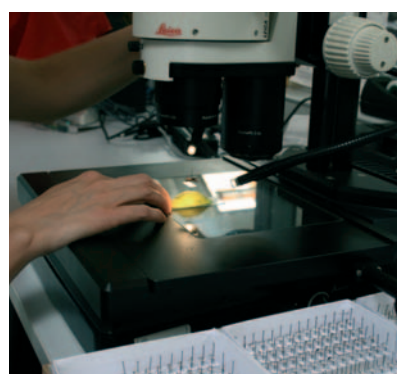


MEMORIA DE ACTIVIDADES

IMIDA

2 0 0 7 - 2 0 0 8



SERIE MEMORIAS



Instituto **M**urciano
de **I**nvestigación y
Desarrollo Agrario
y **A**limentario

IMIDA

MEMORIA DE ACTIVIDADES 2007 - 2008



PRESENTACIÓN



El sector agroalimentario de la región de Murcia es, tal vez de los sectores productivos, el que mejor este sobrellevando las consecuencias de la grave crisis económica que estamos padeciendo y todo ello a pesar de las graves limitaciones a las que se enfrenta nuestra agricultura , como son la falta de agua y el desconocimiento que de nuestra realidad tienen los hacedores de la política agraria común.

Una agricultura competitiva como la nuestra, que no depende de las ayudas comunitarias , tiene que basar su rentabilidad en parámetros de calidad diferenciada y de seguridad alimentaria. Hoy con una economía cada vez mas globalizada no podemos tratar de competir en precio con países terceros con medios de producción y mano de obra mucho mas baratos.

Desde la Consejería de Agricultura estamos tratando de potenciar la agricultura limpia, donde a través de la lucha biológica, la utilización de material vegetal seleccionado, las adecuadas técnicas de cultivo y el uso racional de los plaguicidas se consigan productos de mayor calidad y con total garantía para el consumidor. El IMIDA esta haciendo un gran esfuerzo en la potenciación de estas líneas, seleccionando nuevos insectos útiles para combatir las plagas en los principales cultivos, obteniendo nuevas variedades mas y mejor adaptadas a nuestras condiciones ecológicas, mejorando las técnicas de cultivo que permitan un uso mas eficiente de los principales insumos como el agua y los fertilizantes y buscando alternativas al uso de pesticidas que permitan, en definitiva desarrollar una agricultura competitiva y respetuosa con el medio ambiente.

El futuro del sector agrario en nuestra región tiene que basarse en la tecnología y en la innovación y para ello es necesario potenciar la I + D, generar el conocimiento suficiente que favorezca el desarrollo de nuevas tecnologías y productos que permitan a nuestras empresas mejorar su productividad, ser mas competitivas y crear puestos de trabajo.

Quiero expresar mi apoyo a los investigadores y técnicos del IMIDA para que esta memoria, que refleja el esfuerzo de todos, crezca año tras año y que los avances conseguidos se transmitan a los agricultores y contribuyan a mejorar su nivel de vida y al progreso de la Región de Murcia.

Antonio Cerdá Cerdá

Consejero de Agricultura y Agua

Se autoriza la reproducción total o parcial de la presente publicación citando la procedencia.

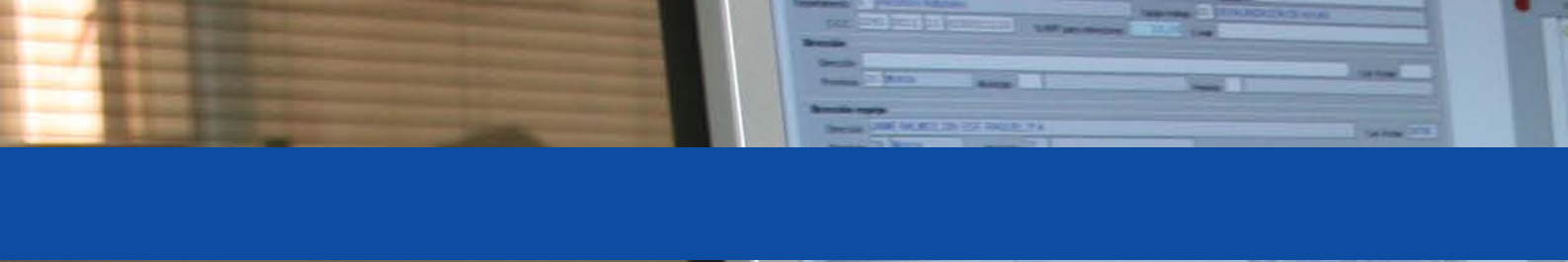
Edita: **Consejería de Agricultura y Agua
de la Región de Murcia.**
IMIDA. Instituto Murciano de Investigación
y Desarrollo Agrario y Alimentario.

Coordinación: José Cos Terrer y Eulogio Molina Navarro.

Diseño: Pardo Comunicación, S.L.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS	
· Equipo de Biotecnología	21
· Equipo de Fitoquímicos Naturales	44
· Equipo de Protección de Cultivos	56
· Equipo de Virología	81
DEPARTAMENTO CITRICULTURA	
· Equipo de Citricultura	91
· Equipo de Calidad Alimentaria	168
DEPARTAMENTO HORTOFRUTICULTURA	
· Equipo de Fruticultura	213
· Equipo de Horticultura	275
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL	
· Equipo de Acuicultura	343
· Equipo de Desarrollo Ganadero	406
· Equipo de Mejora Genética Animal	440
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES	
· Equipo de Cultivos Alternativos	463
· Equipo de Desalinización de Aguas	495
· Equipo de Riegos	516
DEPARTAMENTO DE VITICULTURA	
· Equipo de Viticultura y Enología	545
· Equipo de Uva de Mesa	578
OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	
· Red de Fincas Experimentales Cooperativas (OTRI), Equipo SIGYT, Sistema de Información Agraria. SIAM	601
OTRAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS	
· Tesis, tesinas, conferencias, cursos, seminarios, congresos, jornadas, transferencia de material vegetal y animal, mesas redondas, asesorías, asistencia a reuniones científicas, visitas recibidas y estancias	643



INTRODUCCIÓN



El Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, es organismo público de investigación, con la condición de organismo autónomo, adscrito a la Consejería de Agricultura y Agua, dotado con personalidad jurídica, patrimonio propio y plena capacidad de obrar para el cumplimiento de sus fines y se rige por lo dispuesto en la Ley 8/2002, de creación del Instituto y el Decreto nº 13/2006, por el que se aprueban sus Estatutos.

Los fines del Instituto son impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico en los sectores agrario, forestal y alimentario, el pesquero, el marisqueo, la acuicultura marina, la alguicultura y cualquier otra forma de cultivo industrial, teniendo como objetivo el desarrollo de programa regional de investigaciones agrarias y alimentarias de la Consejería de Agricultura y Agua, concretándose en el desarrollo de cinco subprogramas:

- a).- Realización de proyectos I + D agrarios y alimentarios
- b).- Formación de investigadores y tecnólogos.
- c).- Incorporación de doctores
- d).- Adquisición y mejora de la infraestructura de I + D
- e).- Oficina de Innovación y Transferencia. Experimentación cooperativa

El objetivo general es la consecución del conocimiento necesario para la creación de la base tecnológica y la formación de las personas que permitan poner a disposición de los sectores productivos agrarios y alimentarios de la Región, herramientas que le permitan el desarrollo de actividades productivas sostenibles, competitivas y respetuosas con el entorno medioambiental, todo ello en orden a responder a la demanda de los consumidores y la sociedad, en la obtención de alimentos de calidad y con garantía sanitaria.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

El Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, se estructura en órganos directivos y de asesoramiento.

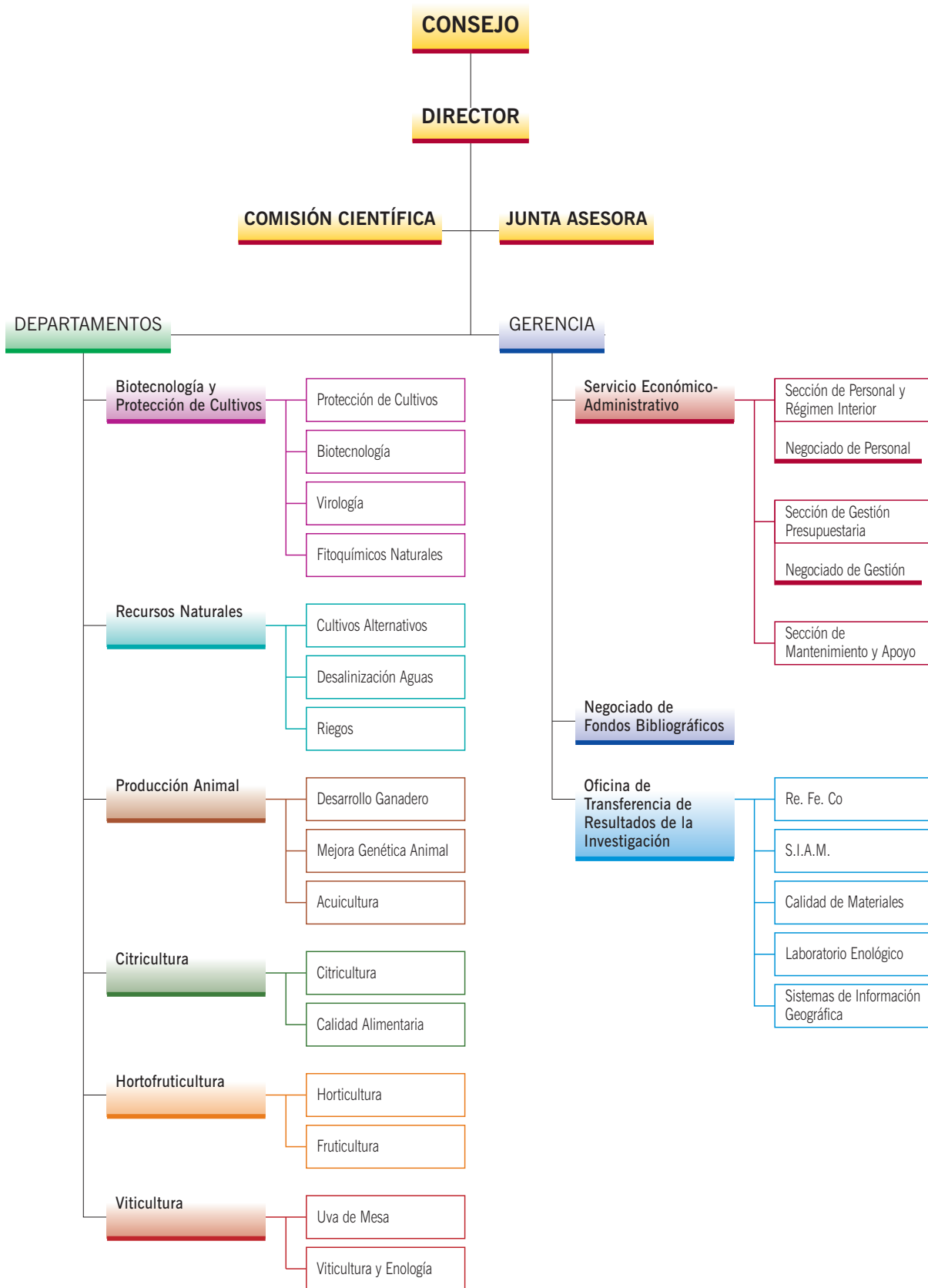
Son órganos directivos el Consejo del Instituto, el Director y el Gerente.

Son órganos de asesoramiento: la Junta Asesora y la Comisión Científica.

Para el desarrollo de su actividad científica se organiza en seis Departamentos de Investigación y Desarrollo. Adscritos a los Departamentos están los Equipos de Investigación. Los equipos de investigación son los ejecutores de las acciones y actuaciones en materia de investigación y desarrollo de tecnología agraria y alimentaria, incluida la acuicultura marina.

Bajo la dependencia del Director se encuentra el Gerente del que orgánica y funcionalmente dependen:

- El Servicio de Gestión económica-administrativa que ejerce la gestión económica-administrativa y de personal del Instituto, junto con las de las fincas e instalaciones experimentales.
- La Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación que ejerce la planificación y coordinación de las acciones y métodos adecuados que permitan la puesta a disposición de los sectores productivos de los resultados de la investigación del Instituto. Igualmente ejerce la planificación y coordinación de la red regional de experimentación, el Sistema de Información Agraria y la Red de Fincas Experimentales Cooperativas.



LABORATORIOS, EQUIPOS, FINCAS E INSTALACIONES

El Instituto cuenta con los siguientes laboratorios:

- Laboratorio enológico en Jumilla
- Laboratorio de calidad de materiales de riego en La Alberca
- Laboratorios generales de apoyo a la investigación en la Alberca
- Laboratorio de I+D agroalimentario de La Alberca.

El Instituto cuenta, entre otros, de equipos científicos de:

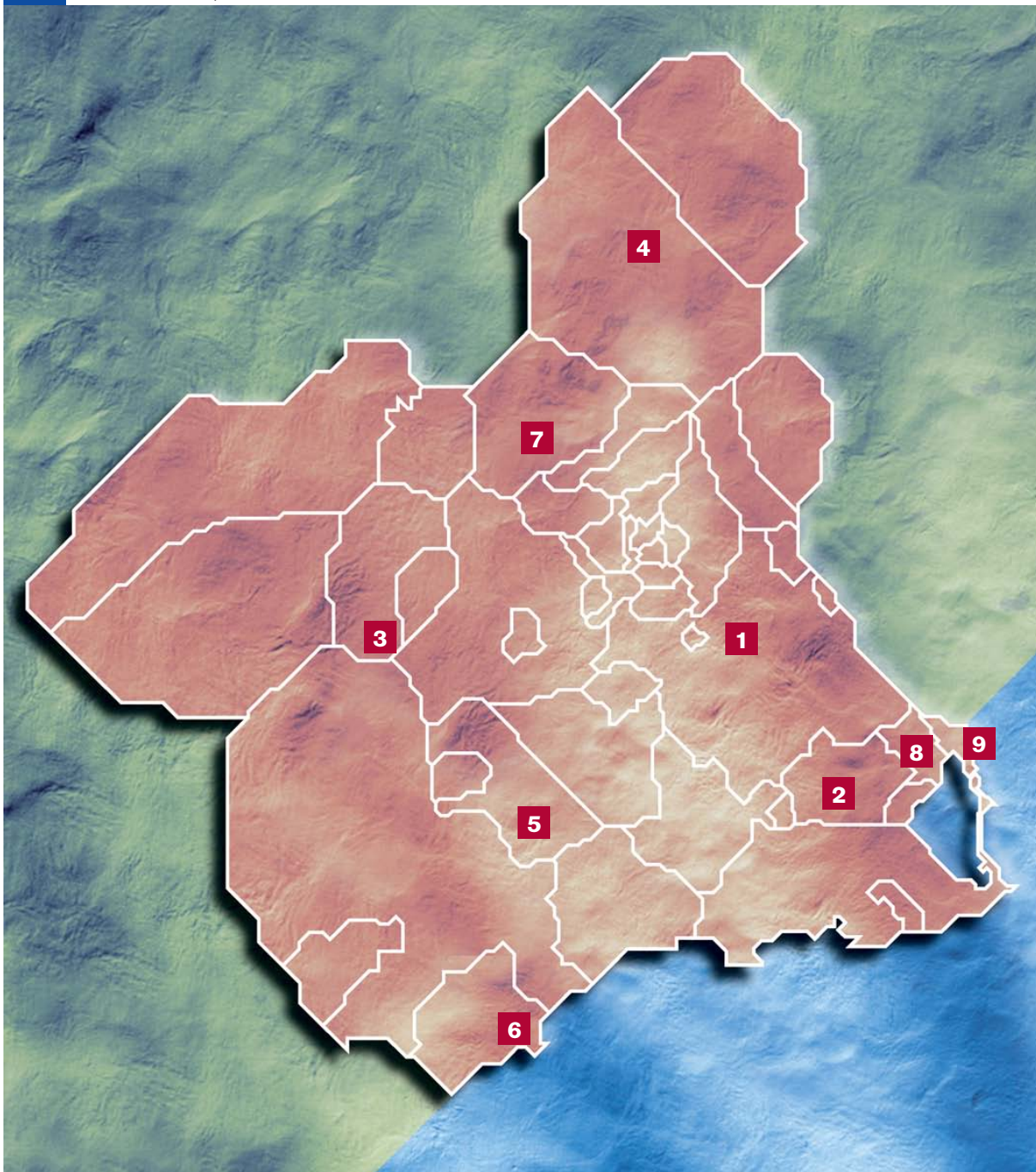
- Electroforesis capilar
- Cromatografía iónica
- Cromatografía de gases- con espectrometría de masas
- Cromatografía líquida de alta resolución con espectrómetro de masas
- Microscopía óptica, estereoscópica y de contraste
- Espectrofotometría de absorción atómica
- Cromatografía de plasma
- PCR
- Citometría de flujo
- Texturometría
- Área foliar y dosel vegetal
- Robot de extracción de ADN

Las fincas e instalaciones experimentales en las que trabaja el Instituto son:

FINCA O INSTALACIÓN	Pedanía. Término Municipal	Superficie Has
Estación Sericícola	La Alberca. MURCIA	9.0
Torreblanca	Dolores. TORREPACHECO	14.5
Hacienda Redonda	El Chaparral. CEHEGÍN	29.0
Bodega Experimental	Av. Asunción, 24. JUMILLA	0.2
Lomo Las Suertes	TOTANA	4.0
La Pilica	AGUILAS	4.5
Agua Amarga	La Carrichosa. CIEZA	4.0
Tarquimales	El Mirador. SAN JAVIER	4.0
Centro de Recursos Marinos	SAN PEDRO DEL PINATAR	2.0



Fincas e Instalaciones Experimentales del IMIDA



FINCA O INSTALACIÓN

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Estación Sericícola | 6 La Pilica |
| 2 Torreblanca | 7 Agua Amarga |
| 3 Hacienda Redonda | 8 Tarquimales |
| 4 Bodega Experimental | 9 Centro de Recursos Marinos |
| 5 Lomo Las Suertes | |

RECURSOS HUMANOS

PERSONAL	FUNCIONARIOS		CONTRATADOS		DOCTORES		BECARIOS	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Investigadores A	4	20	24	18	17	26		
Investigadores B	3	11	14	5				
Becario Predoctoral							11	6
Becario Tecnólogo							12	5
Becario Especialista							8	
Técnico Apoyo Investigación	3	12	10	12				
Auxiliar Apoyo Investigación	5	14	2	7				
Asistente Apoyo Investigación	1	10						
Personal Administración	19	5						
Total	35	72	50	42	17	26	31	11
RESUMEN	107		92		43		42	

RECURSOS PRESUPUESTARIOS

Los créditos de gastos totales presupuestados del Programa Regional I + D Agrario y Alimentario de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, aprobados por la Asamblea Regional para el bienio 2007-2008.

CAPÍTULO	EUROS 2007	EUROS 2008
1 Remuneraciones	4.322.035	4.459.768
2 Gastos corrientes	831.645	891.302
3 Gastos financieros	5.100	5.100
4 Subvenciones de capital	550.000	550.000
6 Inversiones	5.708.780	5.906.170
TOTAL	12.830.253	13.106.763

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN + DESARROLLO AGRARIO Y ALIMENTARIO

Las líneas de trabajo que se abordan en todos y cada uno de sus campos de actividad tienen como horizonte la ejecución de proyectos de I + D que generen los conocimientos y el desarrollo de tecnologías para una mejor conservación y gestión de nuestros recursos naturales, bióticos y abióticos, la preservación y uso eficaz de la biodiversidad existente, las acciones de prevención y lucha contra la erosión y degradación del entorno.

La sequía como problema estructural y factor condicionante del desarrollo rural.

Mejora de la tecnología de la fertilización y el riego en cultivos hortofrutícola de interés regional. Estudio comparativo de la eficiencia del agua y los fertilizantes en diferentes sistemas de riego. Mejora de la gestión del uso eficaz del agua de riego. Todo ello desarrollado mediante la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo.

Permanencia de la población rural en el medio rural, como gestor del medio natural y destinatario de las medidas y actuaciones de la política agrícola comunitaria.

Determinación del aprovechamiento de los recursos naturales pastables por ovino segureño para una gestión eficaz de los espacios naturales. Selección y mejora de pequeños rumiantes.

Generación y transferencia de tecnologías innovadoras al sector productor, para la búsqueda de soluciones a su problemática, de mejora de la calidad y garantía sanitaria de las producciones.

Tecnología de la reproducción, cría, alimentación y aprovechamiento de los productos del ganado caprino y porcino genuinos de la Región.

Introducción de especies con la finalidad de diversificar las producciones y posibilitar alternativas culturales. Mejora, desarrollo y adaptación de técnicas y calendarios de cultivo. Desarrollo del manejo de planta de semillero. Obtención de cultivares de pimiento mediante mejora genética y estudio de sus características agronómicas y productivas. Obtención mediante mejora genética de cultivares de uva de mesa apirenas.

Protección de los medios de producción, los recursos naturales y el control de impacto ambiental de la actividad agropecuaria, que sienten las bases de una agricultura sostenible.

Desarrollo de sistemas de producción que permitan el uso sostenible de los recursos naturales y la preservación del entorno medioambiental mediante los proyectos de I+D

Fomento de la investigación cooperativa, movilizadora y potenciadora de recursos y voluntades.

Plan experimental en fincas cedidas por los Ayuntamientos de Totana, Aguilas, Cieza y San Javier gestionadas conjuntamente entre la Consejería de Agricultura y Agua y las Entidades Asociativas Agrarias, con el apoyo científico-tecnológico del Instituto.

Potenciación de la biotecnología y nuevas tecnologías en la mejora genética.

Programas de mejora genética en producciones hortofrutícolas de interés para la Región en las especies de tomate para consumo en fresco, pimiento, uva de mesa, melocotón y albaricoque.

Fomento, desarrollo y transferencia de tecnologías de la información al sector agrario y alimentario.

Desarrollo de sistemas de transferencia de información sobre climatología agrícola, riego, fertilización, materiales de riego, protección y sanidad vegetal. Instalación, mantenimiento y mejora de la red agroclimática regional, la red de boyas. Recepción y explotación de imágenes de satélites.

Recuperación, conservación y mantenimiento de la biodiversidad en la Región.

Recopilar, caracterizar y conservar la diversidad genética de los cultivares hortícolas y frutícolas, así como los animales, en concreto el cerdo chato murciano y la gallina murciana, como material de interés para la mejora genética y la diversificación de las producciones.

Medidas de prevención y recuperación de las zonas marginales degradadas y/o sensibles a problemas de desertificación.

Estudio de las especies autóctonas o introducidas y su forma de implantación, como medio de revegetar áreas marginales abandonadas y sensibles a los problemas de desertificación.

Búsqueda y fomento de producciones, de carácter y aplicaciones no alimentarias.

Selección y evaluación de especies vegetales de aprovechamiento no alimentario, productores de aceites industriales, compuestos con actividad plaguicida, antioxidante. Aplicaciones en cosmética y biomedicina del gusano de seda.

Mejora de la competitividad y rentabilidad del sector agropecuario murciano, mediante la implantación de tecnologías de producción bioecológica.

Recuperación y puesta a punto de sistemas de producción que aseguren la calidad y garantía de los alimentos.

Mejora de las producciones hortofrutícolas.

Programa de mejora del material vegetal de las especies hortícolas y frutícolas de mayor importancia económica de la Región.

Acuicultura marina.

Determinación de las necesidades nutritivas de especies acuícolas marinas, sustitución de raciones con incorporación de proteínas de origen vegetal, impacto ecológico de las explotaciones acuícolas de atún rojo, dorada, lubina, sargo picudo, denton, lenguado y pulpo.

PROYECTOS I+D DE LOS EQUIPOS

El plan de trabajo del Centro se ha concretado en la realización de proyectos de I + D, cuya distribución por Equipos es como sigue:

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN	2007	2008
Fruticultura	7	9
Horticultura	12	13
Citricultura	9	10
Calidad Alimentaria	9	10
Protección de Cultivos	6	6
Biotecnología	4	4
Virología	3	2
Fotoquímicos Naturales	2	3
Riegos	4	4
Desalación de Aguas	4	4
Cultivos Alternativos	5	5
Uva de Mesa	3	3
Viticultura y Enología	6	6
Mejora genética animal	5	5
Desarrollo Ganadero	4	5
Acuicultura marina	10	10
OTRI-SIG	8	8
OTRI-SIAM	2	2
OTRI-ReFeCo	1	1

CONTRATOS I+D POR EQUIPOS

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN	2007	2008
Fruticultura	5	2
Horticultura	4	3
Citricultura	3	1
Calidad Alimentaria	1	-
Protección de Cultivos	1	1
Biotecnología	1	2
Riegos	1	-
Desalación de Aguas	2	3
Uva de Mesa	1	1
Viticultura y Enología	2	2
Mejora genética animal	-	2
Desarrollo Ganadero	1	1
Acuicultura marina	1	1
OTRI-SIG	1	1
OTRI-SIAM	1	1

RESULTADOS GLOBALES DEL INSTITUTO

RESULTADOS	2007	2008
Proyecto I+D	104	110
Publicaciones	126	144
Congresos	144	136
Tesis leídas	1	4
Trabajos tutorados	15	10
Jornadas y Conferencias	66	85

BIBLIOTECA

La biblioteca y centro de documentación del Instituto tiene como finalidad la recepción y difusión de documentación relacionada con la información científica y tecnológica sobre temas agroalimentarios y otras materias afines.

Se halla a disposición del público en general y muy especialmente del personal del Instituto, de la Consejería de Agricultura y Agua, Universidad y otros centros de la Administración Pública, empresas y agricultores.

Fondos bibliográficos

- Monografías: Existen 5.850 monografías, todas ellas catalogadas y recuperables.
- Publicaciones periódicas: Actualmente existen 418 títulos de revistas que forman los fondos de la hemeroteca.

Gestión documental

Esta biblioteca mantiene operativa la base de datos RIDA (Red de Información y Documentación Agraria) que contiene los fondos de publicaciones periódicas, tanto títulos vivos como cerrados, de las bibliotecas de los Servicios de Investigación Agraria de las distintas Comunidades Autónomas y del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Se encuentran disponibles para todos los usuarios las siguientes bases de datos on line: CABI ABSTRACTS y Web of Knowledge (Wok)

El servicio de documentación realiza las gestiones necesarias para obtener los documentos que requieren los investigadores. Para obtener los documentos solicitados por los usuarios este servicio recurre a sus propios fondos, a las bibliotecas especializadas pertenecientes a la RED DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN AGRARIA (RIDA) y a otras bibliotecas nacionales e internacionales



DEPARTAMENTO DE
BIOTECNOLOGÍA
Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS





Equipo de Biotecnología

■ Desarrollo del gusano de seda (*Bombyx mori*) como plataforma de expresión de proteínas naturales y recombinantes para biomedicina

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Educación, Ciencia e Investigación. BIO-BMC 07/03-0009 (2008-2009)
Investigador responsable	José Luis Cenis Anadón
Equipo	José Neptuno Rodríguez López (Universidad de Murcia) Juan Cabezas Herrera (Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca) Salvador Aznar Cevantes

OBJETIVOS

El objetivo general de este Proyecto es incorporar al sistema de biomedicina y biotecnología de Murcia dos nuevas tecnologías derivadas del gusano de seda (*Bombyx mori*). En primer lugar, una plataforma de expresión de proteína recombinante, basada en la expresión de vectores virales derivados de baculovirus en larvas del insecto. En segundo lugar, una novedosa familia de biomateriales, basados en la fibroína de la seda, como matrices de crecimiento celular en Ingeniería Tisular y Medicina Regenerativa. Además, se explorará el valor de las dos proteínas naturales de seda como principios activos en la elaboración de productos cosméticos.

Este objetivo general se concreta en los siguientes hitos:

1. Desarrollo de una instalación para cría sostenible de gusano de seda. Se optimizarán todos los inputs necesarios para conseguir una cría sostenible del insecto, mediante hojas de morera, y también se desarrollará la cría mediante dieta artificial, ya puesta a punto en otros países, para tener un suministro continuo de larvas del insecto. En ambos casos, se determinarán los parámetros de cría y costes para un posterior escalado de la producción.
2. Desarrollo de un grupo de tres vectores virales para la expresión en larvas de *Bombyx* de la dihidrofolato reductasa (DHFR), y Factor de crecimiento de fibroblatos básico (bFGF). Optimización de la expresión, y extracción de las proteínas de las larvas de *Bombyx*.
3. Optimización de la purificación de las proteínas recombinantes, caracterización de su bioactividad in vitro y control de calidad.
4. Obtención y purificación de sericina y fibroína de seda, y elaboración de distintas presentaciones de la misma: film, y matriz porosa. Evaluación de viabilidad, propiedades y bioactividad in vitro de los materiales de fibroína: Crecimiento celular en los mismos.
5. Evaluación de sericina y fibroína purificadas como principios activos en la elaboración de productos cosméticos: actividad hidratante, antioxidante y alergenicidad.

RESULTADOS OBTENIDOS

1) Optimización en la cría del gusano de seda

Con los experimentos de cría de gusano de seda se pretendió optimizar los parámetros implicados en esta actividad, garantizándose así, la disponibilidad de ejemplares adultos y capullos para el resto de experimentos en la línea de biomateriales y uso de *Bombyx mori* como biorreactor.

También fue imperativa la necesidad de probar dietas artificiales para las épocas en que las moreras no dispusiesen de hojas, o la calidad de las mismas no fuese adecuada. Existen en el mercado varias formulaciones de dietas para alimentación de gusanos de seda, obtenidas en laboratorios de China, Japón e Italia. Para la puesta a punto de la cría en dieta, se hizo una prueba comparativa entre la alimentación natural y la artificial para evaluar su funcionamiento y sus costes. En este sentido se elaboraron curvas de crecimiento larvario para alimentación con distintas dietas y condiciones ambientales (Fig 1).

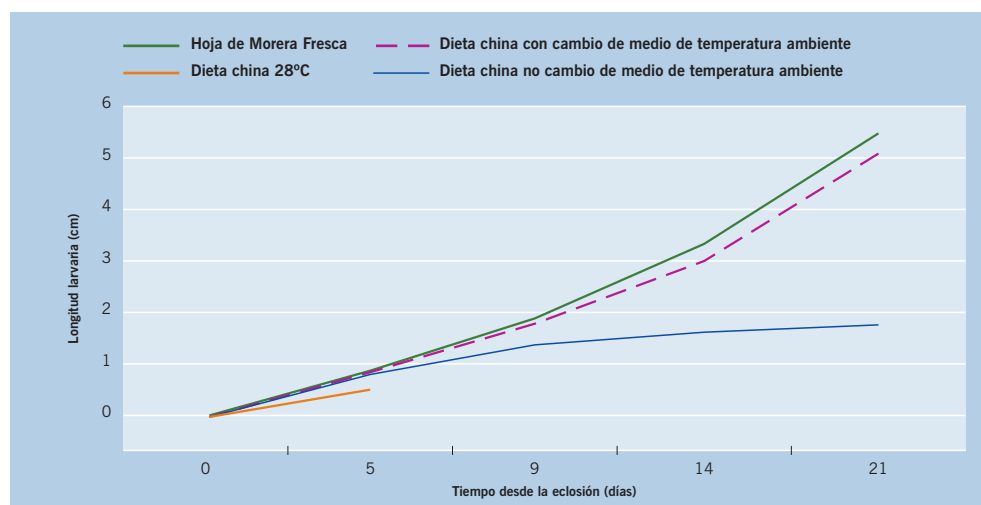


Figura 1. Crecimiento longitudinal larvario de *Bombyx mori* bajo distintas dietas y condiciones térmicas.

Se observa que la eficiencia en el crecimiento larvario de gusanos alimentados con dieta artificial y con hoja de morera fue muy similar, cuando ésta era renovada frecuentemente. También se elaboró la curva de crecimiento larvario para la raza amarillo oro a temperatura ambiente en una cría en masa de unos 5000 ejemplares (Fig. 2)

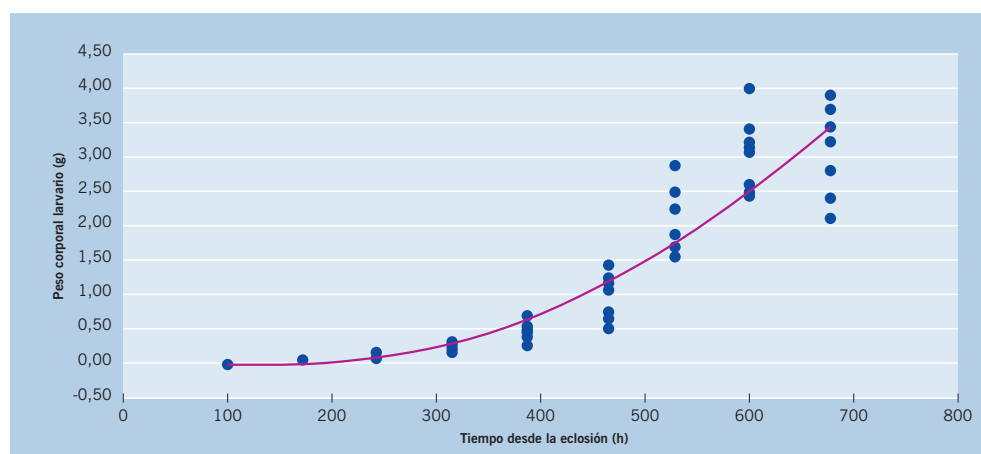


Figura 2. Curva y ecuación de crecimiento larvario elaborada durante una cría de gusano de seda de la raza "amarillo oro" a temperatura ambiente en junio de 2008.

2) Efecto antioxidante de los componentes del capullo de gusano de seda

En el presente experimento se pretendió determinar el efecto antioxidante de cada uno de los componentes del capullo de gusano de seda mediante dos técnicas espectrofotométricas. Así pues, fueron ensayados distintos extractos de los capullos conteniendo: sericina, sericina con carotenoides amarillos del capullo, fibroína e hidrolizado alcalino. También se comparó entre capullos blancos y amarillos.

Las técnicas utilizadas para la cuantificación del efecto antioxidante fueron: ABTS y FRAP. La primera se fundamenta en la inhibición del color creado por la liberación de radicales del reactivo ABTS en presencia de peroxidasa y peróxido de hidrógeno. La segunda técnica valora la capacidad de reducir el ión férrico a ferroso por parte de un compuesto determinado generándose un complejo coloreado de tripiridiltriacaína.

Se comprobó que los extractos obtenidos de capullos amarillos mostraron un mayor efecto antioxidante, en comparación con los obtenidos de capullos blancos. El hidrolizado alcalino, procedente de capullos amarillos es el extracto que, para ambas técnicas, fue detectado como un antioxidante más potente (Fig. 3).

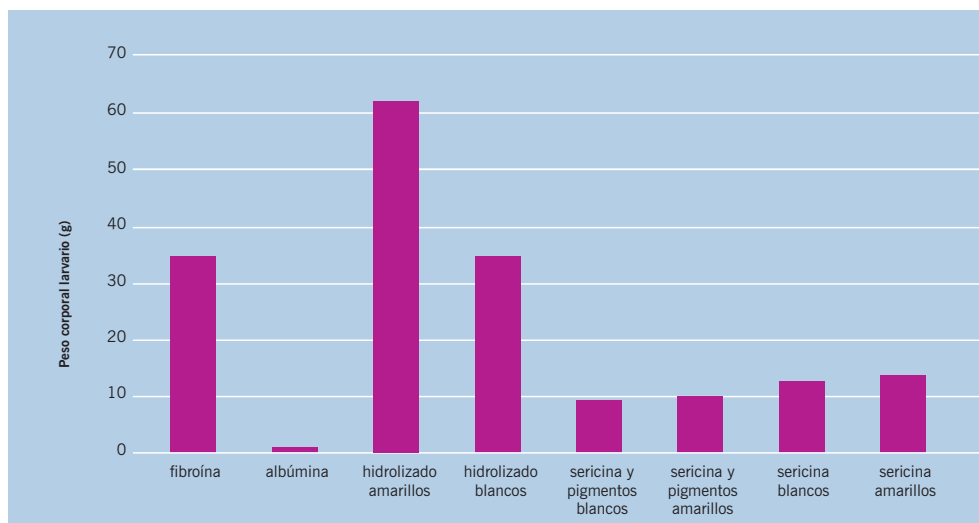


Figura 3 Gráfico de barras mostrando el efecto antioxidante de cada extracto tomándose como unidad de referencia el efecto antioxidante de la albúmina. Valoración por ABTS.

3) Elaboración de biomateriales a partir de la fibroína

Está ampliamente demostrado que la fibroína de la seda es un excelente biomaterial, que puede elaborarse en distintos tipos de presentaciones. Dado que su uso como biomaterial no ha sido abordado por ningún grupo de investigación en nuestro país, era necesario poner a punto en el laboratorio la metodología existente. Se comenzó por desarrollar los protocolos de obtención de fibroína líquida, basados en la extracción previa de sericina, disolución de la fibroína en bromuro de litio, diálisis y liofilizado.

A partir de la fibroína líquida, se evaluaron los distintos tipos de presentaciones y se decidió desarrollar el tipo de elaboración más avanzado, como es el electrohilado. Esta técnica consiste en la proyección de un chorro de polímero, en este caso fibroína, en un campo eléctrico muy elevado. Este campo eléctrico crea fuerzas electrodinámicas que reducen el diámetro del chorro de polímero a una escala de nanómetros, depositándose

en una placa metálica en forma de aglomerado de nanofibras. Cambiando los parámetros del proceso, puede conseguirse que en lugar de nanofibras, se depositen nanoesferas. Un elemento crítico del proceso es la elección de un disolvente adecuado, y el ajuste exacto de las condiciones de conductividad y tensión superficial de la solución de polímero. Tras un proceso de desarrollo conjunto con la empresa YFLOW, radicada en Málaga, se consiguió el ajuste del proceso y se consiguió un protocolo adecuado para la obtención de telas de nanofibras (Fig. 4) y nanoesferas de fibroína de 200 nm de diámetro (Fig. 5).

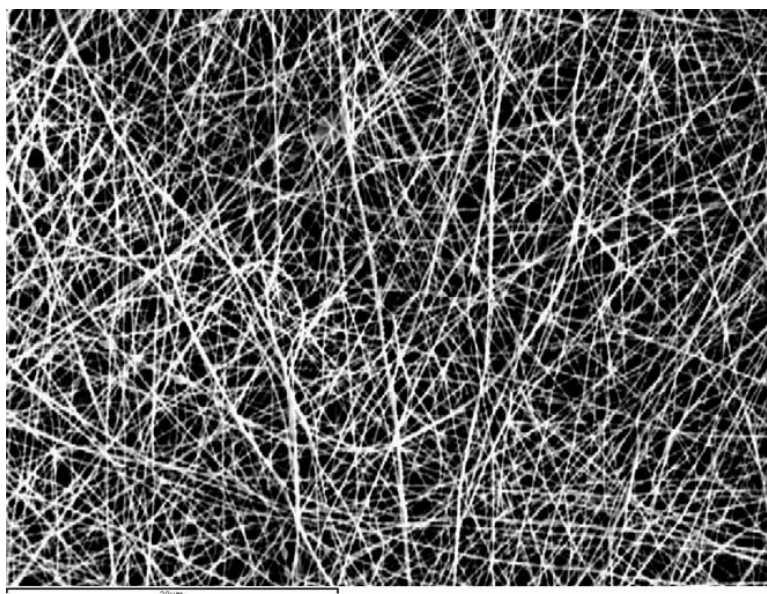


Figura 4 Tela de nanofibras electrohiladas de fibroína de seda.
(Foto cortesía del Dr. Luis Meseguer, HUVA, Murcia)

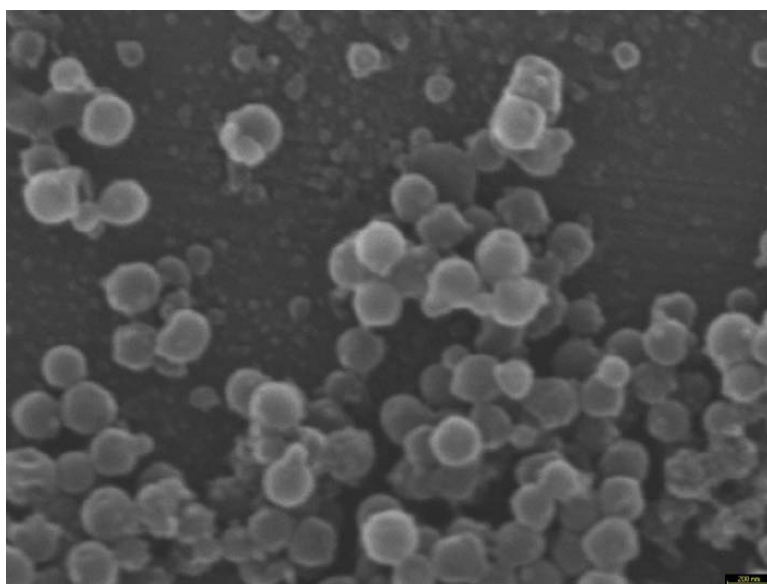


Figura 5 Nanoesferas de fibroína de seda obtenidas por electrohilado.
(Foto cortesía de M. Lallave, YFLOW, Málaga)

	Sample: Image : 9-03 Date : 16/09/08 10:30:05	Magnification : 30000 High Voltage/kV: 30,0 Format: 1200 x 900
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

4) Uso del gusano de seda como biorreactor

El sistema de expresión de proteína recombinante en insectos, basado en un vector baculovirus (SEB), es uno de los más interesantes de los cuatro existentes (procariotas, levaduras, insectos y mamíferos). Sus ventajas son: un menor tiempo de establecimiento del sistema de producción, un procesamiento post-transcripcional proteico más adecuado que en levaduras o bacterias y su alta bioseguridad, ya que el baculovirus sólo infecta a determinados insectos. El sistema consta de dos elementos: los baculovirus y los insectos.

Los baculovirus son virus específicos de insectos que se utilizan ampliamente para su control. Su genoma se compone de una doble cadena de ADN y presentan un tamaño grande (130 Kb, 30 genes). Los viriones están embebidos en polihedrina, proteína producida por el virus para la infección larva a larva.

El proceso consiste en la inserción, a través de recombinación o transposición, del gen que codifica la proteína de interés en el lugar donde se encuentra el gen de la polihedrina en la versión natural del virus (siendo deletado este último).

En cuanto a los hospedadores, en principio se usaron cultivos celulares de insectos, pero a escala industrial la expresión in vivo en larvas de insecto resulta mucho más conveniente al mostrar niveles de expresión que son de 50 a 1000 veces superiores al nivel obtenido en cultivo celular.

Para la expresión in vivo, la elección se centra en los estados larvarios de dos insectos: *Bombyx mori* y *Trichoplusia ni*. El primero presenta grandes ventajas para su utilización como biorreactor; sus larvas pueden criarse fácilmente en hojas de morera, con una tecnología de cría bien conocida, al ser un insecto domesticado desde hace milenios. Además su cuerpo es grande y fácil de manejar y presenta un ciclo vital relativamente corto (7 semanas). A esto habría que añadir que su genética está muy bien documentada y el hecho de que los adultos no vuelen, por lo que se reduce el riesgo biológico. En cuanto a las proteínas que son expresables por este sistema, existe una amplia bibliografía describiendo, por ejemplo, la producción de: interleuquina humana, el antígeno de superficie de hepatitis B, la hormona de crecimiento de la carpa y el factor de crecimiento endotelial vascular humano entre otros muchos.

Esta tecnología se ensayó en el IMIDA, en colaboración con un grupo especializado en esta metodología en la Universidad de Zhejiang (Hangzhou, China). Se pusieron a punto

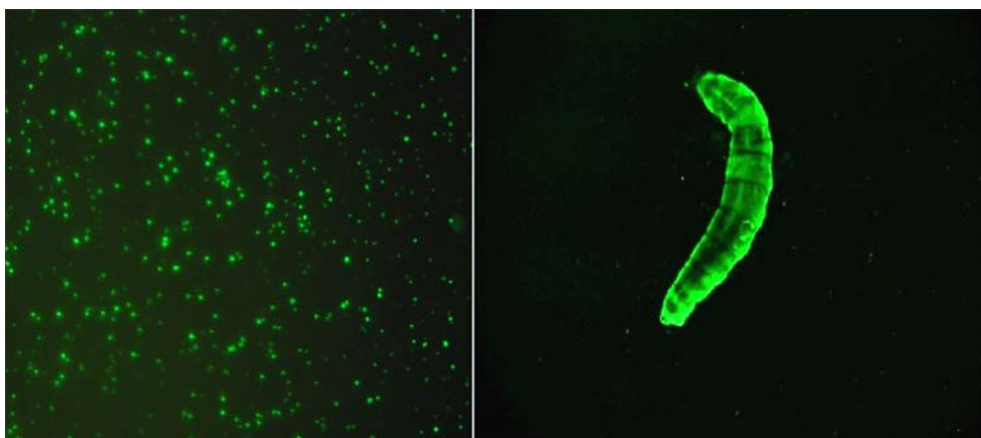


Figura 6 Cultivo celular de la línea sf21 (A) y gusano de seda (B) expresando la proteína recombinante híbrida de p53 y GFP. Observación en lupa de fluorescencia.

vectores de expresión baculovirus de cinco proteínas: GFP (Proteína verde fluorescente), VP60 (Proteína de la cápsida del virus de la enfermedad hemorrágica del conejo, utilizada para la elaboración de vacunas), bFGF (Factor de crecimiento de fibroblastos básico), DHFR (Dihidrofolato reductasa, utilizado como diana para el ensayo de antitumorales) e Interferón canino.

En todos los casos, estas construcciones se expresaron de forma satisfactoria, con niveles que oscilaron de 30 a 100 microgramos de proteína purificada por cada insecto. La purificación de la proteína se realizó mediante cromatografía de afinidad. La expresión en pupa fue también efectiva, lo que supone una ventaja pues su manipulación se facilita por el hecho de ser inmóvil y no requerir alimentación.

En las Figuras 6, 7 y 8 se aprecian algunos ejemplos de la expresión obtenida con algunos de los vectores de expresión mencionados. ■

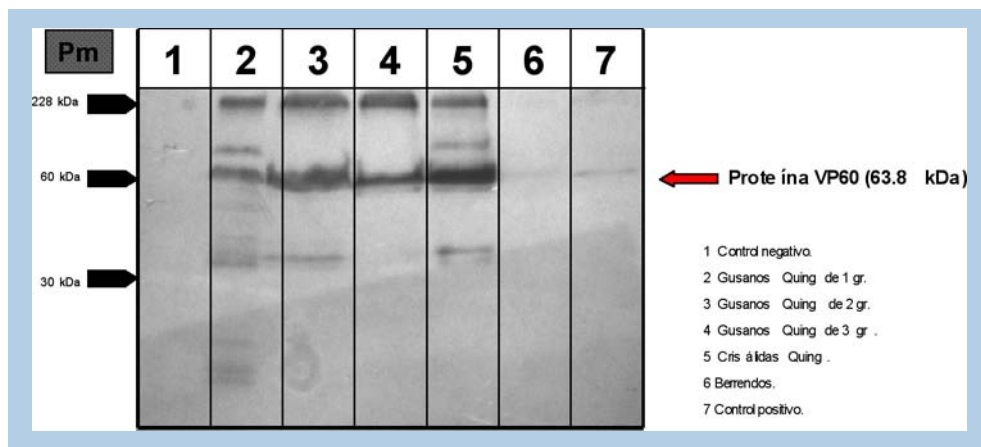


Figura 7 Western blot mostrando el grado de expresión de la proteína VP60 en distintas fases de maduración larvaria.

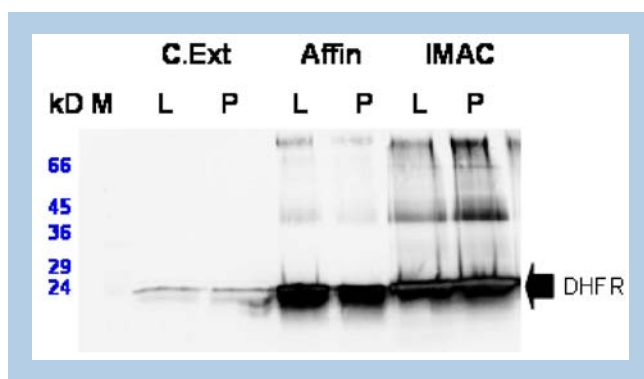


Figura 8 Western blot mostrando la purificación de Dihidrofolato reductasa, expresada tanto en larva (L) como en pupa (P) de Bombyx mori, en extracto crudo (C.Ext), purificada por cromatografía de afinidad (Affin) y por IMAC. (Foto cortesía de J.N. Rodríguez, UMU, Murcia).

■ Identificación de genes implicados en la maduración óptima de la uva de vinificación

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2007-00043-00-00
Investigador responsable	Leonor Ruiz García
Equipo	Adrián Martínez Cutillas José Ignacio Fernández Fernández Celia Martínez Mora Almudena Bayo Canha

OBJETIVOS

Hasta la fecha, la mejora del cultivo de la vid y de la calidad del vino se ha basado en el perfeccionamiento de las técnicas culturales y enológicas, así como en la selección clonal. La selección clonal, que explota la aparición de variedades somáticas para caracteres de interés en los campos de cultivo, tiene sin embargo una eficiencia muy baja. Cara a los desafíos de la globalización y el cambio climático, la vitivinicultura murciana debe ser capaz de, sin perder la esencia y personalidad de sus vinos, adaptarse a las exigencias de sus mercados y a superar los retos que pueda en algún momento imponer tanto la competencia como el cambio climático. Por otro lado, los principales países productores han iniciado programas de análisis genómico de la vid, que aumentarán la eficiencia de las estrategias actuales de mejora genética, al permitir la identificación y seguimiento de las variantes génicas de interés mediante el uso de marcadores moleculares. Dentro del ciclo biológico de la vid, la fase más importante para la calidad de la uva de vinificación es la maduración. El grado de madurez con que se cosecha la uva es un factor fundamental que determina la calidad del vino obtenido. Por ello, el **objetivo general** de este proyecto se centra en la identificación de genes o secuencias génicas responsables de la maduración óptima de la uva de vinificación, tanto tecnológica como fenólica, y por tanto, responsables del balance azúcar/acidez, tamaño de la baya, así como la acumulación y extractabilidad de antocianos y taninos. Para conseguir este objetivo, se han planteado los siguientes objetivos concretos:

1. Evaluación fenotípica de la progenie para caracteres de calidad.
2. Construcción de mapas genéticos utilizando marcadores tipo SSR (Simple Sequence Repeat) y SNP (Single Nucleotide Polymorphism).
3. Identificación de QTLs (Quantitative Trait Loci) implicados en la maduración óptima de la vid.
4. Análisis de co-segregación de la variación fenotípica con la variación de expresión de genes candidatos mediante RT-PCR.

RESULTADOS OBTENIDOS

Introducción

Para abordar los objetivos planteados en este proyecto, utilizamos una progenie segregante para los caracteres implicados tanto en la maduración tecnológica como fenólica de la uva, obtenida del cruzamiento entre las variedades Monastrell (Mon) x Syrah (Sy),

mantenida en la finca experimental Hacienda Redonda (El Chaparral, Cehegín). Monastrell, es una variedad predominante en las tres Denominaciones de Origen de la Región de Murcia, y Syrah es una variedad muy apta para combinar enológico con Monastrell. La variedad Monastrell presenta una acidez baja, bayas de tamaño mediano, compacidad media-alta y un elevado contenido antociánico en el hollejo que, sin embargo, no es liberado fácilmente en el proceso de vinificación. Syrah presenta una acidez media, bayas de tamaño pequeño, racimos de compacidad media-baja y un contenido antociánico más fácilmente liberado durante el proceso de vinificación, que en el caso de la variedad Monastrell. El desfase de maduración entre la pulpa y la piel y la pepita, se produce más en climas cálidos y puede deberse tanto a técnicas de cultivo como a la propia compacidad del racimo de la variedad, que hace que la parte exterior esté madura y los mismos granos por la parte interior estén más verdes.

Durante los primeros meses del proyecto, se extrajo ADN de las variedades parentales y de las 271 cepas inicialmente identificadas como híbridas, partiendo de hojas jóvenes como material vegetal. La extracción de ADN se realizó con el kit comercial DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen), añadiendo a cada muestra PVP-40 como implementación al protocolo original. Gracias a la amplificación mediante PCR del ADN de toda la población y variedades parentales, utilizando 3 SSRs polimórficos para ambos parentales del tipo $\langle abxcd \rangle$, se comprobó que contamos con una progenie de 231 híbridos, descartándose de la población de mapeo las 40 cepas restantes, por ser autofecundaciones de Monastrell y polinizaciones libres.

Evaluación fenotípica de la progenie para caracteres de calidad

Dentro de este proyecto, es de gran importancia el fenotipado de la población de mapeo para todos los caracteres de interés. Esta evaluación fenotípica se lleva a cabo al menos durante tres campañas. Los parámetros que se están evaluando son: Caracteres fenológicos (Baggiolini, 1952): fechas de brotación, floración, envero y maduración. Caracteres morfológicos (OIV, 1984): nº racimos/cepa, producción (Kg)/cepa, peso racimo (gr), color visual, forma del racimo, forma de las bayas, compacidad racimos, nº de semillas/baya. Caracteres químicos: pH, acidez total, contenido en sólidos solubles, ácido tartárico, ácido málico, antocianos totales, polifenoles totales, índice de madurez celular, madurez de la pepita, extractabilidad de antocianos y contenido en potasio.

En la campaña 2008, se han evaluado los caracteres fenológicos y morfológicos de los 142 híbridos que han entrado en producción. Respecto a los caracteres fenológicos, la fecha de brotación, estimada como aquella en la que el 50% de las yemas están en estado C de desarrollo, abarcó desde el 25 de marzo hasta el 1 de mayo, siendo Syrah el parental más temprano. El 13% de la población fue de brotación más temprana que Syrah, mientras que el 23% brotó más tarde que el parental tardío Monastrell. Se consideró como fecha de floración, aquella en la que el 50% de las flores estaban abiertas. Syrah floreció sobre el 21 de mayo y Monastrell sobre el 27 de mayo, distribuyéndose la floración de los híbridos desde el 5 de mayo hasta el 12 de junio. El 5% de la población floreció antes que Syrah y el 33% lo hizo más tarde que Monastrell. La fecha de envero se consideró como aquella en la que el 50% de las bayas presentaban color y/o blandeamiento, abarcando desde 17 de julio hasta el 14 de agosto. El 12% de la población enveró antes

que Syrah (25 de julio) y el 31% enveró más tarde que Monastrell (31 de julio). La fecha de maduración, comprendida entre el 13 de agosto y el 8 de octubre, se consideró como aquella en la que los híbridos blancos presentaban en campo 12-12,5 °Baumè y los híbridos tintos 13-13,5 °Baumè. Syrah se vendimió el 22 de agosto, Monastrell el 9 de septiembre, el 31% de los híbridos se vendimiaron antes que Syrah y el 13% después que Monastrell (Figura 1).



Figura 1 Resultados de la evaluación fenotípica de algunos caracteres fenológicos y morfológicos en la progenie Mon x Sy 2008.

Respecto a los caracteres morfológicos (OIV, 1984), el rendimiento (peso Kg/cepa) está relacionado significativamente con el número y peso de los racimos, así como con el tamaño de baya, siendo Monastrell el parental más productivo y con un mayor tamaño de racimo y peso de bayas. Un 13% de la población mostró una compacidad de los racimos media-alta similar a la de Monastrell, y el 16% de la progenie exhibió una compacidad de los racimos media-baja similar a la de Syrah, presentando una compacidad intermedia a la de ambos parentales el 34% de la progenie. Tanto Syrah como Monastrell son variedades tintas, segregando este carácter de color de la uva en la población, con un 29% de los híbridos blancos frente a un 71% de los híbridos tintos como los parentales. Esta segregación se ajusta perfectamente a una segregación 3:1 para un carácter controlado por un gen, en el que el alelo de color es dominante frente al alelo blanco recesivo (Figura 1 y 2).



Figura 2 Fotografías de Monastrell, Syrah y algunos híbridos en la fecha de vendimia.

Parte de la progenie ha entrado en producción por primera vez en esta campaña, por lo que no hemos obtenido de todos los híbridos productivos la cantidad suficiente de uva para el análisis en bodega (300 gr.). Respecto a los polifenoles totales extraíbles, los valores más bajos los presentó Monastrell junto con el 3% de la progenie. Syrah presentó valores más altos, similares a los del 13% de la población. Sin embargo, el 85% de la población presentó valores superiores al de ambos parentales. El 16% de la progenie presentó valores de antocianos totales (gr/Kg uva) inferiores a Monastrell. Syrah presentó una cantidad mayor de antocianos, similar al del 36% de la población. Sólo un 23% de los híbridos analizados presentaron valores superiores a ambos parentales. De nuevo, Monastrell presentó los valores más bajos de antocianos extraíbles (mg/L) al igual que el 23% de los híbridos, mientras que el 54% presentaron valores superiores similares a los de Syrah. El 23% de los híbridos presentaron valores de antocianos extraíbles superiores al de ambos parentales. Valores elevados del índice MP (madurez de la pepita), muestra un mayor aporte de taninos procedentes de la pepita, indicando la presencia de pepitas no maduras y no deseables. Syrah presenta una mayor madurez de las pepitas que Monastrell, y por tanto un índice

MP menor. El 10% de la población analizada presenta un índice MP intermedio entre los valores de ambos parentales, y un 53% presenta valores mayores que Monastrell. Syrah presenta valores de sólidos solubles, estimados como °Brix, inferiores a Monastrell, y el 35% de la población presenta valores inferiores al de ambos parentales. El 63% de la población presentó una acidez total superior a la de ambos parentales, y sólo un 10% de los híbridos presentaron una acidez menor que la de los parentales. Un 73% de la población presenta pH inferiores al de ambos parentales (pH 3.4-4), y sólo un 2% presenta pH superiores. Monastrell presenta valores de ácido Tartárico ligeramente inferiores a los de Syrah, y un 34% de la población presenta valores inferiores al de ambos parentales. Sólo un 5% de la progenie presenta valores superiores a los de Syrah. El 61% de la progenie presenta valores de potasio inferiores al de ambos parentales (1.15-2.5 g/L), siendo Syrah el parental con valores inferiores (Figura 3).

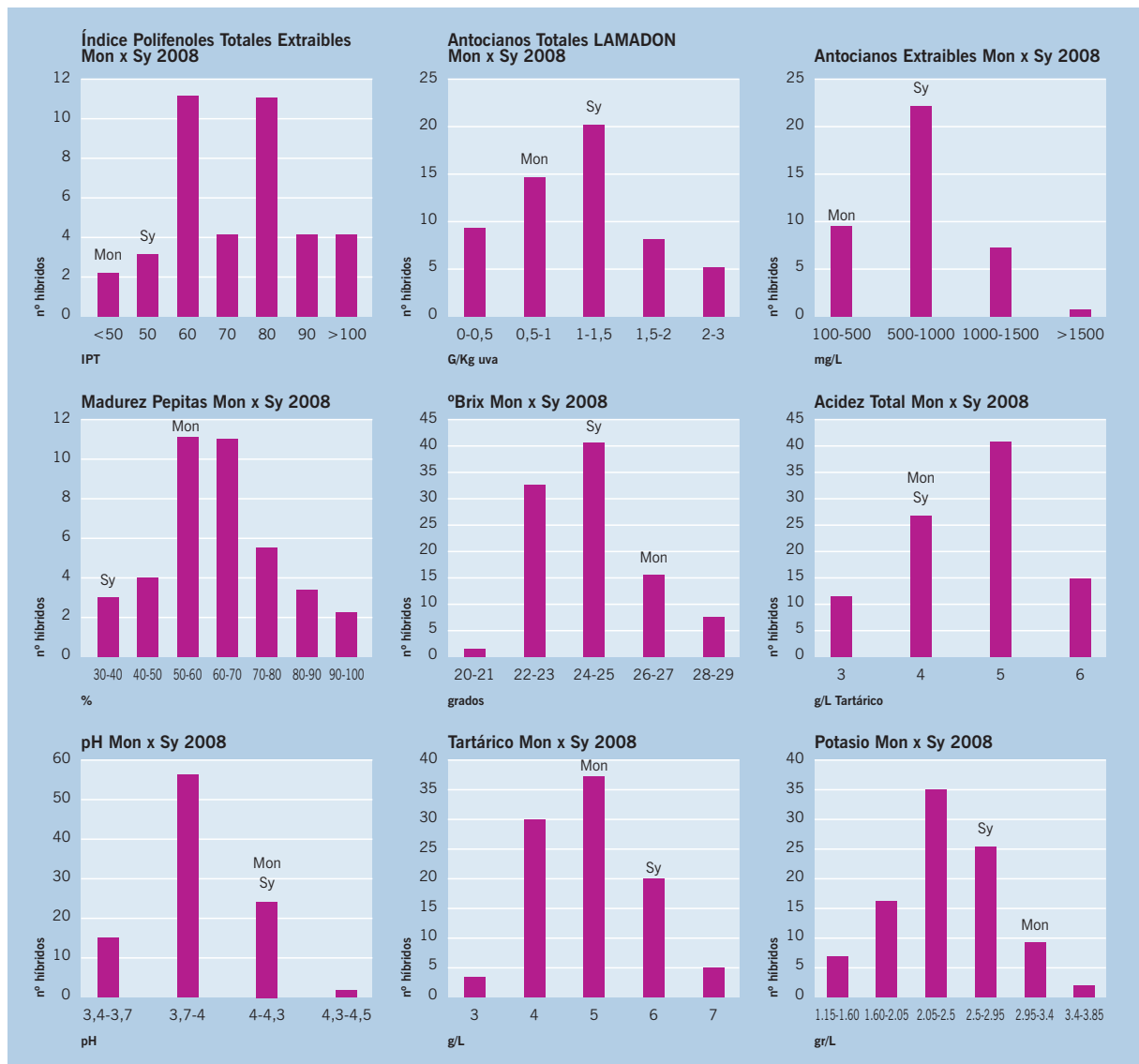


Figura 3 Resultados de la evaluación fenotípica de algunos componentes químicos en la progenie Mon x Sy 2008.

En la campaña 2009 se espera tener datos fenotípicos de un mayor número de híbridos.

Construcción de mapas genéticos

En la construcción de los mapas se empleará una estrategia de pseudo-retrocruzamiento, en la que se consideran únicamente los marcadores que se encuentran en heterocigosis en cada parental. Los marcadores que se encuentren en heterocigosis en ambos parentales se utilizarán para obtener un mapa genético integrado. Durante este año se han identificado 61 SSRs útiles para el mapeo, y por tanto polimórficos para al menos uno de los parentales. Para su identificación se analizó el comportamiento de 84 SSRs en los dos parentales y en 10 individuos de la población. Una vez determinado el grupo de marcadores SSRs a mapear, se genotipó con ellos los 231 híbridos y ambas variedades parentales. De los 61 SSRs polimórficos, 7 son del tipo <abxaa> y por tanto útiles sólo para el mapa de Monastrell, 7 son útiles sólo para el mapa de Syrah y por tanto del tipo <aaxab>, y 47 son polimórficos para ambos parentales (<abxab>, <abxac> y <abxcd>). Todos los datos se están transformando para la construcción de los mapas genéticos con el empleo del programa informático JoinMap 3.0 (Van Ooijen and Voorrips, 2001). Además, durante este año se ha extraído de nuevo ADN de la población de mapeo y variedades parentales para genotiparla inicialmente con 315 marcadores tipo SNPs, disponibles gracias a la participación de este equipo en el proyecto GRAPEGEN, financiado por Genoma España. Este trabajo se está realizando con CEGEN (Centro Nacional de Genotipado), con la metodología SNPLex. Los datos que nos manden los analizaremos con el programa SNPator. A mediados del próximo año, esperamos tener completos los mapas genéticos tanto con marcadores tipo SSRs como SNPs.

La disponibilidad de los mapas genéticos así como de la evaluación fenotípica de la progenie, nos permitirá llevar a cabo un primer análisis de QTLs, y analizar estadísticamente la correlación entre fenotipo y genotipo. Previamente, se realizarán las transformaciones necesarias para obtener distribuciones normales de los datos. Para el mapeo de QTLs se utilizará el programa Map-QTL4.0 (van Oijen, 2000). Los valores umbrales de LOD para cada carácter se determinarán mediante un test de 1000 permutaciones, para intervalos de confianza del 95% y 99%. Estos análisis se repetirán con los datos fenotípicos de cada campaña, permitiéndonos identificar los QTLs consistentes y que por tanto se detectan durante al menos dos campañas.

Gracias a toda la información disponible en las bases de datos públicas, se llevará a cabo el análisis de co-segregación de la variación fenotípica observada en la población con los niveles de expresión de genes implicados en dicha variación, mediante RT-PCR. ■

■ Identificación y validación de marcadores moleculares para la selección de nuevas variedades de uva de mesa

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia. BIO-AGR 06/03-0007
Investigador responsable	Leonor Ruiz García
Equipo	M ^a Pilar Hellín García M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil José Fenoll Serrano Juan Carreño Espín Manuel Tornel Martínez José María Ros (Universidad Murcia) Celia Martínez Mora José Luis Cenís Anadón Iván Carreño Ruiz

OBJETIVOS

El objetivo global que se plantea en este proyecto es la identificación y validación de marcadores moleculares ligados a caracteres de interés en la mejora genética de la uva de mesa, que permitan la predicción temprana del fenotipo de las plantas a partir de su genotipo. La disponibilidad de estos marcadores moleculares ayudaría, además, en la selección de las variedades parentales más adecuadas para los programas de mejora, reduciría el tamaño de las progenies en campo, aumentando la eficacia de la evaluación y reduciendo el tiempo y el coste de la obtención de nuevas variedades de interés. Los objetivos concretos que se han planteado son:

1. Construcción de mapas genéticos de vid mediante el uso de marcadores moleculares de tipo microsatélite (SSR, Simple Sequence Repeat).
2. Evaluación fenotípica de la progenie para caracteres fenológicos y morfológicos de calidad.
3. Evaluación de la progenie para niveles de metabolitos de interés (antocianos, azúcares, ácidos orgánicos) y para contenido en compuestos volátiles y potencialmente volátiles responsables del aroma (terpenoides y norisoprenoides libres y glicosilados).
4. Identificación y localización de QTLs (Quantitative Trait Loci) responsables de los caracteres de interés.
5. Validación de los marcadores disponibles y evaluación de su eficacia en la selección de nuevas variedades.

RESULTADOS OBTENIDOS

Introducción

Para abordar los objetivos planteados en este proyecto, utilizamos una progenie de 81 híbridos obtenidos mediante rescate de embriones “in vitro” procedentes del cruzamiento entre las variedades apirenas Ruby Seedless y Moscatuel (Figura 1). Esta progenie se evaluará fenotípicamente durante varias campañas, para la segregación de caracteres de calidad (precocidad, productividad, apirenia, textura, color, etc.), para niveles de metabolitos de interés (antocianos, azúcares, ácidos orgánicos), y para compuestos volátiles y potencialmente volátiles responsables del aroma (terpenoides y norisoprenoides libres y glicosilados). La población está mantenida en la finca experimental Torreblanca (Dolores, Torrepacheco). Ruby Seedless, es una variedad de fertilidad media, maduración tardía, color rojo, sabor neutro, apirena y textura media. Moscatuel presenta una fertilidad baja, es de maduración media, color blanco, sabor moscatel, apirena y textura blanda.

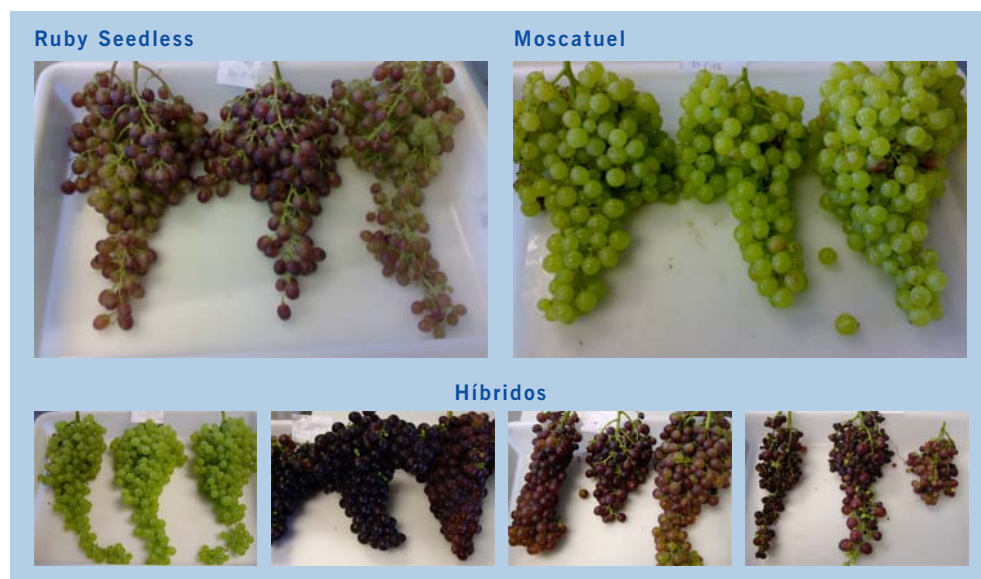


Figura 1 Ruby Seedless, Moscatuel y algunos híbridos en la fecha de maduración.

Los objetivos y resultados obtenidos hasta la fecha se detallan a continuación.

Construcción de mapas genéticos de vid mediante el uso de marcadores moleculares de tipo microsatélite (SSR, Simple Sequence Repeat).

Durante los primeros meses del proyecto, se extrajo ADN de las variedades parentales y de los 81 híbridos identificados genéticamente, partiendo de hojas jóvenes como material vegetal. La extracción de ADN se realizó con el kit comercial DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen). Para la construcción de cada mapa parental se está considerando únicamente los marcadores SSR que se encuentran en heterocigosis en cada parental. Los SSR que se encuentran en heterocigosis en ambos parentales se utilizan para la integración de ambos mapas. El número de grupos de ligamiento se ajusta al número haploide de cromosomas de la vid (19). Los mapas genéticos se están construyendo utilizando el programa JoinMap v.3.0 (Van Ooijen y Voorrips 2001), con una LOD 3,0 y una frecuencia de recombinación de 0,35. Hasta la fecha, en el mapa de Ruby Seedless se han asignado

91 SSRs, y se ha cubierto una longitud total de 749 cM. En el mapa de Moscatuel, se han asignado 84 SSRs, y se ha cubierto una longitud de 683 cM. En el mapa integrado se han posicionado 110 SSRs, cubriendo una longitud de 798 cM. Actualmente se están mapeando nuevos SSRs y marcadores tipo SNP (Single Nucleotide Polymorphism), desarrollados en el proyecto GRAPEGEN por el grupo de investigación de D. José Miguel Martínez Zapater (CNB, Madrid), para saturar los distintos grupos de ligamiento.

Evaluación fenotípica de la progenie para caracteres fenológicos y morfológicos de calidad.

La evaluación fenotípica de la población de mapeo se llevará a cabo al menos durante tres campañas. Los parámetros a evaluar son: Tiempo de brotación, en el que el 50% de las yemas están en estado C de desarrollo (Baggiolini, 1952). Índice de fertilidad o productividad, determinado como la relación existente entre el número de racimos y el número de sarmientos del año. Tiempo de floración, en el que el 50% de las flores están abiertas. Tiempo de envero, determinado cuando el 50% de las bayas están en envero, es decir, con color y/o blandeamiento de las bayas. Fecha de maduración, considerada como aquella en la que la relación entre los °Brix (medidos con un refractómetro) y la acidez total, expresada en gr/L de ácido tartárico, alcanza un valor en torno a 2,5. Además, los siguientes caracteres se evalúan sobre 25 bayas representativas de cada híbrido: Apirenia, estimada como el peso fresco y seco de las semillas y/o esbozos seminales por baya. Textura de las bayas, como la fuerza necesaria (N) para deformar las bayas un 20%. Para ello se utiliza un analizador de textura modelo TA.XT Plus/30. Color de las bayas, determinado con un colorímetro Minolta CR-300. Sabor moscatel, valorado mediante un panel de cata en campo, donde se evalúa el carácter neutro, moscatel ligero o moscatel fuerte. Tamaño de racimo y baya; se pesan tres racimos representativos por cada híbrido, y se mide el calibre y peso de las bayas.

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación fenotípica de la progenie durante las campañas 2007 y 2008. Respecto a los datos fenológicos, para casi todos los caracteres analizados encontramos híbridos más precoces y más tardíos que los parentales. La amplitud entre el híbrido más precoz y el más tardío para la fecha de brotación es de 17 días, para el tiempo de floración de unos 26 días, para tiempo de envero de unos 35-40 días y para tiempo de maduración de unos 60-80 días. Como media de las dos campañas, sólo el 20% de la progenie presenta un índice de fertilidad mayor que los parentales. La mitad de los híbridos son blancos como Moscatuel, y la otra mitad son de color, correspondiendo el menor porcentaje a individuos de color más oscuro que Ruby Seedless. El 58% de los híbridos son de textura media, mientras que el 30% es de textura blanda y sólo el 12% es de textura crujiente. Aunque ambos parentales son apirenos, la población segrega para este carácter al ser cuantitativo, con un 65% de la población apirena como los parentales. En cuanto al sabor moscatel, estimado mediante un panel de cata, la mitad de la población es de sabor neutro como Ruby Seedless y la otra mitad presenta sabor moscatel (medio o alto).

Durante la campaña 2008 hemos evaluado también la progenie para presencia de granillo, considerando como tal a las bayas con un diámetro inferior a 13mm. Para la clasificación de las bayas se ha empleado tamices de distinto diámetro. Los parentales presentan entre

un 30-40% de granillo por racimo. La mitad de los híbridos presentan un % de granillo por racimo mayor que los parentales, pudiendo encontrar híbridos con más del 90% de granillo en sus racimos.



Figura 2 Resultados de la evaluación fenotípica de algunos caracteres fenológicos y morfológicos en la progenie Ruby Seedless x Moscatuel, durante las campañas 2007-2008 en %.



Figura 2 Resultados de la evaluación fenotípica de algunos caracteres fenológicos y morfológicos en la progenie Ruby Seedless x Moscatuel, durante las campañas 2007-2008 en %.

Evaluación de la progenie para niveles de metabolitos de interés (antocianos, azúcares, ácidos orgánicos) y para contenido en compuestos volátiles y potencialmente volátiles responsables del aroma (terpenoides y norisoprenoides libres y glicosilados).

La caracterización de metabolitos de interés tanto bioquímico como genético se ha realizado tanto en las variedades Ruby Seedless y Moscatuel como en su progenie segregante F1. En estos individuos se ha determinado el contenido en ácidos orgánicos individuales, en azúcares individuales, en antocianos y en compuestos volátiles y potencialmente volátiles. El análisis de azúcares y ácidos orgánicos individuales presentes en la baya se ha realizado

mediante una extracción acuosa y posterior análisis por cromatografía líquida (HPLC-IR-DAD). Los azúcares, glucosa y fructosa y los ácidos orgánicos, tartárico y málico han sido los componentes mayoritarios presentes en las bayas. En los extractos obtenidos de la piel de las bayas se ha determinado el contenido de antocianos y compuestos fenólicos individuales mediante HPLC-DAD y la concentración total de compuestos fenólicos, de antocianos y de flavan-3-ols (suma de catequina y epicatequina) mediante espectrofotometría. Con respecto a los antocianos individuales se han identificado cinco compuestos mayoritarios en forma de monoglucosidos de antocianinas (delphinidina 3-glucosido, cianidina 3-glucosido, petunidina 3-glucosido, peonidina 3-glucosido y malvidina 3-glucosido) así como sus conjugados acetyl y p-cumaril, peonidina 3-glucosido y malvidina 3-glucosido. Con respecto a los análisis espectrofotométricos, el color de la piel de la baya tanto en las plantas parentales como en la progenie esta relacionado significativamente en el contenido de compuestos fenólicos y antocianos de forma que cuanto mayor es el índice de color, mayor concentración en este tipo de compuestos. Los extractos procedentes de los híbridos blancos presentaron el contenido en flavan-3-ol más elevado (Tablas1 y 2).

Tabla 1 Compuestos fenólicos totales (mg/Kg baya), antocianos totales (mg/Kg baya) y flavan-3-ol (mg/Kg baya) de Ruby Seedless y Moscatuel al final de la maduración.

	CIRG	Fenólicos totales	Antocianos totales	Flavan-3-ols
Moscatuel	1.2	54	0	30
Ruby Seedless	3	70	56	7.8

Tabla 2 Compuestos fenólicos totales (mg/Kg baya), antocianos totales (mg/Kg baya) y flavan-3-ol (mg/Kg baya) de la progenie de Ruby Seedless y Moscatuel al final de la maduración.

Color de la Piel	CIRG	Fenólicos totales	Antocianos totales	Flavan-3-ols
Verde-Amarillo	1.2	50	0	23
Rosa	2.1	59	11	12
Rojo	4.6	139	70	6.6
Rojo oscuro	5.7	200	212	14

Con respecto a la capacidad antioxidante de los extractos está fue superior en la piel y en las plantas con las bayas más coloreadas (Figura 3).

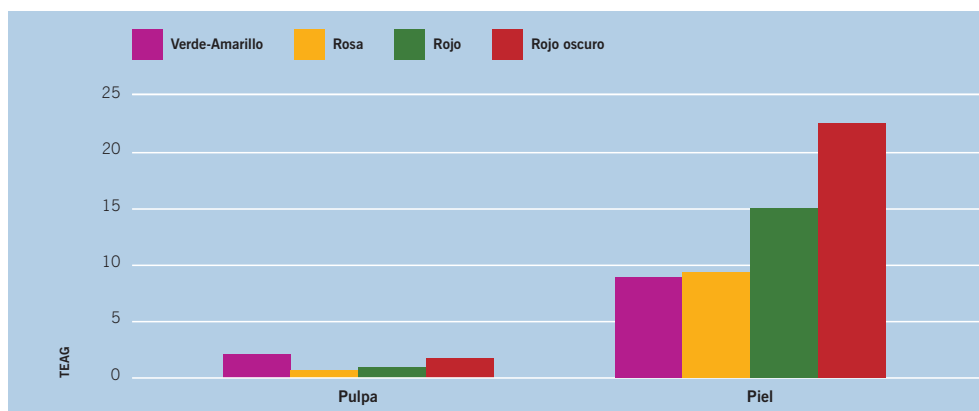


Figura 3 Relación entre la capacidad antioxidante y el color de la población híbrida de Ruby Seedless x Moscatuel.

Los compuestos responsables del aroma moscatel fueron identificados y cuantificados mediante cromatografía gaseosa (GC-MS), tanto en las variedades parentales como en los híbridos. Se han identificado cinco monoterpenos principales que se encuentran tanto en forma libre como glicosilada (linalool, α -terpineol, geraniol, nerol and citronellol). Estos compuestos segregan en la población de mapeo.

Identificación y localización de QTLs (Quantitative Trait Loci) responsables de los caracteres de interés.

Hasta la fecha, se ha llevado a cabo un primer análisis de QTL para caracteres fenológicos y morfológicos con los datos de las campañas 2006 y 2007. Los datos de 2008 están siendo analizados actualmente. Se han utilizado dos métodos disponibles dentro del programa MapQTL v.4.0, el mapeo simple de intervalos (MSI) y el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (KW). Se consideran QTLs consistentes aquellos que se confirman, al menos, durante dos campañas. Además, hemos considerado QTL significativos aquellos que presentan valores de LOD superiores al valor umbral calculado a nivel genómico, y QTL sugerentes aquellos que presentan valores de LOD superiores sólo al valor umbral calculado a nivel del grupo de ligamiento en el que se ha detectado. De este modo, con el método MSI, hemos identificado un QTL consistente de efecto mayor localizado en el grupo de ligamiento (GL) 18 para apirenia, y otro para color en el GL 2, coincidiendo con los resultados obtenidos por otros autores. Para el sabor moscatel, evaluado mediante un panel de cata, se ha detectado un QTL significativo en el GL 5 en la campaña 2006. Actualmente se están analizando, en colaboración con el grupo de Calidad Alimentaria del IMIDA, los contenidos de derivados terpénicos como el linalol, geraniol, nerol, terpineol o citronelol, implicados en el aroma moscatel, para la posible identificación de nuevos QTL. Otros QTL sugerentes se han detectado para el peso del racimo (GL14 y 18), textura de bayas (GL 4, 14 y 18), fecha de maduración (GL 1 y 3), fertilidad (GL 3, 10, 13, 14 y 18), inicio de floración (GL 2 y 15), y tiempo de envero (GL 1). Estos QTL se estudiarán de nuevo con los datos de 2008 y con los nuevos mapas obtenidos con un mayor número de marcadores. Tras el análisis no paramétrico KW, hemos identificado 2 SSR (VMC7F2, VMC6F11) ligados de forma significativa ($P < 0.0001$) al QTL de apirenia en el GL18. Para el QTL de color en el GL2, hemos identificado tres marcadores estrechamente ligados al mismo: VMC2C10.1, VMC5G7 y VMC7G3. Igualmente, hemos identificado tres marcadores (VMC3B9, VRZAG47 y VVMD27) estrechamente ligados al QTL de aroma en el GL5.

Durante los próximos meses se espera tener un primer análisis de QTL para los niveles de metabolitos de interés (antocianos, azúcares, ácidos orgánicos) y para contenido en compuestos responsables del aroma (terpenoides y norisoprenoides libres y glicosilados). Los análisis de QTLs nos permitirán identificar marcadores estrechamente ligados a distintos caracteres de interés, y tras su validación, podrán ser utilizados en los programas de mejora de la uva de mesa. ■

■ Genotipado mediante marcadores de ADN como apoyo a la mejora genética de especies leñosas

Entidad financiadora y Referencia	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. POI07-011
Investigador responsable	Leonor Ruiz García
Equipo	José Luis Genis Anadón Celia Martínez Mora

OBJETIVOS

Dentro de los distintos programas de mejora y para la selección de nuevas variedades, es de gran importancia una correcta identificación de los distintos genotipos disponibles, que permita el óptimo aprovechamiento, conservación y protección del material vegetal autóctono y tradicional de cada zona. La identificación exacta del material vegetal de partida es esencial para obtentores, agricultores y también lo es para mejorar variedades tradicionales con el fin de hacerlas comercialmente más competitivas. El desarrollo de marcadores moleculares, y concretamente el de marcadores tipo microsatélite o SSR, permite una identificación más rápida y exacta del material vegetal, puesto que proporcionan una “huella genética” propia de cada variedad, sin incidencia de las condiciones ambientales o de crecimiento. En este proyecto se planteó como objetivo global el apoyo molecular a los programas de mejora genética llevados a cabo por el equipo de Fruticultura del IMIDA, principalmente en melocotonero, cerezo, nogal y manzano. Para conseguir este propósito se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Análisis de la variabilidad genética del germoplasma del “Pero de Cehegín”
2. Análisis genético de la colección de germoplasma de nogal del IMIDA
3. Apoyo al plan de mejora de melocotonero
4. Apoyo al plan de mejora de cerezo

A continuación se exponen los objetivos abordados y resultados obtenidos hasta la fecha dentro de este proyecto.

RESULTADOS OBTENIDOS

Introducción

El ADN del material vegetal en cada caso se extrajo de hojas jóvenes utilizando el kit comercial DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen). Las amplificaciones de ADN se realizaron mediante PCR según las condiciones recogidas para cada SSR (Simple Sequence Repeat), estando el cebador directo marcado con fluorescencia (fluoróforos 6-FAM, VIC, PET, NED) para la posterior detección y separación de fragmentos amplificados mediante un secuenciador automático modelo ABI 3730 (Applied Biosystems) realizado por un servicio externo. La visualización y el análisis de los tamaños alélicos obtenidos se llevaron a cabo en el laboratorio mediante la utilización del programa GeneMapper v. 3.7.



Análisis de la variabilidad genética del germoplasma del “Pero de Cehegín”

El Pero de Alcuza o de Cehegín es una variedad autóctona de manzano representativa de su municipio, demandado sobre todo por sus excelentes y característicos aroma y sabor, que constituyen su seña de identidad frente a un mercado cada vez más estandarizado. Sin embargo, la superficie que ha venido ocupando se ha reducido paulatinamente, quedando limitada a pequeñas parcelas de mermada producción. El gran interés del sector en su recuperación y mejora, unido a su valor intrínseco como material vegetal autóctono de excelentes características organolépticas, ha justificado y puesto en marcha un proyecto cuya finalidad es hacer de esta variedad autóctona un cultivo intensivo, capaz de producir un volumen suficiente que lo haga comercialmente rentable y competitivo en el mercado, llegando a erigirse como un producto de marca con denominación de origen. El equipo de Fruticultura del IMIDA, bajo la dirección del Dr Diego Frutos, ha obtenido una colección de nueve clones de Pero de Cehegín libres de virus, que fructificaron en el primer año gracias a la aplicación de técnicas novedosas de propagación por injerto. El genotipado e identificación inequívoca de material era fundamental antes de continuar con las posteriores fases de desarrollo, caracterización de calidad de los frutos, mejora y expansión de los clones.

El objetivo propuesto dentro de este proyecto fue evaluar la variabilidad genética e identificar genotípicamente los 9 clones de Pero de Cehegín obtenidos en el IMIDA, mediante la utilización de marcadores microsatélite desarrollados para manzano (*Malus x domestica* Borkh.), así como optimizar el uso de los marcadores microsatélite para la identificación y tipificación de la variedad en estudio con el fin de disponer de una herramienta adecuada para la preservación de los derechos de obtentor. Para ello se extrajo ADN de los 9 clones de Pero de Cehegín procedentes de una parcela de selección del IMIDA ubicada en la finca El Chaparral. Se seleccionó un set de 10 marcadores microsatélite publicados para manzano, atendiendo a la calidad de su amplificación, polimorfismo, así como a su localización en grupos de ligamiento diferentes según el mapa genético obtenido con una progenie derivada del cruzamiento entre las variedades Fiesta x Discovery (Liebhard et al., 2002), garantizando así que los marcadores no estén ligados y segreguen independientemente.

En la Tabla 1 se muestran los tamaños alélicos obtenidos para cada marcador microsatélite utilizado en los nueve clones estudiados. Cuatro de los marcadores utilizados fueron homocigotos y por tanto amplificaron un sólo fragmento por muestra analizada (ch03d07, ch01e12, ch2h11a y hi4a02), mientras que los 6 restantes fueron heterocigotos, amplificando dos fragmentos por muestra analizada (ch01f12, ch01f02, 05g8, ch01h01, ch02d08 y ch02c06). Nuestros resultados muestran que los 9 clones analizados presentan los mismos tamaños alélicos para los distintos marcadores utilizados, y por tanto, podemos afirmar que se trata de un material vegetal genéticamente idéntico. Por otro lado, ponen de manifiesto la utilidad de estos marcadores para la caracterización genética de la especie local de manzano “Pero de Cehegín”, por lo que podrían emplearse en estudios de relaciones filogenéticas entre la variedad de manzano estudiada y otras variedades autóctonas y comerciales de interés, así como para la caracterización genética de posibles cruzamientos enfocados a la mejora de la variedad en estudio.

Tabla 1 Tamaños alélicos para cada marcador utilizado en las nueve entradas de la colección de "Pero de Cehegin".

Clones	ch03d07	ch01f12	ch01f02	ch01e12	ch2h11a	05g8	ch01h01	ch02d08	ch02c06	hi4a02
1	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
2	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
3	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
4	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
5	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
6	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
7	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
8	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95
9	191/191	155/161	169/183	249/249	127/127	120/146	112/118	212/254	127/253	95/95

Análisis genético de la colección de germoplasma de nogal del IMIDA

El equipo de Fruticultura del IMIDA lleva desde hace muchos años, una línea de trabajo sobre selección y mejora del nogal. Como resultado de este trabajo, el IMIDA cuenta con una colección de germoplasma de nogal. Nuestro objetivo es llevar a cabo una caracterización genética de esta colección, mediante la utilización de marcadores moleculares de tipo microsatélite, con la finalidad de establecer las relaciones genéticas entre las distintas entradas, y ayudar en la selección de parentales en futuras hibridaciones. Además, se pretende seleccionar un grupo de marcadores que permitan una identificación inequívoca de las distintas variedades de nogal, y que sirvan de referencia para los distintos grupos que trabajan en la mejora de esta especie, pudiendo así intercambiar información y unificar esfuerzos.

Inicialmente hemos extraído ADN de 160 entradas de la colección de nogal del IMIDA. Se han seleccionado además 32 pares de microsatélites desarrollados en nogal, de entre todos los descritos en la literatura, basándonos en los tamaños de amplificación y polimorfismos obtenidos por otros autores. Actualmente se están utilizando 12 individuos de la colección del IMIDA para llevar a cabo un primer análisis mediante PCR con objeto de seleccionar el set de marcadores más eficiente para la caracterización genética del banco de germoplasma. Una vez identificado dicho set, de entre los 32 pares inicialmente seleccionado, se procederá al genotipado de las 160 entradas y a un estudio de las relaciones filogenéticas entre las distintas entradas. Este análisis se comparará con un estudio de las relaciones agronómicas y de calidad de las distintas entradas, en colaboración con el equipo de Fruticultura del IMIDA, bajo la dirección del Dr. Diego Frutos. ■

■ Otros proyectos en los que participa

A Genomic Approach to the Identification of the Genetic and Environmental Components Underlying Berry Quality in Grapevine. GRAPEGEN (Ver página 581)

■ Publicaciones científicas y de divulgación

CARREÑO, I.; MARTÍNEZ-MORA, C.; ARROYO-GARCÍA, R.; CARREÑO, J.; RUIZ-GARCÍA, L. 2008. Estudio Genético de Caracteres de Calidad de la Uva de Mesa. *Actas de Horticultura*. 51: 325-326.

CENIS, J.L. 2008. La seda como biomaterial en Medicina Regenerativa. *Eubacteria*. 10:19-22.

MARTÍNEZ-MORA, C.; RODRÍGUEZ NAVARRO, J.; DE LA RÚA, P.; RUIZ-GARCÍA, L.; CENIS, J.L. 2008. Caracterización molecular de germoplasma de melocotonero autóctono español mediante marcadores microsatélite. *Actas de Horticultura*. 51: 117-118.

NA, Z.; HUIPENG, Y.; LIPAN, L.; CUIPING, C.; UMASHANKAR, M.L.; XINGMENG, L.; XIAOFENG, W.; BING, W.; WEIZHENG, C.; CENIS, J.L. 2008. Efficient production of canine interferon-alpha in silkworm *Bombyx mori* by use of a BmNPV/Bac-to-Bac expression system. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 78:221-226.

SIMÓN, B.; CENIS, J.L.; DE LA RÚA, P. 2007. Distribution patterns of the Q and B biotypes of *Bemisia tabaci* in the Mediterranean Basin based on microsatellite variation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 124: 327-336.

VELASCO, L.; SIMÓN, B.; JANSSEN, D.; CENIS, J.L. 2008. Incidences and progression of tomato chlorosis virus disease and tomato yellow leaf curl virus disease in tomato under different greenhouse covers in southeast Spain. *Annals of Applied Biology*. doi: 10.1111/j.1744-7348.2008.00262.x.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; RUIZ-GARCÍA, L.; MARTÍNEZ-CUTILLAS A. 2007. Obtainment of new wine cultivars generated by crosses involving Monastrell. *Understanding the genetic and molecular basis of quality and production traits. From traits to genes and backwards in grapevine. COST-858*. Logroño.

Equipo de Fitoquímicos Naturales

■ Alternativas ecológicas para el control de las plagas de almacén y su influencia en la calidad del arroz

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA04-054
Investigador responsable	María Jesús Pascual Villalobos
Equipo	María Dolores López Belchi Antonio Soler Montoya Josefina Contreras Gallego (ETSIA, Cartagena)

OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto se pueden resumir en cuatro:

1. Aislar e identificar los compuestos activos en aceites esenciales (alcarabea, coriandro y albahaca) y determinar su modo de acción en las plagas (coleópteros) de almacén del arroz ecológico
2. Formular estos productos naturales (mezclas, sinergistas, aceites, etc.) para aumentar su eficacia y persistencia en tratamientos postcosecha para el control de gorgojos y psocopteros
3. Poner a punto métodos de cría y estimar el potencial de parasitoides (*Anisopteromalus calandrae* y *Lariophagus distinguendus*) para el control del capuchino (*Rhyzopertha dominica*) y el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*) así como depredadores (*Withius piger*) para el control de psocópteros en distintas condiciones de Tª y HR de almacenamiento del grano.
4. Estudiar el efecto de estos métodos alternativos de control de plagas en la calidad del arroz blanco e integral (residuos, sabor, olor y textura del grano cocido).

RESULTADOS OBTENIDOS

Describiremos brevemente algunos resultados obtenidos que no hayan sido mencionados en la memoria del IMIDA correspondiente al bienio 2005-2006.

Las plagas de almacén en las que hemos concentrado los experimentos son: *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) y *Cryptolestes pusillus* Schönherr (Coleoptera: Cucujidae).

Con respecto al objetivo 1, integrando los fraccionamientos realizados a los aceites esenciales de alcarabea, coriandro y albahaca, los bioensayos de actividad y la identificación de compuestos, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- los monoterpenoides exhiben toxicidad volátil para las plagas de almacén
- el linalol, la carvona, el estragol y el metil eugenol son activos para *S. oryzae*, *R. dominica* y *C. pusillus*
- el alcanfor, el acetato de geranilo y el anetol son tóxicos para *R. dominica* y *C. pusillus*
- otra serie de compuestos identificados tales como limoneno, fenchona, terpineno, ácido mirístico, geraniol, eucaliptol y chavicol son activos solamente frente a *C. pusillus*

En la Figura 1 se puede ver gráficamente los resultados de un estudio enzimático de la posible inhibición de la acetilcolinesterasa (AChE) por medio de ocho monoterpenoides activos. Con la fenchona, el terpineno, el linalol y el geraniol (1-10 mM) se da una inhibición competitiva. La carvona, el estragol y el alcanfor dan una inhibición mixta. El anetol no inhibe la AChE. No se excluyen otros posibles modos de acción.

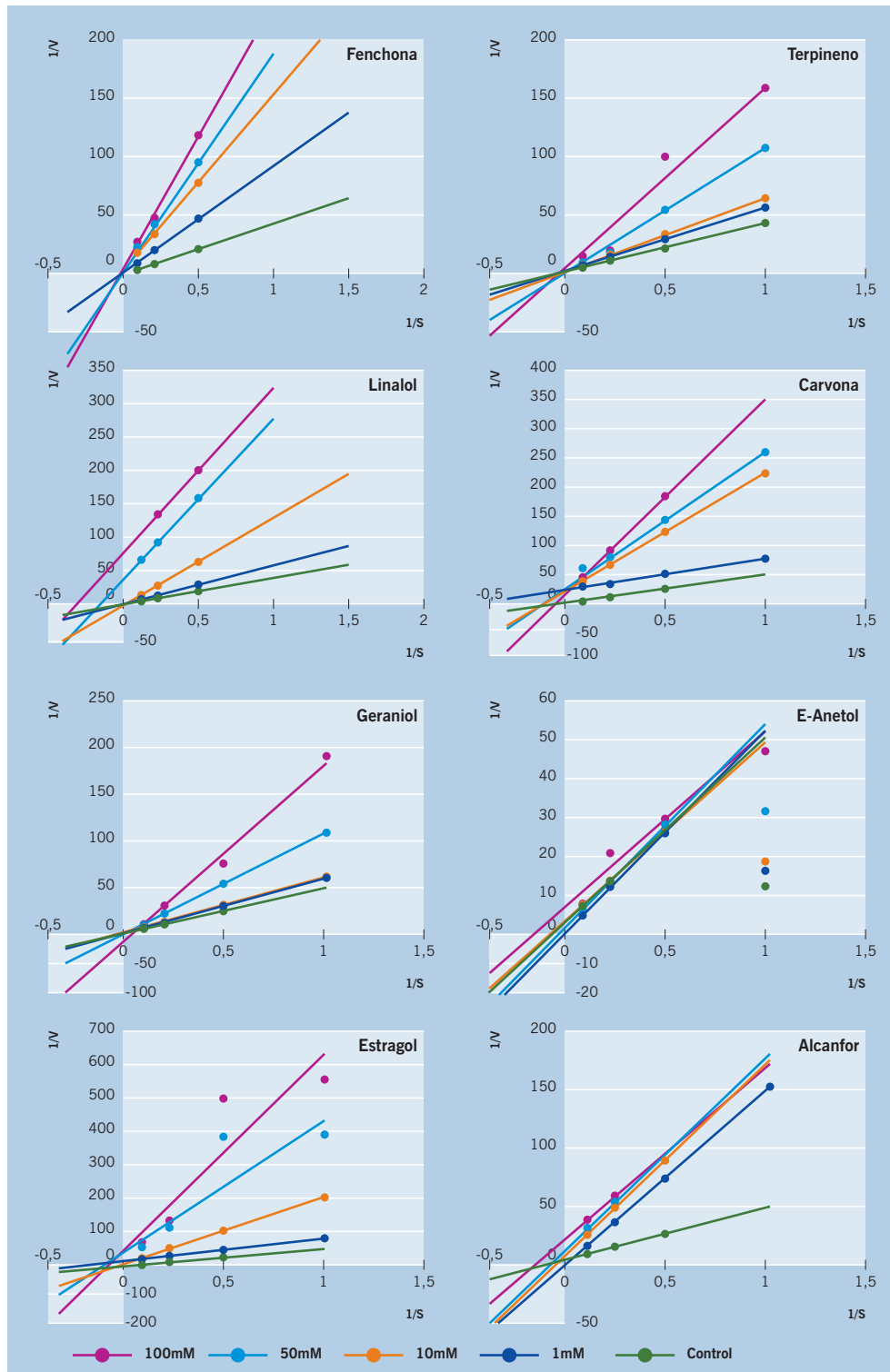


Figura 1 Inversa de la velocidad frente a la inversa de la concentración de sustrato (acetilcolina) para diferentes concentraciones de inhibidor (monoterpenoides).

Con respecto al objetivo 4 estudiamos si la aplicación volátil de aceites esenciales o monoterpenos deja residuos en el producto almacenado (arroz); para lo cual se utilizó un cromatógrafo de gases y espectrómetro de masas.

Los compuestos volátiles se adsorben en el arroz blanco en el rango de 0,29-2,89 ppm a los cuatro días y de 0-4,34 ppm a los dos meses, la cantidad de residuos es por tanto pequeña (Tabla 1). El arroz integral adsorbe más cantidad de monoterpenos.

Tabla 1 Adsorción de monoterpenoides (ppm) en arroz.

Arroz Dosis (_1)	Linalol		Geraniol		Alcanfor		Fenchona		Terpineno		S-Carvona		E-Anetol		Estragol	
	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m
Blanco 1	2,8	4,3	0,5	1,6	0,7	0,8	0,8	0,0	1,0	0,0	1,7	0,0	0,2	1,9	1,2	3,5
Integral 1	2,2	10,3	0,5	2,1	0,3	1,1	1,3	0,0	1,5	1,8	1,5	46,6	1,3	2,1	2,3	25,5
Blanco 10	2,1	27,3	0,9	3,0	1,5	59,9	4,3	0,0	3,6	6,6	1,7	77,3	1,7	4,1	2,1	5,9
Integral 10	5,2	62,2	0,2	4,6	2,0	63,1	3,6	63,9	3,5	7,2	1,1	226,0	2,3	3,2	3,5	110,8

Un fenómeno interesante es la desorción de estos productos, de modo que transcurrido un tiempo (o al airear el producto almacenado) la cantidad de residuo disminuye, siendo este fenómeno más rápido en el arroz blanco que en el integral (Tabla 2).

Tabla 2 Desorción de monoterpenoides (ppm) en arroz.

Arroz Dosis (_1)	Linalol		Geraniol		Alcanfor		Fenchona		Terpineno		S-Carvona		E-Anetol		Estragol	
	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m	4d	2m
Blanco 1	0,7	0,8	0,0	1,9	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	1,5
Integral 1	0,5	2,9	0,0	2,3	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	2,4
Blanco 10	1,1	1,4	0,0	1,5	0,3	1,4	0,3	0,0	0,0	1,1	0,2	0,0	0,0	1,5	0,4	1,3
Integral 10	0,4	13,0	0,0	1,8	0,2	1,6	1,4	0,1	0,2	2,0	0,2	32,0	0,0	1,8	0,0	6,1

Finalmente habría que destacar que los monoterpenos están considerados como productos no tóxicos y por tanto seguros de cara al consumidor. ■

■ La calidad del arroz en la Denominación de Origen Calasparra

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA07-00001
Investigador responsable	María Jesús Pascual Villalobos
Equipo	María Dolores López Belchi Pilar Hellín García Luis Antonio Losana Nicolás José Ruiz Egea (Cooperativa del Campo Virgen de la Esperanza, Calasparra) Ramón Carreres Ortells (IVIA, Sueca, Valencia)

OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto son:

1. analizar la calidad industrial y culinaria de muestras de arroz durante 3 campañas (2006, 2007 y 2008) y comparar los resultados con las muestras de 3 campañas anteriores (2003, 2004, 2005) que han estado almacenadas
 2. diferenciar la calidad del arroz de la D.O. Calasparra según parajes, tipos de producción (ecológica o convencional), variedades (Bomba o Balilla x Sollana) y año de cosecha.
- En este proyecto, además del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, participa la Cooperativa del Campo Virgen de la Esperanza de Calasparra (Murcia) y se colabora con el Departamento del Arroz del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.

RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación describiremos brevemente la metodología seguida así como un avance de los resultados.

Disponemos de 3 cosechas recientes y 3 cosechas almacenadas (arroz cáscara). Por ejemplo para la 'cosecha 2006' el nº de muestras inicial era de 318 que han sido agrupadas en 81 según diferentes agricultores, parajes y variedades (BxS, BxS Ecológico y Bomba); del mismo modo se procederá para las otras cosechas.

Durante el año 2007 nos desplazamos a la comarca y se colocaron unos Datalogger para el registro (cada hora desde julio a septiembre) de los valores de Tª y HR en algunos parajes (Río Mundo, Cenajo, Salmerón, Minas, Rotas, Bayo y Soto Boquera) del coto arrocero escogidos desde el Norte en Hellín hasta el Sur de Calasparra. El microclima de los dos parajes más distantes: 'Río Mundo' y 'Soto Boquera' es diferente del de las parcelas intermedias; por ejemplo el 25-26 de julio las temperaturas oscilaban entre 20-45°C y la HR era del 20-90% en un mismo día. En otros parajes como 'Pantano del Cenajo' y 'Bayo' la HR durante la noche era del 100% el 15 de Agosto. En el periodo de maduración del arroz (23 Septiembre) en 'Río Mundo' la Tª resulta más uniforme y moderada (15-25°C) que para el resto de las zonas.

Se quiere analizar los siguientes parámetros: calidad de la molienda, blancura y

transparencia del grano, contenido en amilosa, textura del grano cocido y contenido en proteína.

Por el momento se ha determinado el Rendimiento en enteros (%) que para la cosecha del 2003 es de media 56% y para la del 2006 del 59,1% en BxS (siendo similar en BxS ecológico) mientras que en Bomba, los valores medios no superan el 40,3% en la D.O. Calasparra; comparando con algunas muestras de Valencia (variedades JSendra y Bomba) del año 2006, los rendimientos suelen ser allí superiores: 61% en enteros. Con los resultados preliminares de ambos años en Calasparra se ha visto que el arroz procedente de las parcelas de algunos agricultores y cultivado en ciertos parajes tiene un rendimiento superior en molino.

La textura del grano cocido es un factor muy importante en la calidad del arroz. Se mide con el INSTRON tanto la Consistencia (Kg/m^2) como la Adhesividad (gxcn). Con este proyecto de investigación se ha puesto a punto la determinación de la Adhesividad utilizando el texturómetro TAXTPlus. El protocolo para lograr una buena correlación entre los valores del Instron y el texturómetro implica, en éste último, los siguientes valores de la velocidad: $V_{\text{pre}} = 12,5 \text{ cm/min}$, $V_{\text{ensayo}} = 0,5 \text{ cm/min}$, $V_{\text{post}} = 0,5 \text{ cm/min}$; además Modo = compresión, $F = 0,640 \text{ Kg}$, $F_{\text{activación}} = 0,3 \text{ Kg}$, Plato compresión 100 mm y Célula de carga = 5 Kg.

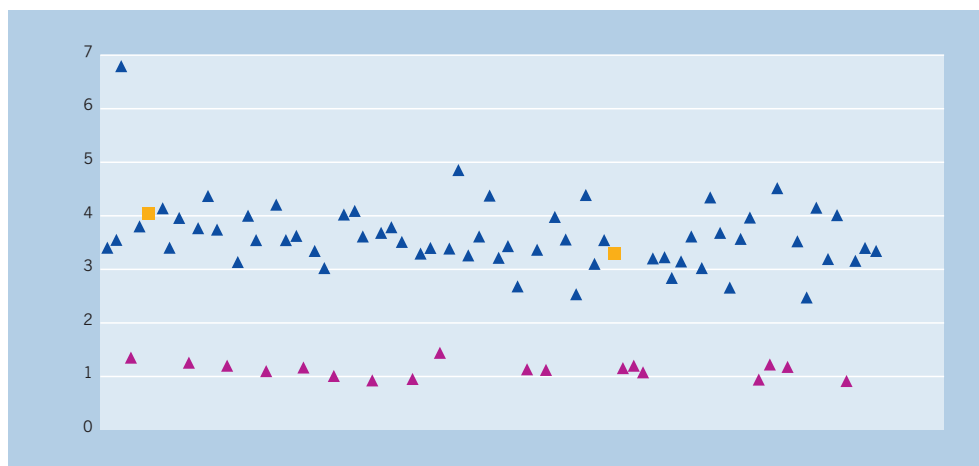


Figura 1. Adhesividad (gxcn) en arroz cocido de la cosecha 2006 de la D.O. Calasparra. Variedad Bomba = 0,7-1,5 gxcn y Variedad Balilla x Sollana = 2,2 - 6,9 gxcn.

En la Figura 1 podemos ver la representación de los valores de la adhesividad para la “cosecha 2006”, como vemos es inferior para la variedad Bomba que para la BxS como ya era conocido. No obstante (analizando dentro de cada grupo varietal) el arroz cultivado por algunos agricultores en los parajes “El Salgar, Charcones, Carrasca, El Soto, Bayo, Cenajo, La Palmera, Salmerón, El Puntal y La Garita” tiene menor adhesividad y por tanto es de mayor calidad culinaria.

Por otra parte y de modo complementario se va a estudiar el efecto del almacenamiento del arroz cáscara en la textura del arroz cocido. Para ello se ha almacenado muestras de 5 variedades: BxS, BxS Ecológico, Bomba, JSendra y Albufera, en dos condiciones: 7°C y 15°C para determinar la consistencia y la adhesividad cada 3 meses. En la primera

prueba se ha obtenido que la variedad BxS propia de Calasparra destaca por tener una consistencia ($0,9 \pm 0,02 \text{ Kg/m}^2$) y una adhesividad ($2,7 \pm 0,31 \text{ gxcm}$) intermedias entre las variedades comunes (JSendra) y las de alto contenido en amilosa (Albufera y Bomba), ver Tabla 1. ■

Tabla 1 Textura del arroz cocido cosechado en octubre de 2007.

Variedad	D.O.	Consistencia (Kg/cm ²)	Adhesividad (gxcm)
Bomba	Calasparra	$1,1 \pm 0,05$	$0,8 \pm 0,11$
Balilla x Sollana	Calasparra	$0,9 \pm 0,02$	$2,7 \pm 0,31$
Balilla x Sollana Ecológico	Calasparra	$0,9 \pm 0,02$	$2,7 \pm 0,17$
Albufera	Valencia	$1,0 \pm 0,06$	$1,5 \pm 0,01$
JSendra	Valencia	$0,7 \pm 0,02$	$6,7 \pm 0,40$

Arroz elaborado, según la costumbre de cada zona. Fecha de determinación de la consistencia (Instron): 5 febrero 2008 y de la adhesividad (Taxtplus): 23 abril 2008.

■ Desarrollo de estrategias para integrar la lucha biológica y los bioactivos volátiles en el control de plagas en industria agroalimentaria

Entidad financiadora y Referencia	Proyecto coordinado INIA. RTA08-00002
Investigador responsable	Del proyecto: Jordi Riudavets Muñoz (IRTA Cabrils) Del subproyecto C2: María Jesús Pascual Villalobos (IMIDA)
Equipo	María Dolores López Belchi (IMIDA) Cristina Castañé Fernández (IRTA) M ^a José Pons Veiga (IRTA) Consuelo Belda Reverte (IRTA)

OBJETIVOS

El objetivo principal del presente proyecto es el estudio de insectos parasitoides y de compuestos insecticidas de origen vegetal como alternativas al control de las plagas que afectan a la industria agroalimentaria de transformación.

El proyecto se centra en cuatro plagas principales de las industrias de cereales, frutos secos y derivados, los coleópteros *Sitophilus oryzae* y *Rhyzopertha dominica* y los lepidópteros *Plodia interpunctella* y *Ephestia kuehniella*.

A partir de este objetivo principal se plantean los siguientes objetivos específicos:

Objetivo 1. Lucha biológica y optimización de trampas para muestreo

- 1.1 Determinar la distribución espacial y temporal de los lepidópteros plaga y sus enemigos naturales, y valorar la importancia de los métodos de análisis espacial en el muestreo de insectos en industrias agroalimentarias.
- 1.2 Evaluar en el laboratorio la eficacia de las especies de parasitoides de larvas de coleópteros más abundantes.

Objetivo 2. Bioactivos volátiles

- 2.1 Tecnologías de liberación controlada de monoterpenos volátiles para aumentar la eficacia y persistencia así como reducir las dosis de aplicación.
- 2.2 Materiales plásticos, para envasar paquetes de arroz, que contengan monoterpenos (productos GRAS =generally regarded as safe) o ácidos orgánicos (aditivos) para prevenir las infestaciones durante el proceso comercial.
- 2.3 Estudio de la posible inducción de resistencia a estos compuestos bioactivos en los coleópteros plagas de almacén.
- 2.4 Estudio del efecto de estos compuestos bioactivos en enemigos naturales.

En el proyecto colaborarán 3 empresas: Productos Alimenticios Gallo y Affinity Petcare (ambas de Barcelona) para el objetivo 2.1 y Plásticos del Segura (Murcia) para el objetivo 2.2.

RESULTADOS OBTENIDOS

El proyecto ha sido aprobado recientemente por lo que todavía no disponemos de resultados. ■

■ Cultivos no alimentarios

Entidad financiadora y Referencia	Fundación Séneca. 03484/EE/06 JUNTA DE EXTREMADURA ELSEVIER
Investigador responsable	María Jesús Pascual Villalobos

OBJETIVOS Y RESULTADOS

ENZIMAS IMPLICADAS EN LA SÍNTESIS DE TRIACILGLICERIDOS CON ACIDOS GRASOS DE APLICACIÓN INDUSTRIAL

La familia Euphorbiaceae comprende diversas especies que sintetizan aceites de semilla que contienen ácidos grasos poco usuales pero de gran interés en aplicaciones industriales. El cultivo más notable es el del ricino: *Ricinus communis* L. con un 90 % de ácido ricinoleico. Además, *Euphorbia lagascae* Spreng. es una especie nativa de Murcia y aunque no es todavía una especie cultivada ha sido objeto de numerosas investigaciones (financiadas con proyectos europeos) por parte de nuestro equipo de investigación dado el alto contenido en ácido vernólico (60%) en el aceite de la semilla. Por otra parte *Euphorbia lathyris* L. es otra euforbia, caracterizada por tener un contenido en ácido oleico superior al 80% lo cual es muy interesante para la producción de biodiesel.

La enzima que cataliza el último paso en la síntesis de triacilglicéridos (TAG) es la 1,2-diacilglicerol aciltransferasa (DGAT) y se ha sugerido que su selectividad por sustratos nativos es un factor limitante en la flexibilidad de una especie vegetal dada para incorporar otros ácidos grasos. Se planteó un experimento con objeto de evaluar *in vitro* las preferencias de los microsomas, de las 3 euforbiáceas mencionadas, por oleoyl-CoA y 1,2-di-olein que son sustratos nativos en *E. lathyris* y comparar los resultados con *E. lagascae* y *R. communis*.

Este trabajo se ha realizado en colaboración con M.D.Alcázar y M.T. Castells del SACE de la Universidad de Murcia. Los resultados indican que la incorporación de [¹⁴C]-oleoyl en TAG fue mayor en *R. communis* y *E. lathyris* que en *E. lagascae*. Si se añade 1,2-di-olein (1 mM) a la reacción con los microsomas de *E. lagascae* (VIR E) se incrementa la cantidad de TAG marcado hasta el 39% (ver Figura 1). Este hecho apunta a que aunque

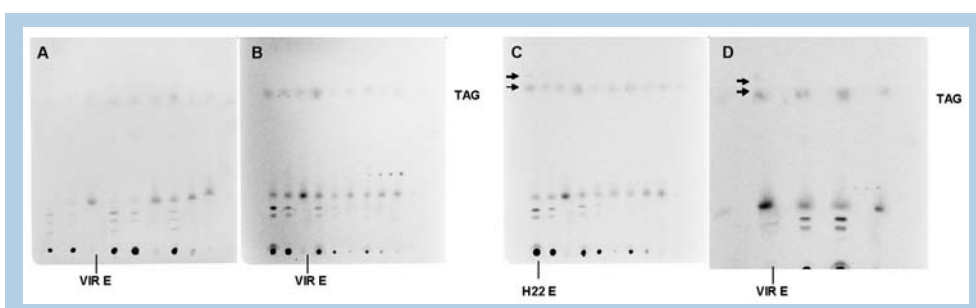


Figura 1 Radioplacas:
 A. Reacción 1: sin DAG, 10 muestras/placa, 6d incubación
 B. Reacción 2: con di-olein, 10 muestras/placa rep.1, 6d incubación
 C. Reacción 2: con di-olein, 10 muestras/placa rep. 2, 6d incubación
 D. Reacción 2: con di-olein, 5 muestras/placa, 15d incubación

haya cierta especificidad por los sustratos, la enzima DGAT no sería un factor limitante para incorporar ácidos grasos pocos usuales y acumularlos en forma de TAG y esto abre posibilidades para su manipulación genética.

ENSAYOS DE CULTIVO DE RICINO PARA LA PRODUCCION DE ACEITE INDUSTRIAL O BIODIESEL

La política de la Unión Europea a favor de los biocombustibles está promocionando el uso de los aceites vegetales para la producción de biodiesel. Destinar cultivos no alimentarios a este fin tiene la ventaja de evitar la competencia con la producción de alimentos. El ricino (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae) es una oleaginosa exclusivamente industrial cultivada en países como Brasil, India, China o Rusia; aunque con potencial para desarrollarse también en zonas semiáridas de Europa.

En ensayos previos en Murcia se había comprobado que el cultivo del ricino es factible en ciclo de primavera verano siempre que dispongamos de agua para riego. Dado el interés de la Junta de Extremadura en experimentar con dicho cultivo, dada nuestra experiencia previa en el tema y considerando que posiblemente en esa región la disponibilidad de tierra de cultivo así como de agua para riego sean mayores que en el Sureste, iniciamos una colaboración con J. González del Centro de Investigación Finca La Orden (Badajoz).

Para estimar el rendimiento potencial en Extremadura, se sembraron dos variedades: Castore (indeterminada) y 517 (enana) en abril de 2007. La dosis de riego (CE agua = 0,8 dS/m) fue de 3000 m³/ha. La cosecha se realizó en dos fechas para ambas variedades: una primera en septiembre y otra segunda en noviembre de 2007. El rendimiento total en semilla se encuentra en el rango 1600 - 3600 Kg/ha. La variedad enana produjo casi el doble. La adaptación de la especie es buena y con pocos problemas de plagas (ver Figura 2). El contenido de aceite de la semilla es muy alto, el 50%. El aceite de ricino tiene una alta viscosidad y se utiliza principalmente en lubricantes, nylon, pinturas o cosméticos aunque dado el auge actual del biodiesel habría que evaluar su aptitud para este mercado.



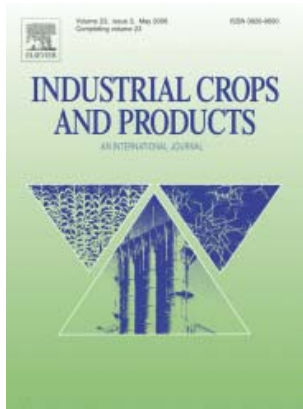
Figura 2 Cultivo experimental de ricino en Extremadura

INDUSTRIAL CROPS AND PRODUCTS, An Internacional Journal, ELSEVIER

Desde el 1 de enero de 2008, uno de los *Editor-in-Chief* de la Revista *Industrial Crops and Products* (ver Figura 3) es María Jesús Pascual Villalobos del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA).

Esta revista, fundada en 1992 por la Editorial ELSEVIER, es en la actualidad un Journal científico referenciado en todas las bases de datos importantes y con un índice de impacto de 1,2. Su ámbito es la publicación de artículos originales de investigación, comunicaciones cortas o revisiones bibliográficas en variados aspectos de cultivos industriales y sus productos. Por ejemplo sobre su cultivo, mejora genética, postcosecha, bioquímica, utilización de productos o su procesado; todo ello enfocado hacia la explotación de cultivos agrícolas con fines industriales incluyendo biocombustibles. Es decir hacia la obtención de productos tales como: fibras, hidratos de carbono, aceites y ácidos grasos, ceras, resinas, gomas, caucho, proteínas, aceites esenciales y otros compuestos naturales con actividad biológica (para su utilización en farmacia, como herbicidas e insecticidas, conservantes, nutraceuticos, etc.). ■

INDUSTRIAL CROPS AND PRODUCTS



An International Journal (ISSN: 0926-6690), ELSEVIER

Editorial Board

Editors-in-Chief:

D.T. Ray
Department of Plant Science, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA

M.J. Pascual-Villalobos
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, 30150 La Alberca, Murcia, Spain.

N. Belgacem
LGP2, Ecole Française de Papeterie et des Industries Graphiques, INPG, BP 65, St. Martin d'Hères 38402, France.

Figura 3

■ Publicaciones científicas y de divulgación

BALLESTA-ACOSTA, M.C.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; RODRÍGUEZ, B. 2008. The antifeedant activity of natural plant products towards the larvae of *Spodoptera littoralis*. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 6(1):85-91.

LÓPEZ, M.D.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2007. La albahaca, un cultivo ornamental y condimentario. *Agrícola Vergel*. 305:230-233.

LÓPEZ, M.D.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2007. El coriandro, un cultivo alternativo para la producción de aceites. *Agrícola Vergel*. 307:326-330.

LÓPEZ, M.D.; JORDAN, M.J.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2008. Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored rice pests. *Journal of Stored Products Research*. 44:273-278.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; AGUILAR PORTERO, M. 2007. Plagas del arroz almacenado en Andalucía. *Monografía de la colección: Agricultura, Serie: Sanidad Vegetal* (Ed. Junta de Andalucía). 54 p. ISBN 978-84-8474-229-6.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; FONT, R.; DE HARO-BAILÓN, A.; RIUDAVETS, J. 2007. Potential of near infrared spectroscopy (NIRS) technology to discriminate infestations of stored product pests in rice. En: *Sosnowska, D., Olejarski, P., and Nawrot, J. (Eds.), Book of abstracts of IOBC/WPRS Working Group Conference "Integrated Protection of Stored Products" (Convenor: S. Navarro)*. pp.32.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J., LÓPEZ, M.D.; CASTELLS, M.T.; ALCAZAR, M.D. 2008. An investigation of diacylglycerol acyltransferase (DGAT) activity of microsomas from the seeds of three euphorbs. *Industrial Crops and Products*. (en prensa).

MADRID, R.; LÓPEZ, M.D.; BARBA, E.; GOMEZ, P.; ARTER, F. 2008. Influence of nitrate fertilizer on macronutrient contents of celery plants on soil-less culture. *Journal of plant nutrition*. 31: 55-67.



■ Participación en congresos y reuniones científicas

LÓPEZ, M.D.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2007. Insecticidal activity of volatile monoterpenoids to *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzoperta dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) and *Cryptolestes pusillus* Schönherr (Coleoptera: Cucujidae). *Conference of the IOBC WPRS Working Group on Integrated Protection of Stored Products*. 20-23 Agosto de 2007, Poznan, Polonia.

LÓPEZ, M.D.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2007. Basil: an ornamental and culinary herb. *5th International Symposium on New Crops and Uses: their role in a rapidly changing World*. 3-4 Septiembre de 2007, The University of Southampton, Southampton, Reino Unido.

LÓPEZ, M.D.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CONTRERAS, J.; BIELZA, P. 2007. Resistencia inducida a monoterpenos volátiles en *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzoperta dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) y *Cryptolestes pusillus* Schönherr (Coleoptera: Cucujidae) y modo de acción de estos insecticidas de origen natural. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. 22-26 Octubre de 2007, Cartagena.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; GONZÁLEZ, J. 2008. Cultivation trial of castor (*Ricinus communis* L.) in Extremadura (Spain). *20th Annual AAIC Meeting: New Crops and Bioproducts Development*. Hilton College Station and Texas A & M University. 7-11 Septiembre de 2008, College Station, Texas, USA.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J., LÓPEZ, M.D. 2008. DGAT activity in microsomes from seeds of three euphorbs. *20th Annual AAIC Meeting: New Crops and Bioproducts Development*. Hilton College Station and Texas A & M University. 7-11 Septiembre de 2008, College Station, Texas, USA.

Equipo de Protección de Cultivos

■ Optimización y nuevos desarrollos sostenibles en las alternativas al bromuro de metilo. Usos críticos en el cultivo de pimiento de invernadero

Entidad financiadora y Referencia	INIA, MAPA, MIMEA. AT06-006-C8-02
Investigador responsable	Alfredo Lacasa Plasencia
Equipo	M ^a del Mar Guerrero Díaz Caridad Ros Ibáñez M ^a Carmen Martínez Lluch Alberto González Benavente-García Antonio Monserrat Delgado Pedro Fernández Molina Carmen Beltrán Paredes Ana Cano García Josefa López Marín M ^a Ángeles Martínez Francés José Fenoll Serrano Pilar Flores Fernández-Villamín Pilar Hellín García

OBJETIVOS

- A) Implementación de la tecnología de aplicación de las mezclas de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina.
- B) Evaluación de nuevos desinfectantes.
- C) Implementación de la biosolarización.
- D) Implementación de la transferencia de los métodos al sector.

RESULTADOS OBTENIDOS

A) Implementación de la tecnología de aplicación de las mezclas de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina.

Se ha medido la disipación en el suelo del 1,3-dicloropropeno utilizando formulados comerciales emulsionables con distintas proporciones (67:33 y 33:67) de los componentes de la mezcla. A las cuatro semanas de la aplicación los restos del producto, de sus metabolitos y derivados no son detectables y ya a partir de la segunda semana solo se detecta uno de los metabolitos.

B) Evaluación de nuevos desinfectantes.

Las formulaciones de iodometano y del cianogen recibidas eran aplicables por inyección lo que entraña riesgos para los aplicadores en recintos protegidos como los invernaderos, por lo que no se ensayaron. Las dificultades para el registro de nuevos plaguicidas químicos en la Unión Europea hacen que esta vía resulte poco atractiva.

C) Implementación de la biosolarización.

Se han ensayado nuevas enmiendas orgánicas como biofumigantes, algunas especialmente elaboradas para complementar los efectos negativos o las deficiencias de los estiércoles frescos hasta ahora utilizados, otras derivadas de la industria agroalimentaria y otras empleadas en biofumigación por sus especiales características en el control de patógenos o en la mejora de las características y la fertilidad de los suelos.

a) Mejoras de estiércoles.

Empleando mezclas de estiércoles frescos con restos de brasicas verdes o estiércoles semicompostados se han obtenido buenos resultados en el control de nematodos y buenas producciones, tanto en invernaderos experimentales (Tabla 1), como en invernaderos comerciales (Tabla 2).

Tabla 1 Efectos sobre el control de *Meloidogyne incognita* y sobre la producción de enmiendas orgánicas utilizadas en biosolarización. Invernadero experimental.

Tratamiento	Índice medio de nodulación	% plantas con nódulos	Producción comercial (kg/m ²)
Testigo	5,9c	100,0b	7,3 b
BrMe	0,2ab	6,6a	8,2 ab
Biosol. enmienda cítricos	0,0a	0,0a	8,4 ab
Biosol.enmienda brócoli	0,4ab	13,3a	8,9 a
Biosol.enmienda EFO	0,1ab	3,3a	8,6 a
Biosol.enmienda EFO + pls brócoli	0,6b	16,7a	8,7 a

Tabla 2 Efectos sobre el control de *Meloidogyne incognita* y sobre la producción de enmiendas orgánicas utilizadas en biosolarización. Invernadero de producción ecológica.

Tratamiento	Índice medio de nodulación	% plantas con nódulos	Producción comercial (kg/m ²)
Biosol. enmienda cítricos	0,0	0,0	8,4 ab
Biosol.enmienda brócoli	0,0	0,0	8,6 a
Biosol. estiércol oveja semicompostado	0,0	0,0	8,6 a
Biosol. estiércol fresco de oveja	0,0	0,0	8,7 a

b) Subproductos de industrias agroalimentarias.

Se ensayaron vinazas de remolacha y vinazas de vino, en combinación con estiércol de oveja semicompostado o solas.

La vinaza de remolacha, combinada con estiércol semicompostado de oveja (ESO) o sola proporcionó buenos resultados, tanto en el control de los nematodos como en la producción (Tabla 3). Al combinar estas enmiendas con plantas injertadas sobre varios patrones el control del nematodo mejorará significativamente, incluso en el caso de la vinaza de remolacha.

Tabla 3 Efectos sobre el control de *Meloidogyne incognita* y sobre la producción de enmiendas orgánicas y subproductos de industrias agroalimentarias en biosolarización. Invernadero experimental.

Tratamiento	Índice medio de nodulación	% plantas con nódulos	Producción comercial (kg/m ²)
BM 98:2 a 30 g/m ²	2,8d	48,0def	13,0 a
Biosol Vinaza Remol (1,5 l/m ²)	1,2bcd	35,0abc	12,5 a
Biosol ESO (2,5 Kg/m ²)	1,5cd	40,0bcd	12,8 a
Biosol ESO Vinaza Remol (0,75 l/m ²)	0,7abc	20,0abc	13,0 a
Biosol. Vinaza Vino (4 l/m ²)	5,6f	86,7f	11,2 b

c) Pellets de brasicas y otras enmiendas orgánicas.

Se ensayaron pellets de *Brassica* spp. y enmiendas orgánicas utilizadas como abonos. Se obtuvieron buenos resultados en el control de nematodos y buenas producciones, tanto en invernaderos experimentales (Tabla 4) como en invernaderos de producción ecológica (Tabla 5, Figura 1). El control del nematodo mejoró al combinarlo con el injerto.

Tabla 4 Efectos sobre el control de *Meloidogyne incognita* y sobre la producción de pellets de brasicas enmiendas orgánicas en biosolarización. Invernadero experimental.

Tratamiento	Índice medio de nodulación	% plantas con nódulos	Producción comercial (kg/m ²)
Testigo, sin injertar	5,0d	100,0c	12,7 bc
BrMe + RT17	0,0a	0,0a	12,7 bc
BrMe, sin injertar	0,0a	0,0a	12,4 c
Biosol. enmienda cítricos + RT17	0,0a	0,0a	14,4 ab
Biosol. enmienda cítricos, sin injertar	0,9b	20,0ab	13,8 ab
Biosol. EFO + Pellets + RT17	0,0a	0,0a	15,5 a
Biosol. EFO + Pellets, sin injertar	0,5ab	13,3a	14,7 a
Biosol. EO semicompostado + Pellets + RT17	0,1ab	6,7a	14,2 ab
Biosol. EO semicompostado + Pellets, sin injertar	4,1d	86,7c	14,2 ab
Biosol. Pellets + RT17	0,0a	0,0a	14,8 a
Biosol. Pellets, sin injertar	2,3c	46,7b	15,9 a

Tabla 5 Efectos sobre el control de *Meloidogyne incognita* de pellets de brasicas enmiendas orgánicas en biosolarización. Invernadero de producción ecológica.

Tratamiento	Índice medio de nodulación	% plantas con nódulos
EFO 7 Kg/m ²	0,2ab	6,7a
EFO 7 Kg/m ² + Angibio 0,3 Kg/m ²	0,7b	10,0a
EFO 7 Kg/m ² + Pellets brasicas 0,3 Kg/m ²	0,1ab	3,3a
Cítricos 7 Kg/m ²	0,0a	0,0a
Pellets brasicas 0,3 Kg/m ²	0,1ab	6,7a



Distribución de enmiendas orgánicas (pellets de brasicas o Angibio) (a la izquierda) y siembra de brasicas en un invernadero comercial (derecha).

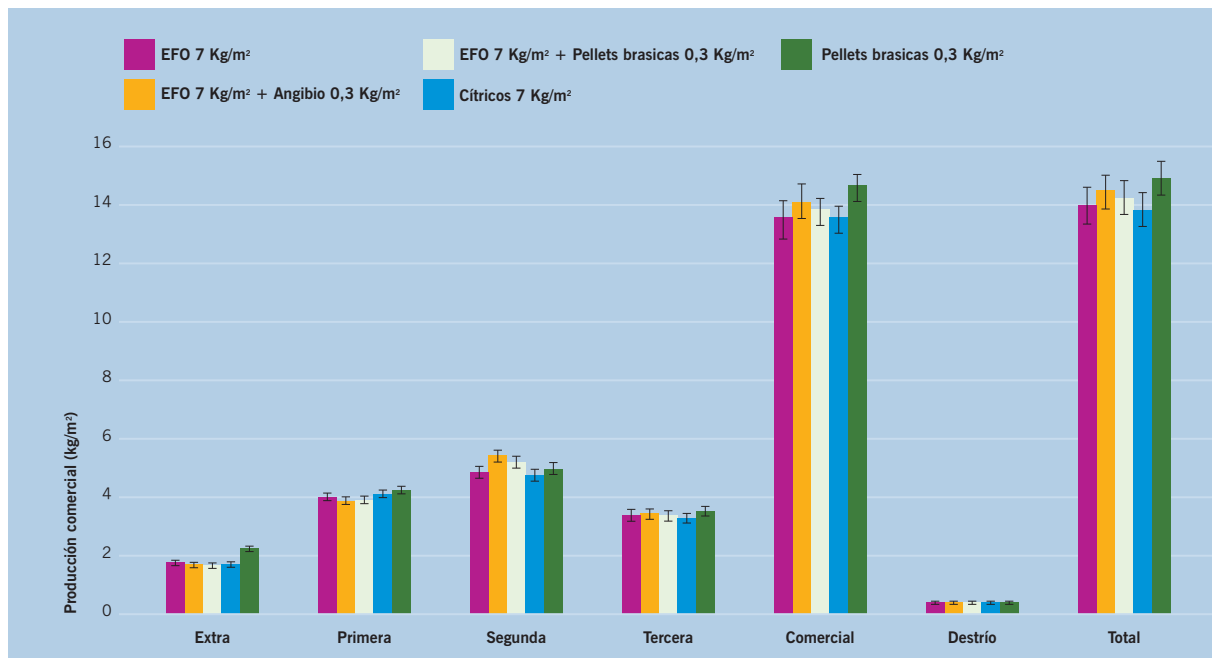


Figura 1 Producciones finales medias por categorías comerciales en suelos biosolarizados con pellets de basicas (Biofence) y enmiendas orgánicas (Angibio y estiércol de ovino fresco con restos de cítricos).

e) Enmiendas verdes y biosolarización tardía.

Tratando de ajustar la desinfección del suelo al ciclo de cultivo del pimiento, se han realizado ensayos de biosolarización con enmiendas verdes (basicas, habas, veza, etc.) asociadas a estiércoles frescos o curados de ovino, realizando la desinfección en los meses de noviembre o diciembre. Los resultados han sido prometedores en el control de nematodos, obteniendo buenas producciones, incluso en agricultura ecológica.

f) Combinación de biosolarización con injerto.

En suelo de un invernadero de producción ecológica, contaminado por *Phytophthora* y *Meloidogyne*, se biosolarizado con estiércol fresco en el verano de 2007 y en el se estudió el comportamiento de varios patrones seleccionados en campañas precedentes. El control de los patógenos del suelo fue absoluto, muriendo algunas plantas afectadas por el virus del bronceado del tomate (TSWV) de algunos patrones por asfixia del suelo. Los niveles de producción fueron buenos (Figura 2) en un ciclo de enero a noviembre de 2008.

g) Efectos de la biosolarización sobre los residuos de plaguicidas en el suelo.

En invernaderos experimentales se ha estudiado la disipación de residuos de insecticidas, fungicidas y herbicidas en suelos donde se realiza biosolarización. La disipación de algunos fungicidas aumenta de forma significativa al desinfectar el suelo con biosolarización utilizando estiércol fresco de oveja.

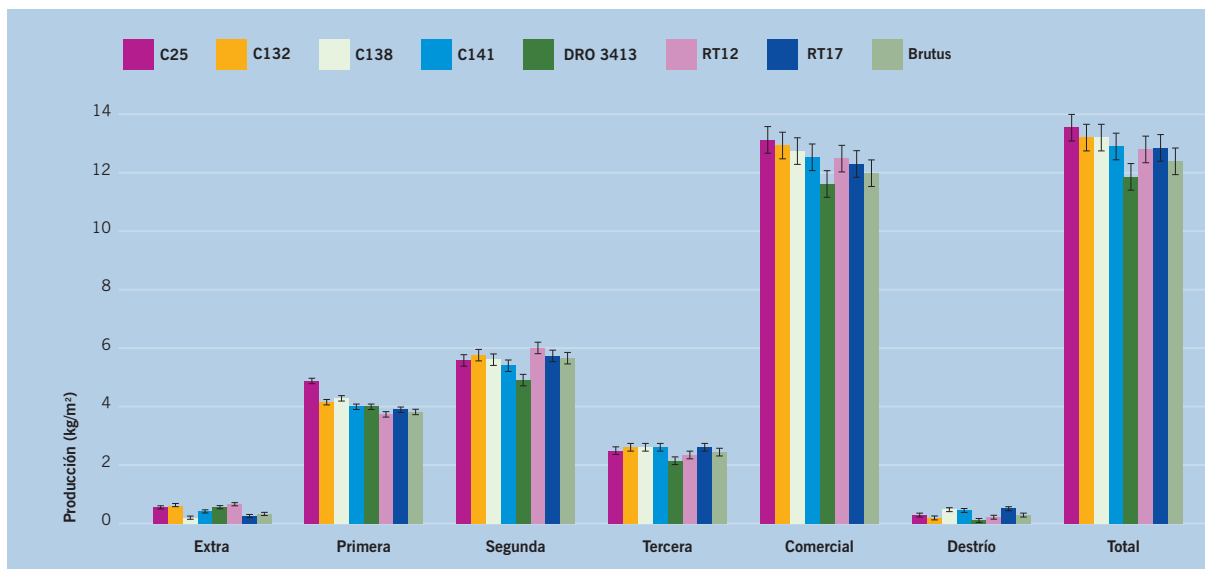


Figura 2 Producciones finales medias por categorías comerciales en suelos biosolarizados con estiércol fresco donde se cultivaron plantas injertadas sobre varios patrones. Invernadero de producción ecológica.

Implementación de la transferencia de los métodos al sector.

La aplicación de las alternativas al bromuro de metilo requiere de una transferencia de la información que esté próxima a los receptores, en este caso técnicos y agricultores del sector productor de pimiento.

Se han realizado Jornadas Técnicas en colaboración con el CIFEA de Torre Pacheco en las que se han proporcionado los avances de resultados de los ensayos de cada campaña y los detalles de las metodologías que las nuevas alternativas requieren para su aplicación. En el marco del Programa de Colaboración entre el IMIDA, la Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia y la Consejería de Agricultura y Agua y en colaboración con el CIFEA se han realizado cursos de formación de aplicadores del 1,3-dicloropropeno + cloropicrina. ■

■ Comportamiento de patrones de pimiento frente a patógenos del suelo y evaluación del injerto como alternativa al bromuro de metilo

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA05-0209
Investigador responsable	Alfredo Lacasa Plasencia
Equipo	M ^a del Mar Guerrero Díaz Caridad Ros Ibáñez M ^a Carmen Martínez Lluch Alberto González Benavente-García Joaquín Costa García Pedro Fernández Molina Carmen Beltrán Paredes Ana Cano García Josefa López Marín M ^a Ángeles Martínez Francés M ^a Ángeles Hernández Colucho

OBJETIVOS

El injerto del pimiento en patrones vigorosos y resistentes y con buen comportamiento frente a los patógenos del suelo se contempla como una alternativa al bromuro de metilo (BM) para los invernaderos del Sureste peninsular. Para el desarrollo tecnológico de esta alternativa, evaluada en proyectos precedentes, se plantearon los siguientes objetivos.

1. Evaluación del injerto en pimiento como alternativa al bromuro de metilo en el control de los patógenos del suelo.
2. Efecto del monocultivo de plantas injertadas en la fatiga del suelo. Composición de la microbiota fúngica asociada a las plantas.
3. Efecto de la interacción entre patógenos del suelo sobre las resistencias de los patrones.
4. Determinación de las condiciones de realización del injerto, la tecnología viverística y la influencia de estos sobre el comportamiento vegetativo y productivo de las plantas injertadas.

RESULTADOS OBTENIDOS

1. Su evaluación como alternativa al BM en el control de los patógenos del suelo, *Phytophthora capsici* y *P. parasitica* y *Meloidogyne incognita*.

Concretada en la evaluación de patrones comerciales y experimentales, tanto frente a los patógenos como sus capacidades productivas, y en la obtención de nuevos patrones a partir de materiales vegetales obtenidos por el IMIDA. Un buen número de patrones presentaron buenos niveles de resistencia a *Phytophthora* y menos a *Meloidogyne* (Tabla 1).

Tabla 1 Comportamiento de patrones en un suelo sin desinfectar contaminado de *Phytophthora* y *Meloidogyne* en la Campaña 2006-07.

Tratamiento del suelo o patrón	% plantas afectadas de <i>Phytophthora</i>	Índice medio de nodulación de <i>Meloidogyne</i>	% de plantas infestadas de <i>Meloidogyne</i>	Comercial (kg/cm ²)
BrMe + sin injertar	4,0b	1,5b	47,6bc	5,4 d
C25	0,0a	0,1a	4,8a	6,5 c
C36	0,0a	0,4a	14,3ab	6,8 bc
C39	0,0a	0,0a	0,0a	6,0 bcd
C40	0,0a	0,0a	0,0a	7,0 abc
Capital	2,0b	2,0b	57,1bcd	6,0 cd
IMIDA 2	0,7a	0,3a	9,5a	7,2 ab
RT12	0,0a	0,0a	0,0a	7,7 ab
RT17	0,0a	0,0a	0,0a	7,3 ab
Snooker	0,0a	0,3a	14,3a	7,9 a
WS-50	0,7a	3,1c	80,9cd	7,9 a
WS-51	0,0a	3,5c	90,5d	6,7bc

Algunos patrones que se habían comportado como resistentes a *Meloidogyne incognita*, resultaron sensibles cuando se sometieron a poblaciones virulentas del nematodo, ofreciendo buenos resultados al combinarlo con biosolarización (Tabla 2).

Tabla 2 Comportamiento de patrones en un invernadero contaminado de poblaciones virulentas de *Meloidogyne*, combinando el injerto con solarización y biosolarización del suelo en el verano de 2006. Campaña 2006-07.

Tratamiento del suelo + tipo de planta	Índice medio de nodulación de <i>Meloidogyne</i>	% de plantas infestadas de <i>Meloidogyne</i>	Producción comercial (kg/cm ²)
BM + sin injertar	1,9bcd	46,7bcd	7,9 ab
Solarización + C19	2,4de	76,7cdef	7,6 ab
Solarización + C25	4,2fg	83,3cdef	8,0 a
Solarización + C45	4,5g	100,0f	7,6 ab
Solarización + C53	3,4ef	76,7cdef	7,7 ab
Solarización + Capital	4,9g	86,7def	6,8 bc
Solarización + sin injertar	8,4h	100,0f	6,2 c
Solarización + RT12	0,0a	0,0a	8,3 a
Solarización + Snooker	3,7efg	80,0cdef	8,0 a
Solarización + WS50	2,1cd	56,7bcde	7,9 ab
Solarización + WS51	3,9fg	86,7def	8,3 a
Biosolarización + C19	0,9b	33,3ab	7,7 ab
Biosolarización + C25	2,9de	63,3bcde	7,8 ab
Biosolarización + C53	1,7bc	43,3bcd	7,7 ab
Biosolarización + Snooker	1,7bc	43,3bc	8,0 a
Biosolarización + WS50	1,7bc	53,3bcde	9,0 a

De 5 patrones obtenidos por el IMIDA, dos híbridos (IMIDA-1 e IMIDA-2) se comportaron como resistentes a *Phytophthora* y con un buen nivel de producción.

Se encontraron interacciones variedad/patrón en las producciones obtenidas (Figuras 1,2,3), lo que viene a indicar que será preciso escoger con acierto el patrón a utilizar para cada variedad.

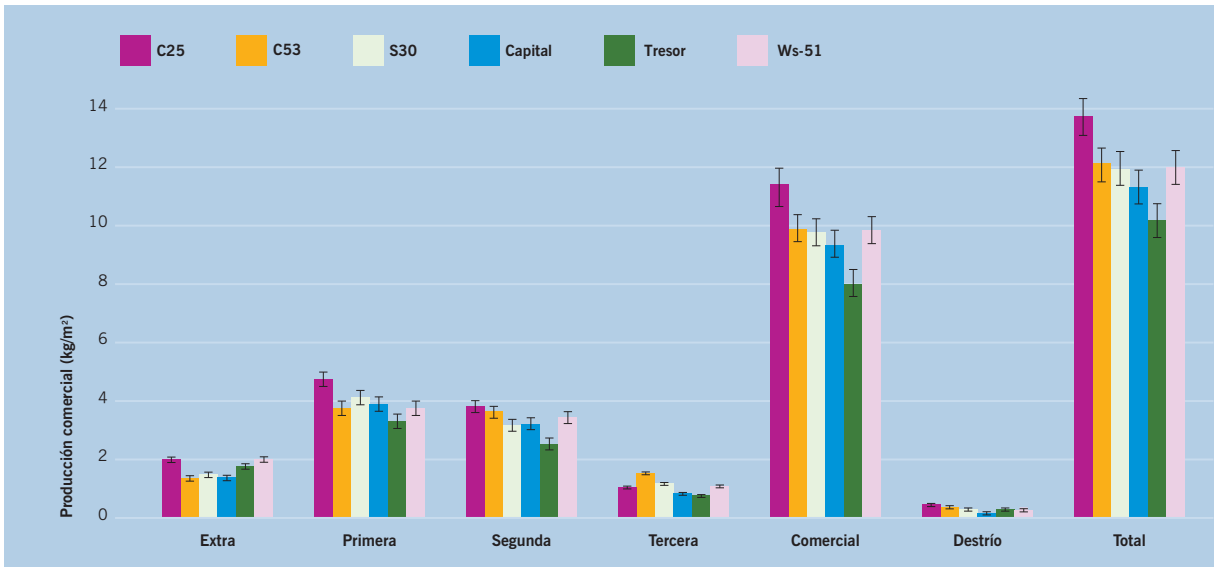


Figura 1 Producción final media por categorías comerciales de la variedad Ribera, injertada sobre 6 patrones en un invernadero ecológico biosolarizado. Campaña 06-07.

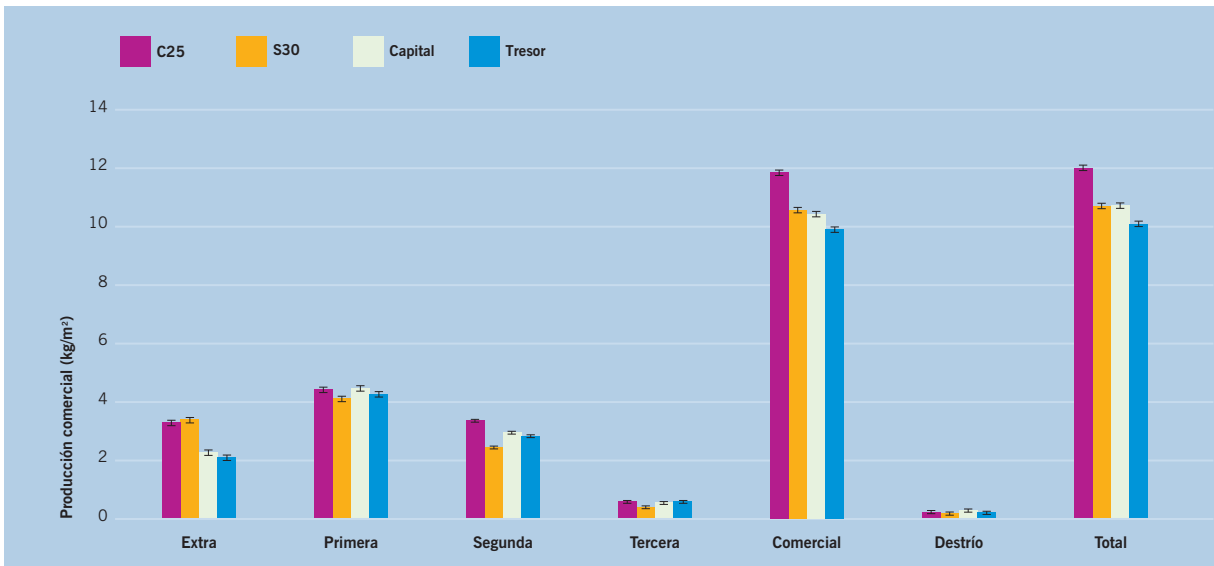


Figura 2 Producción final media por categorías comerciales de la variedad Traviatta, injertada sobre 4 patrones en un invernadero ecológico biosolarizado. Campaña 06-07.

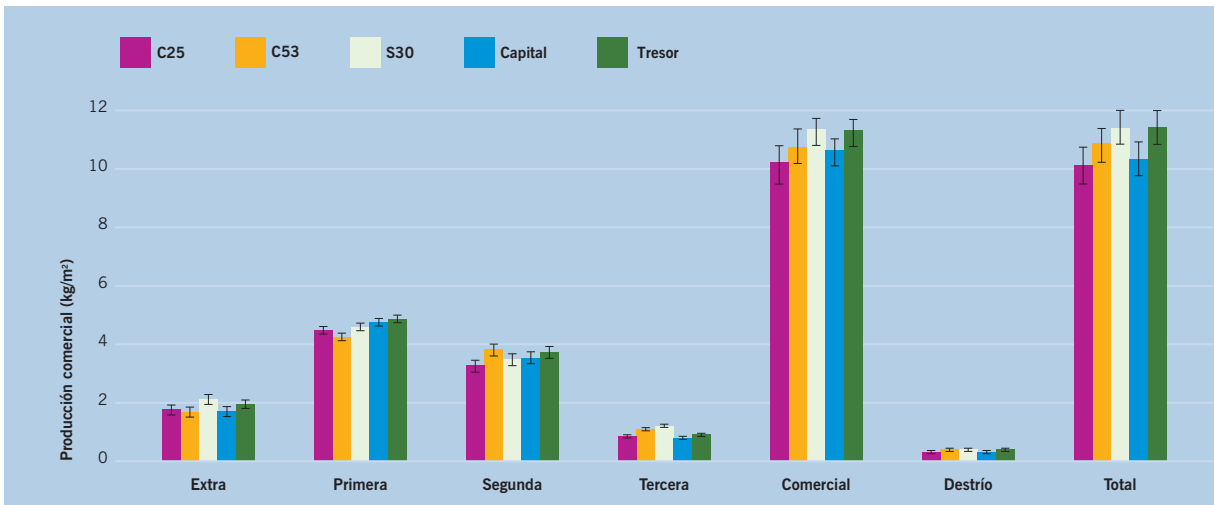


Figura 3 Producción final media por categorías comerciales de la variedad Coyote, injertada sobre 5 patrones en un invernadero ecológico biosolarizado. Campaña 06-07.



Grado de infestación por *Meloidogyne* en planta sin injertar e injertada en C19.



Grado de infestación por *Meloidogyne* en planta sin injertar e injertada en RT12.

2) Efecto del monocultivo de plantas injertadas en la fatiga del suelo.

Al reiterar el cultivo de plantas injertadas en suelos no desinfectado aparecieron los efectos de fatiga del suelo, al tiempo que se acumulan hongos no patógenos de los géneros *Fusarium* y *Aspergillus*.

3) Efecto de la interacción entre patógenos del suelo sobre las resistencias de los patrones.

Se han estudiado en más de una docena de patrones con diferentes combinaciones de resistencias al hongo y/o al nematodo, no habiéndose encontrado ninguna interacción del nematodo sobre la resistencia al hongo. Sin embargo, se ha asistido a procesos de selección de poblaciones capaces de remontar la resistencia de algunos patrones a *Meloidogyne incognita*, al reiterar su uso en el mismo suelo, no ocurriendo lo mismo con otros (Tabla 3).

Tabla 3 Comportamiento de patrones a poblaciones virulentas de *Meloidogyne incognita* seleccionadas por reiteración del cultivo de plantas injertadas sobre el patrón Atlante.

Tratamiento	Primera campaña		Segunda campaña	
	Índice de nodulación	% Plantas afectadas	Índice de nodulación	% Plantas afectadas
No desinfectado + injerto sobre Atlante	4,8c	80,0bc	4,2d	83,3bc
No desinfectado	6,8d	100,0c	8,4e	100,0c
No desinfectado + injerto sobre C19	0,3 a	13,3 a	2,4bc	76,7bc
No desinfectado + injerto sobre DRO 8801	0,3 a	13,3 a	-	-
No desinfectado + injerto sobre Snooker	1,0ab	53,3ab	3,7cd	80,0bc
No desinfectado + injerto sobre RT12	-	-	0,0a	0,0a
Bromuro de metilo 98:2	1,6b	46,7a	1,9b	46,7b

4) Determinación de las condiciones de realización del injerto, la tecnología viverística y la influencia de estas sobre el comportamiento vegetativo y productivo de las plantas injertadas.

Se ha estudiado el efecto de las condiciones ambientales, el estado fenológico de las plantas en el momento del injerto y el punto de corte del patrón y la variedad, tanto en el rendimiento viverístico como en el rendimiento productivo de las plantas injertadas.

a) Temperatura durante el soldaje.

Se ensayaron 18-20, 22-24, 26-28, 28-30°C para la misma humedad y luminosidad, tanto para plantas tiernas como para plantas maduras. Los rendimientos viverísticos no se ven afectados por la temperatura si bien a la temperatura más baja se prolonga la estancia de las plantas en cámara de casi tres días. A esa temperatura la producción de fruta de las plantas maduras se ve afectada negativamente en relación a 22-24°C. También a la temperatura más alta la producción se ve afectada negativamente (Figura 4).

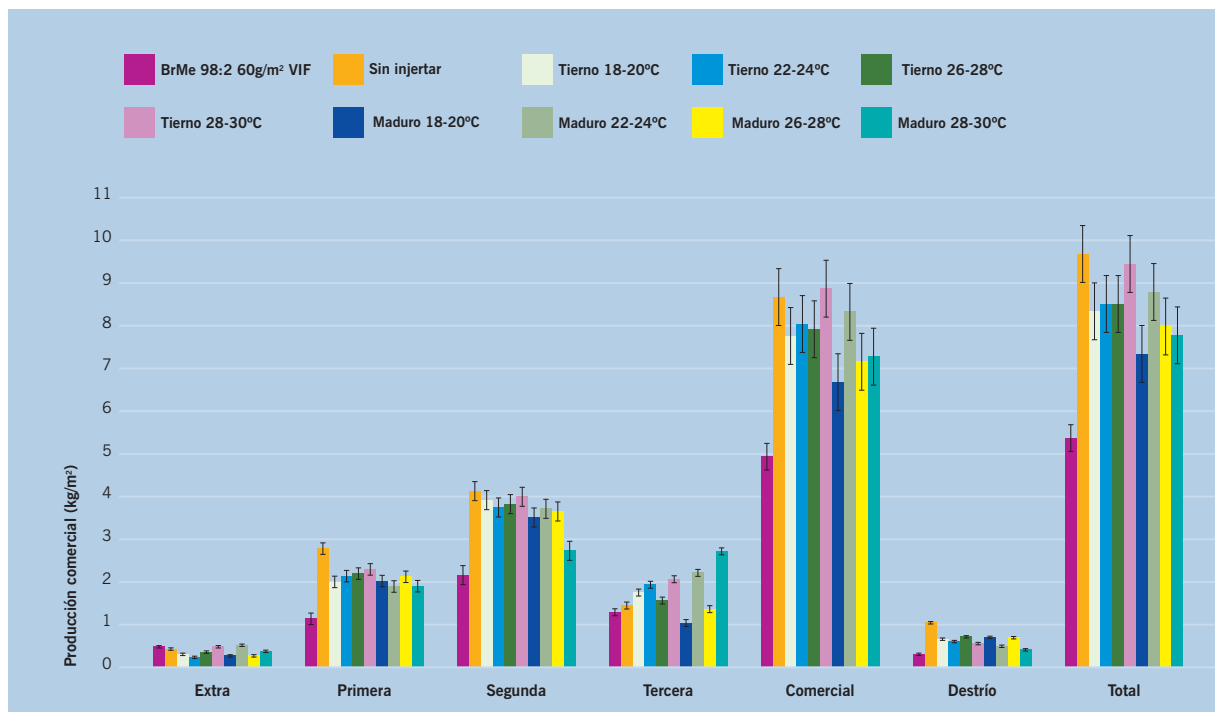


Figura 4 Producción final media por categorías comerciales de plantas injertadas a diferentes temperaturas durante el soldaje.

b) Estado fenológico y punto de corte de la variedad.

Utilizando un patrón más vigoroso (Tresor) y otro menos vigoroso (Snooker) se estudió la influencia del estado fenológico de la planta (tierna o madura) y el punto de corte de la variedad (por debajo o por encima del cotiledón). No se encontraron diferencias en el rendimiento viverístico del injerto, pero si diferencias en la capacidad productiva entre los puntos de corte con planta tierna al utilizar un patrón poco vigoroso (Figura 5).

c) Humedad relativa en la cámara de soldaje.

Se ensayaron varios intervalos con plantas en diferentes estados fenológicos y cortando el patrón y la variedad en diferentes puntos del tallo, con diferentes tiempos de permanencia en la cámara. Los rendimientos viverísticos son muy bajos cuando la humedad es inferior al 70-90%, siendo la humedad óptima del 100% en los tres primeros días a temperatura de 22-24°C. Pasados estos tres días humedades permanentes del 100% provocan degradaciones de las plantas a la altura del corte cuando se trata de planta endurecida o poco vigorosa.

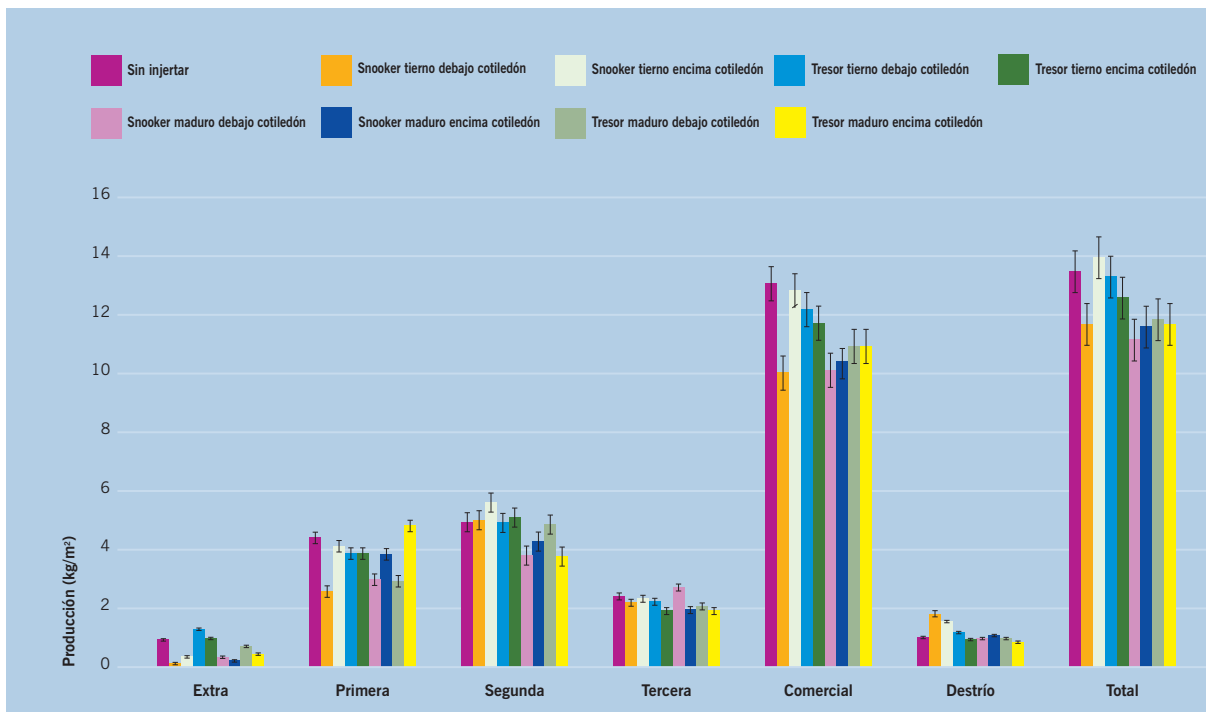


Figura 5 Producción final media por categorías comerciales de plantas injertadas en diferentes estados fenológicos, cortando la variedad en distintos puntos del tallo.

d) Estado fenológico de la variedad y punto de corte del tallo.

Se estudió en el caso de utilizar el patrón en estado maduro, ya que son las situaciones más delicadas. No se encontraron diferencias en el rendimiento viverístico, pero si en las producciones cuando la variedad está trierna, ya que en las plantas injertadas por encima de los cotiledones se obtuvo mayor producción que en las injertadas por debajo (Figura 6).

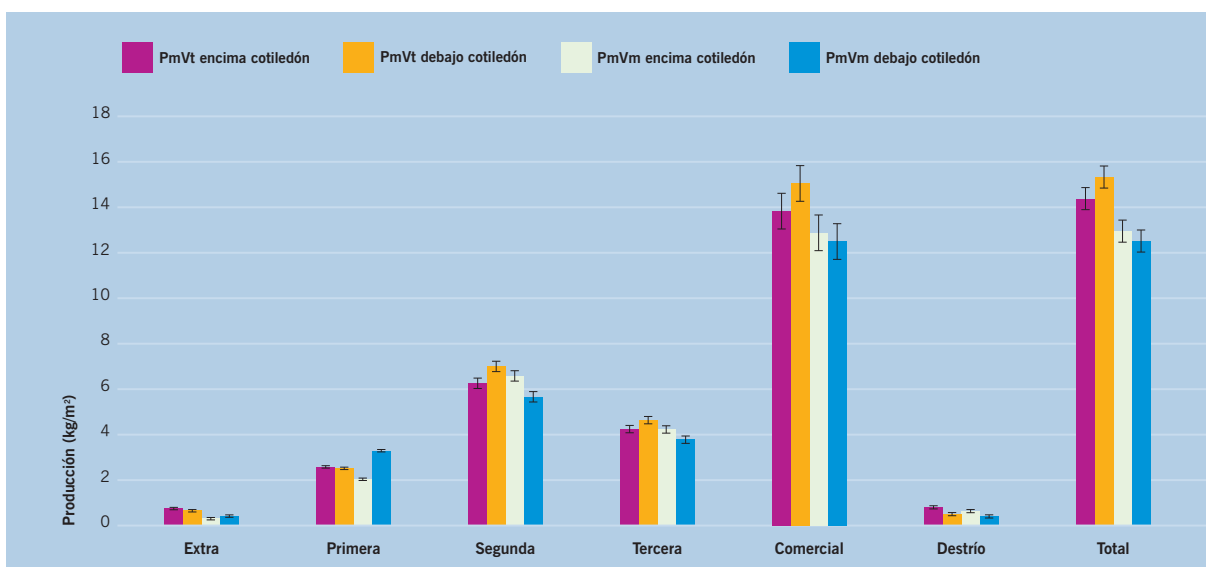


Figura 6 Producción final media por categorías comerciales de plantas injertadas en diferentes estados fenológicos de la variedad sobre patrón maduro, cortando la variedad en distintos puntos del tallo.

e) Temperatura en el post-soldaje.

Se ensayaron dos temperaturas utilizando plantas en diferentes estados fenológicos. No se encontraron diferencias en el rendimiento viverístico del injerto. La capacidad productiva se vio afectada por la temperatura cuando se injertó sobre patrón maduro independientemente del estado de la variedad (Figura 7), no sucediendo lo mismo cuando el patrón estaba tierno. ■

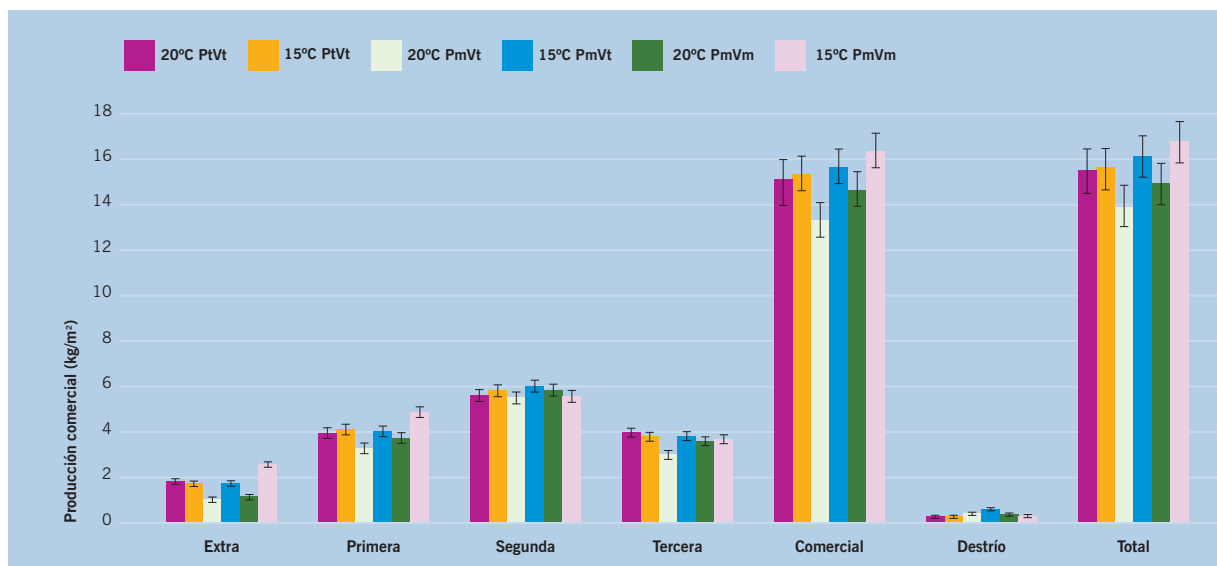


Figura 7 Producción final media por categorías comerciales de plantas injertadas en diferentes estados fenológicos de la variedad sobre patrón maduro, a dos temperaturas de post-soldaje.

■ Colapso en plantas injertadas de tomate. Efecto del PepMV o incompatibilidad patrón-variedad

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. PR02-005
Investigador responsable	Pablo Bielza Lino UPCT
Equipo	Alfredo Lacasa Plasencia IMIDA M ^a del Mar Guerrero Diaz IMIDA M ^a Ángeles Martínez Francés IMIDA M ^a Carmen Martínez Lluch IMIDA Josefina Contreras Gallego UPCT Juan Antonio Martínez López UPCT Juan Antonio Fernández Hernández UPCT

OBJETIVOS

En 2004, plantas de tomate injertadas sobre varios patrones presentaron síntomas unilaterales o totales de colapso, tras una marchitez que era reversible en la mayor parte de las plantas afectadas. Los estudios etiológicos realizados por entidades públicas y privadas no permitieron asociar la sintomatología con causas concretas, planteándose dudas sobre si se trataba de alguna manifestación de incompatibilidad entre la variedad y el patrón o era una más de las muchas manifestaciones del virus del mosaico del pepino dulce (PepMV), siendo el esclarecimiento de estas dudas el único objetivo del proyecto, realizado a instancias del sector productor de tomate.

RESULTADOS OBTENIDOS

Utilizando dos aislados de PepMV productores de colapso (cedidos por el Equipo de Virología de la ETSIA de la Universidad Politécnica de Valencia), la variedad Boludo de tomate y los patrones Beaufort, Maxifort, WS 4103, King Kong, Big Power, se han estudiado los efectos del virus tanto en condiciones controladas como en invernadero, inoculando plantas injertadas y sin injertar.

En las dos situaciones la mayor parte de las plantas sin injertar presentaron síntomas de marchitez cuando se inocularon con PepMV (Figura 1) y casi el 10% se murieron por colapso, no presentando ningún síntoma cuando no se inocularon (Tabla 1, Figura 3).

Un porcentaje variable de plantas injertadas e inoculadas presentaron síntomas de marchitez que fueron reversibles, sin que ninguna de ellas se colapsara. En ninguna circunstancia de observaron síntomas de marchitez o colapso en plantas injertadas no inoculadas. El porcentaje de plantas injertadas e inoculadas con síntomas de marchitez varió de unos patrones a otros. Las plantas de los patrones que se inocularon con el virus no presentaron síntomas de marchitez, aunque sí de PepMV

(abullonados y apuntados de los folíolos en las hojas jóvenes, jaspeados en los frutos, etc.).



Figura 1 Marchitez de plantas no injertadas e inoculadas en condiciones controladas.

Tabla 1 Número de plantas con síntomas de marchitez y de colapso en cada una de las variantes estudiadas al final del ensayo (2 de abril de 2007).

Variante	Nº plantas utilizadas	Nº plantas con marchitez	Nº plantas con colapso
Boludo sin inocular	33	0	0
Boludo inoculado	33	27	3
Boludo/Beaufort inoculado	33	18	0
Boludo/Beaufort sin inocular	33	0	0
Boludo/Big Power sin inocular	33	0	0
Boludo/Big Power inoculado	33	6	0
Boludo/King-Kong sin inocular	33	0	0
Boludo/King-Kong inoculado	33	11	0
Beaufort inoculado	33	0	0
Boludo/WS-4103 inoculado	33	9	0

**Figura 2** Inoculación de plantas en el invernadero y síntomas de PepMV a las 3 semanas de la inoculación.**Figura 3** Plantas no injertadas e inoculadas con síntomas de colapso (izquierda) y plantas injertadas e inoculadas sin síntomas (derecha).

De los resultados se desprende que la marchitez de las plantas de tomate injertadas es producida por el virus de mosaico del pepino dulce, sin que se hayan observado signos de incompatibilidad de la variedad con los patrones, ya que en ninguna situación las plantas injertadas presentaron síntomas de marchitez o colapso.

Cabe decir que sería preciso comprobar los resultados inoculando las plantas injertadas con otros virus (de transmisión mecánica o por insectos) que pudieran proporcionar respuestas diferenciales de incompatibilidad variedad/patrón según las resistencias a virus que puedan llevar incorporadas, tanto la variedad como el porta-injertos. ■

■ Detección y control del picudo rojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus*

Entidad financiadora y Referencia	INIA. TRT2006-00016-C07-05
Investigador responsable	Alfredo Lacasa Plasencia
Equipo	Juan Antonio Sánchez Sánchez M ^a Carmen Martínez Lluch Fulgencio Contreras López Carmen M ^a Mengual Navarro-Soto

OBJETIVOS

Dentro del proyecto coordinado a nivel nacional, el IMIDA (Subproyecto N^o 5) participa en los siguientes objetivos del proyecto:

Objetivo 2. Puesta a punto de sistemas de trampeo y aplicación del GIS como medio de manejo de la plaga.

Objetivo 4. Caracterizar la movilidad y dispersión en campo de los insectos en estado adulto.

RESULTADOS OBTENIDOS

Objetivo 2. Puesta a punto de sistemas de trampeo y aplicación del GIS como medio de manejo de la plaga.

Las actividades se han centrado en la elaboración de un modelo de análisis de datos basado en la aplicación del sistema de información geográfica a las comarcas murcianas contaminadas por el picudo.

Sobre la cartografía de los principales palmerales, se ha realizado el censo de las palmeras de los municipios con presencia de picudo y se ha caracterizado la población afectada al tiempo que se incorporaban datos relativos a las características climáticas, características de las palmeras, ubicación geográfica de las palmeras, número de ejemplares afectados y fechas de manifestación de síntomas, número de capturas de adultos en trampas feromonales, etc., que permiten elaborar un modelo epidemiológico, el cual podría ser utilizado en estrategias de predicción.

En el momento de elaborar esta memoria, se han incorporado al sistema operativo más de 20 puntos que cubre prácticamente todas zonas costeras de la provincia, la Vega del río Guadalentín y de la Vega del río Segura, correspondiendo a alineaciones ornamentales, a plantas de jardines, a pequeñas agrupaciones y plantas aisladas del medio rural. Todavía no ha accedido a los palmerales protegidos de las zonas del interior de la provincia donde ya la plaga ha llegado.

La mayor parte de las palmeras atacadas por el picudo eran ejemplares machos de *Phoenix canariensis*, que resultan más atractivos para la plaga que las hembras y que los ejemplares de *P. dactylifera*. La incidencia de la plaga ha crecido de forma muy rápida y su expansión a nuevas zonas ha sobrepasado los previsiones que se tenían, sin que se disponga de métodos eficaces de control.

Tabla 1 Censo de palmeras en un área del Puerto de Mazarrón e incidencia del picudo.

Especie	Municipio	Población	Palmeras censadas	Palmeras atacadas
<i>Butia capitata</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	9	0
<i>Chamaerops humilis</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	13	0
<i>Copernicia alba</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	2	0
<i>Dypsis decaryi</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	2	0
<i>Phoenix canariensis</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	289	13
<i>Phoenix dactylifera</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	341	3
<i>Phoenix roebelinii</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	66	0
<i>Ravenea rivularis</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	2	0
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	26	0
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	1	0
<i>Washingtonia filifera</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	1	0
<i>Washingtonia robusta</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	158	0
<i>Washingtonia sp.</i>	Mazarrón	Pto de Mazarrón	22	0

Tabla 2 Características de las palmeras (género Phoenix) atacadas por picudo en un área del Puerto de Mazarrón.

Especie	Fecha	Coordenadas X	Coordenadas Y	Altura (m)	Diámetro (m)	Sexo
<i>P. canariensis</i>	30/11/2006	651060	4158778	0,7	0,7	H
<i>P. canariensis</i>	30/11/2006	651065	4158773	1	0,7	M
<i>P. canariensis</i>	11/01/2007	653675	4158865	4,5	1,1	M
<i>P. canariensis</i>	20/03/2007	652368	4159373	5,3	0,9	H
<i>P. canariensis</i>	28/11/2007	654022	4159484	3	0,75	M
<i>P. canariensis</i>	28/11/2007	654005	4159440	3	0,9	M
<i>P. canariensis</i>	28/11/2007	654029	4159493	3,3	0,76	H
<i>P. canariensis</i>	28/11/2007	654021	4159485	3	0,88	M
<i>P. canariensis</i>	12/12/2007	653940	4159355	4	0,85	M
<i>P. canariensis</i>	29/01/2008	653988	4159440	2,5	0,7	M
<i>P. canariensis</i>	29/01/2008	654004	4159441	3	0,73	M
<i>P. canariensis</i>	11/03/2008	653920	4159312	3,15	0,7	M
<i>P. canariensis</i>	11/03/2008	653923	4159317	3,6	0,77	M
<i>P. dactylifera</i>	19/07/2007	651137	4158729	9,5	0,4	?
<i>P. dactylifera</i>	12/12/2007	653997	4159463	10	0,4	M

Objetivo 4. Caracterizar la movilidad y dispersión en campo de los insectos en estado adulto.

Se pretendía lograr información sobre las pautas de dispersión y las distancias a las que se pueden desplazar los adultos, por el método de suelta y recaptura de individuos marcados. Una vez iniciada la cría del insecto para realizar el correspondiente marcaje de los adultos se hubo de abandonar la consecución del objetivo por parte de todos los equipos participantes al no estar autorizada la suelta de adultos que no fueran estériles, lo que no se consiguió de una forma duradera, ya que la esterilización por medios químicos se perdía al dejar de estar sometido a la acción del esterilizante. La obturación de las aperturas genitales de los individuos tampoco ofrece garantías para poder cumplir los requisitos contemplados en las normas regionales y nacionales de medidas adoptar para evitar la dispersión de la plaga. ■

■ Estrategias para el manejo de míridos zoofitófagos en cultivos de tomate del sureste de España

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2006-00154-00-00
Investigador responsable	Juan Antonio Sánchez Sánchez
Equipo	Alfredo Lacasa Plasencia María del Mar Guerrero Díaz Michelangelo La Spina M ^a Carmen Martínez Lluch Antonio Monserrat Delgado Pedro García Robles

OBJETIVOS

- Factores bióticos, ambientales y genéticos que determinan la producción de daños de *Nesidiocoris tenuis* en cultivos de tomate.
 - Efecto de la disponibilidad de presa, temperatura y humedad sobre el comportamiento fitófago de *Nesidiocoris tenuis*. El objetivo de este trabajo es determinar los daños producidos por *Nesidiocoris tenuis* en plantas de tomate en relación con el origen de la población, la temperatura, la humedad relativa y la disponibilidad de alimento.
 - Análisis filogenético y estudios de la variabilidad genética de *Nesidiocoris tenuis*. El objetivo de este trabajo es investigar la identidad de *Nesidiocoris tenuis* como especie y estudiar la variabilidad genética de las poblaciones. Se pretende estudiar si existe alguna relación entre la variabilidad genética de las poblaciones de *N. tenuis* y la capacidad para producir daños. El estudio de la identidad taxonómica de las especies es un aspecto fundamental para la caracterización de su biología, ecología y etología, especialmente en míridos zoofitófagos donde la respuesta funcional y la capacidad de producir daños varía entre especies. La caracterización de las poblaciones permitirá la selección de aquellas que presentes mejores atributos para ser utilizadas en los programas de cría masiva y en las sueltas en cultivos comerciales.
- Estrategias para el manejo de *Nesidiocoris tenuis* en los cultivos de tomate en la región de Murcia. Establecimiento de umbrales económicos y de intervención para el cultivo del tomate en la región de Murcia. El objetivo de este trabajo es cuantificar en que momento los daños ocasionados por *N. tenuis* superan los beneficios como depredador y establecer el momentos en el que es necesario aplicar medidas para su control.
- Prácticas culturales basadas en la introducción de hospedantes alternativos como "plantas trampa" para las plagas y reservorio de enemigos naturales en los cultivos de tomate. Con este trabajo se pretende determinar el efecto de la funcionalidad de plantas de calabaza como "plantas trampa" para moscas blancas y como reservorio de los míridos depredadores.

RESULTADOS OBTENIDOS

1.1 Efecto de la disponibilidad de presa, temperatura y humedad sobre el comportamiento fitófago de *Nesidiocoris tenuis*.

Se ha estudiado el efecto de la disponibilidad de presa, la temperatura y la humedad relativa sobre el comportamiento fitófago de *Nesidiocoris tenuis*. Dichos trabajos han resultado en la publicación de un artículo en la revista Agriculture and Forest Entomology. En este momento se dispone de varias colonias de *Nesidiocoris tenuis* que se mantiene en condiciones controladas en las instalaciones del IMIDA para la comparación de la actividad fitófaga en poblaciones de distinta procedencia.

1.2. Análisis filogenético y estudios de la variabilidad genética de *Nesidiocoris tenuis*.

Se ha puesto a punto la amplificación de 3 genes mitocondriales (16s, 12s y COI) y un gen nuclear (18s). La reacción de amplificación y secuenciación de dichos genes se ha testado con éxito en poblaciones de *Nesidiocoris tenuis* de diferente procedencia.

Durante los meses de mayo y junio de 2008 el coordinador del proyecto, realizó una estancia de investigación en el laboratorio del Dr. O. P. Perera (Agricultura Research Service, United Status Department of Agricultura) para el desarrollo de marcadores moleculares basados en la repetición de fragmentos simples en el genoma (SSRs o microsatélites), con el objeto de aplicarlos al estudio de la estructura de las poblaciones de *Nesidiocoris tenuis*. Durante la estancia se realizó la clonación de fragmentos del genoma del insecto ricos en Microsatélites de secuencias de nucleótidos específicas, y se diseñaron primers para la amplificación de dichos fragmentos.

2. Estrategias para el manejo de *Nesidiocoris tenuis* en los cultivos de tomate en la región de Murcia. Establecimiento de umbrales económicos y de intervención para el cultivo del tomate en la región de Murcia.



Ensayo de determinación de umbrales para *Nesidiocoris tenuis* en cultivos de tomate.

Los trabajos para la determinación de los umbrales de intervención para *N. tenuis* en tomate se llevaron a cabo en la finca experimental del IMIDA en Torre Blanca, en cultivos de tomate sometidos a diferentes densidades de *N. tenuis*. Los cultivos sometidos a diferentes niveles de infestación de *N. tenuis* proporcionaron datos de producción que permitieron realizar la estima de la variación en la producción en relación a los distintos niveles de infestación. Dichos trabajos han dado lugar a una publicación en el Journal of Economic Entomology. Además se realizarán comunicaciones en congresos y jornadas nacionales e internacionales. ■

■ Desarrollo de programas de control biológico de plagas para el cultivo de la pera en Jumilla (Murcia) basados en el manejo de los enemigos naturales autóctonos

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia
Investigador responsable	Juan Antonio Sánchez Sánchez
Equipo	Alfredo Lacasa Plasencia Michelangelo La Spina José Isidro Martínez Cascales

OBJETIVOS

1. Estudio de las comunidades de artrópodos fitófagos y enemigos naturales del agroecosistema del cultivo de la Pera en la zona de Jumilla.
 - 1.1. Catalogación de las especies plaga y los enemigos naturales del cultivo de la pera.
 - 1.2. Caracterización de la dinámica poblacional de fitófagos y enemigos naturales en el cultivo de la pera.
 - 1.3. Determinación del papel de la vegetación natural en el mantenimiento de las poblaciones de enemigos naturales o como reservorio de plagas del peral.
 - 1.4 Selección e implementación de métodos de cría masiva para las principales especies de enemigos naturales de la psylla del peral.
 - 1.5. Selección y multiplicación de plantas hospedantes que sirvan como reservorio de enemigos naturales de la psylla del peral.
2. Desarrollo de estrategias para el control de la psylla del peral mediante el empleo de enemigos naturales autóctonos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Como datos más significativos cabe resaltar el haber conseguido catalogar con un buen nivel de detalle la composición de fitófagos y enemigos naturales que integran el cultivo del peral. Se han identificado las plagas clave y secundarias del cultivo, y aquellas susceptibles de convertirse en plaga una vez se cese con la aplicación sistemática de insecticidas que se viene realizando actualmente. Se ha encontrado que el cultivo del peral está habitado por una abundante y diversa comunidad de enemigos naturales que realizan un control notable de las plagas del cultivo. Dichas comunidades de enemigos naturales se establecen únicamente en aquellos cultivos donde se reduce el uso de plaguicidas. Como resultado destacable cabe señalar que las comunidades de enemigos naturales son hacen más ricas y complejas con el paso del tiempo: se ha encontrado mayor diversidad y abundancia de enemigos naturales en aquellas parcelas que llevan varios años con un uso racional productos químicos respetuosos con los enemigos naturales. Los resultados obtenidos indican que existe una alta probabilidad de conseguir el control

de las plagas en el peral de Jumilla mediante el adecuado manejo de la comunidad de enemigos naturales que habitan el cultivo. En las prospecciones del entorno, se ha encontrado algunas especies de plantas hospedan muchos de los enemigos naturales que se encuentran en el peral. La identificación de estas especies de plantas, representa un avance significativo para el diseño de estrategias de control biológico de plagas basadas en la conservación de las poblaciones de enemigos naturales en la vegetación silvestre del entorno del cultivo. La creación de setos en los márgenes de los cultivos se apunta como una estrategia viable para intensificar la inmigración de enemigos naturales al cultivo. ■



Parcela experimental para el desarrollo del control biológico en la pera de Jumilla.

OTRAS LINEAS DE TRABAJO

Control de pulgones de pimiento en invernadero en régimen de producción integrada.

■ Publicaciones científicas y de divulgación

ALFARO, A.; CÓRDOBA, M.C.; CEBRIÁN, M.C.; FONT, I.; JUAREZ, M.; MEDINA, V.; LACASA, A.; SÁNCHEZ, J.A.; PALLÁS, V.; JORDÁ, C. 2007. Avances en el estudio del “torrao” o “cribado” del tomate. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 99-109.

FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; RUIZ, M.; MOLINA, M.V.; LACASA, A.; RUIZ, E. 2008. Connotaciones para el cultivo de pimiento de los residuos de plaguicidas en el suelo. *Actas de Horticultura*, 50: 58-64.

GUERRERO, M.M.; LACASA, C.M.; ROS, C.; MARTÍNEZ, V.; LÓPEZ, M.; MARTÍNEZ, M.C.; BELTRÁN, C.; MONSERRAT, A.; FERNÁNDEZ, P. 2008. Enmiendas orgánicas para biosolarización de suelos de invernaderos de pimiento. *Actas de Horticultura*, 50: 83-88.

GUERRERO, M.M., HERNÁNDEZ, M.A., NEMSA, I., MARTÍNEZ, M.A., MARTÍNEZ, M.C., LACASA, C.M., PORRAS, I., LACASA, A. 2008. Manejo de los restos de poda para el control de *Alternaria alternata pv. citri* en mandarinos Fortuna en el Campo de Cartagena (Murcia). *Actas del Congreso Nacional de Citricultura*. Faro, Algarbe, Portugal, 24-26 Janeiro (en prensa).

GUERRERO, M.M., MARTÍNEZ, M.A., ROS, C., BELLO, A., FERNÁNDEZ, P., MARTÍNEZ, M.C., LACASA, A. 2007. Eficacia de la biosolarización como desinfectante del suelo en invernaderos de pimiento. *Actas de Horticultura*. 48: 451-454.

GUERRERO, M.M.; ROS, C.; LACASA, C.M.; MARTÍNEZ, V.; FERNÁNDEZ, P.; BELLO, A.; LACASA, A. 2008. Control de nematodos en invernaderos de pimiento mediante biosolarización con enmiendas orgánicas. *Actas del VIII Congreso SEAE*, S4, 2 1 -2 10.

LACASA, A.; MARTÍNEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; TORRES, J.; BELTRÁN, C.; ROS, C. 2007. Determinación de la dosis de aplicación de la cloropicrina para la desinfección de suelos de pimiento. *Actas de Horticultura*. 48: 538-541.

LACASA, A.; SÁNCHEZ, J.A.; LACASA, C.M. 2008. Control biológico de trips. En JACAS, J.A.; URBANEJA, A. Eds. *Control biológico de plagas agrícolas*. Phytoma-España. Valencia: 179-197.

LACASA, C.M.; GUERRERO, M.M.; VALERO, E.; MARTÍNEZ, V.; FERNÁNDEZ, P.; TORRES, J.; LACASA, A.; MARTÍNEZ, M.C.; ROS, C. 2008. Comportamiento de variedades de pimiento injertadas sobre patrones para cultivo ecológico. *Actas de Horticultura*, 50: 65-72.

MARTÍNEZ, M.A.; ROS, C.; TORRES, J.; LACASA, A.; BELTRÁN, C.; CANO, A.; GUERRERO, M.M. 2007. Efecto del DMDS+cloropicrina en la desinfección de suelos de invernadero de pimiento. *Actas de Horticultura*. 48: 455-458.

NEMSA, I.; HERNÁNDEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; LACASA, A.; PORRAS, I.; GARCÍA-LIDÓN, A.; ORTUÑO, A.; DEL RÍO, JA. 2008. Localización tisular de la tolerancia a *Alternaria alternata pv. citri* de los frutos cítricos. *Actas del Congreso Nacional de Citricultura*. Faro, Algarbe, Portugal, 24-26 Janeiro (en prensa).



NEMSA, I., HERNÁNDEZ, M A., GUERRERO, M M., MARTÍNEZ, M C., LACASA, C M., PORRAS, I., LACASA, A. 2008. Caracterización patogénica de aislados de *Alternaria alternata* de plantaciones de mandarinos Fortune de la Región de Murcia. *Actas del Congreso Nacional de Citricultura*. Faro, Algarbe, Portugal, 24-26 Janeiro (en prensa).

NÚÑEZ, M.; GUERRERO, M.M.; ROS, C.; LACASA, C.M.; MARTÍNEZ, V.; LACASA, A.; LARREGLA, S. 2008. Efecto de la biosolarización sobre la viabilidad de las oosporas de *Phytophthora capsici* en invernaderos de Murcia y Vizcaya. *Actas del VIII Congreso SEAE*, S4: 3.1-3.12.

PIEDRA BUENA A.; GARCÍA-ÁLVAREZ A.; DÍEZ- ROJO M.A.; ROS C.; FERNÁNDEZ P.; LACASA A.; BELLO A. 2007. Use of pepper crop residues for the control of root-knot nematodes. *Bioresource Technology*. 98: 2846-2851.

ROS, C.; GUERRERO, M.M.; LACASA, C.M.; MARTÍNEZ, V.; DÍAZ, M.A.; CANO, A.; BELLO, A.; LACASA, A. 2008. Combinación de biosolarización o solarización con injerto para el control de *Meloidogyne* en pimiento de invernadero. *Actas del VIII Congreso SEAE*, PII: 22.1-22.11.

ROS, C.; LACASA, C.M.; GUERRERO, M.M.; VALERO, E.; MARTÍNEZ, V.; MARTÍNEZ, M.C.; TORRES, J.; CANO, A.; LACASA, A. 2008. Influencia del punto de corte de la variedad en el rendimiento productivo del pimiento injertado. *Actas de Horticultura*, 50: 221-225.

ROS, C.; MARTÍNEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; TORRES, J.; LACASA, C.M.; LACASA, A.; BELLO, A. Comportamiento de la resistencia a *Phytophthora* y *Meloidogyne* de patrones de pimiento. *Actas de Horticultura*. 48:534-537.

ROS, M., GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, M.T.; LACASA, A.; FERNÁNDEZ, P.; PASCUAL, J.A. 2008. Effects of biosolarization as methyl bromide alternative for *Meloidogyne incognita* control and quality of soil under pepper effect on soil microbial and pepper production. *Biol. Fertil. Soils* (on line).

SÁNCHEZ, J.A. 2008. Factors influencing zoophytophagy in the plantbug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae). *Agriculture and Forest Entomology*. 10: 70-80.

SÁNCHEZ, J.A., A. LACASA, A., ARNO, J., CASTAÑE, C., O. ALOMAR. 2008. Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae) under different temperature regimes. *Journal of Applied Entomology*. En prensa.

SÁNCHEZ, J.A., CÁNOVAS, F., LACASA, A. 2007. Thresholds and management strategies for *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse pepper. *Journal of Economic Entomology*. 100: 123-130.

SÁNCHEZ, J.A., LACASA, A. 2008. Impact of the plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield. *Journal of Economic Entomology*. 101: 1864-1870.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

BELLO, A.; DÍEZ, MA.; LÓPEZ, JA.; TORRES, JM.; GONZÁLEZ, MR.; DÍAZ, E.; BALLESTER, J.; BENÍTEZ, MS.; DELGADO, JR.; LÓPEZ, J.; GUERRERO, MM.; ROS, C.; LÓPEZ-ROBLES, J.; GARCÍA, SC.; ARCOS, SC.; DE CARA, M.; SANTOS, M.; DIAMEZ, F.; TASCÓN, C.; CUBAS, F.; TRUJILLO, E. PERERA, S.; RÍOS, D.; ZANÓN, MJ.; BONORA, V.; HERRERO, J.; SERRANO, MARTÍNEZ, C.; F.; CARREÑO, JM.; LÓPEZ, MM.; ROBERTSON, L.; GARCÍA, A.; LACASA, A.; JORDÁ, C.; TELLO, J. 2008. Soil biodesinfestation and participative research mediterranean horticultural crops. *II Conferencia Internacional sobre Eco-biología del suelo y compost*. Puerto de la Cruz, Tenerife. 26-29 de noviembre.

BELLO, A.; LÓPEZ, JA.; DÍAZ, E.; GONZÁLEZ, MR.; BENÍTEZ, MS.; DELGADO, JR.; DÍEZ, MA.; LÓPEZ, J.; ROBERTSON, L.; ESCUER, M.; GUERRERO, MM.; ROS, C.; LÓPEZ-ROBLES, J.; PERERA, S.; ARCOS, SC.; ABOLAFIA, J.; JIMÉNEZ, D.; GARCÍA, V.; SERRANO, F.; TORRES, JM.; DE CARA, M.; BONORA, V.; HERRERO, J.; MARTÍNEZ, C.; CARREÑO, JM.; LÓPEZ, MM.; GARCÍA, A.; NAVAS, A.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 2008. Investigación y transferencia en el cultivo de papa ecológica. La importancia del conocimiento campesino. *II Conferencia Internacional sobre Eco-biología del suelo y compost*. Puerto de la Cruz, Tenerife. 26-29 de noviembre.

FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; RUIZ, M.; MOLINA, M.V.; LACASA, A.; RUIZ, E. 2008. Connotaciones para el cultivo de pimiento de los residuos de plaguicidas en el suelo. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH*. Paiporta Valencia, 4-6 de junio.

FERNÁNDEZ, P.; PASCUAL, J.A.; LACASA, A. 2008. Aspectos físicos, químicos y medioambientales de la biosolarización en invernaderos de pimiento. *VIII Congreso de la SEAE*. Bullas, Murcia. 17-20 de septiembre.

GUERRERO, M. M.; ROS, C.; DÍEZ, M A.; LÓPEZ-PÉREZ, J A.; MARTÍNEZ, M. A.; LACASA, C M.; BELLO, A.; LACASA, A.; 2008. Biosolarisation as an alternative to methyl bromide in protected pepper crops in Spain. *Thrid International Biofumigation Symposium*. Canberra ACT Australia. 21-25 julio.

GUERRERO, M M., HERNÁNDEZ, M A., NEMSA, I., MARTÍNEZ, M A., MARTÍNEZ, M C., LACASA, C M., PORRAS, I., LACASA, A. 2008. Manejo de los restos de poda para el control de *Alternaria alternata* pv. *citri* en mandarinos Fortuna en el Campo de Cartagena (Murcia). *2º Congreso Nacional de Citricultura*. Faro, Algarbe, Portugal, 24-26 de Janeiro

GUERRERO, M.M.; LACASA, C.M.; ROS, C.; MARTÍNEZ, V.; LÓPEZ, M.; MARTÍNEZ, M.C.; BELTRÁN, C.; MONSERRAT, A.; FERNÁNDEZ, P. 2008. Enmiendas orgánicas para biosolarización de suelos de invernaderos de pimiento. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH*. Paiporta Valencia, 4-6 de junio.

GUERRERO, M M., MARTÍNEZ, MA.; MARTÍNEZ, MC.; CONTRERAS, J.; FERNÁNDEZ, JA.; MARTÍNEZ, JA.; LACASA, A. BIELZA, P. 2008. Marchitez de plantas injertadas de



tomate: efecto del PeMV o incompatibilidad. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo. 16-20 de septiembre.

GUERRERO, M.M., MARTÍNEZ, M.A., ROS, C., BELLO, A., FERNÁNDEZ, P., MARTÍNEZ, M.C., LACASA, A. 2008. Eficacia de la biosolarización como desinfectante del suelo en invernaderos de pimiento. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, organizado por la SECH*. Albacete, 24-27 abril.

GUERRERO, M.M.; NEMSA I.; MARTÍNEZ, M.C.; LACASA, C.; PORRAS, I.; LACASA, A. 2007. Manejo de los restos de poda para el control de *Alternaria alternata* pv. *citri* en mandarinos Fortuna en el Campo de Cartagena. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, organizado por la SECH*. Albacete, 24-27 abril.

GUERRERO, M.M.; ROS, C.; LACASA, C.M.; MARTÍNEZ, V.; FERNÁNDEZ, P.; BELLO, A.; LACASA, A. 2008. Control de nematodos en invernaderos de pimiento mediante biosolarización con enmiendas orgánicas. *VIII Congreso de la SEAE*. Bullas, Murcia. 17-20 de septiembre.

LACASA, A.; MARTÍNEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; TORRES, J.; BELTRÁN, C.; ROS, C. 2008. Determinación de la dosis de aplicación de la cloropicrina para la desinfección de suelos de pimiento. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, organizado por la SECH*. Albacete, 24-27 abril.

LACASA, C.M.; GUERRERO, M.M.; VALERO, E.; MARTÍNEZ, V.; FERNÁNDEZ, P.; TORRES, J.; LACASA, A.; MARTÍNEZ, M.C.; ROS, C. 2008. Comportamiento de variedades de pimiento injertadas sobre patrones para cultivo ecológico. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH*. Paiporta Valencia, 4-6 de junio.

MARTÍNEZ, M.A.; ROS, C.; TORRES, J.; LACASA, A.; BELTRÁN, C.; CANO, A.; GUERRERO, M.M. 2008. Efecto del DMDS+cloropicrina en la desinfección de suelos de invernadero de pimiento. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, organizado por la SECH*. Albacete, 24-27 abril.

NEMSA, I., HERNÁNDEZ, M A., ÁLVAREZ, N., MARTÍNEZ, MC., GUERRERO, M M., PORRAS, I., ORTUÑO, A., DEL RÍO, JA, LACASA, A. 2008. Sensibilidad del fruto de Fortune a *Alternaria alternata* pv. *citri* según el estado de desarrollo. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo. 16-20 de septiembre.

NEMSA, I., HERNÁNDEZ, M A., GUERRERO, M M., LACASA, A., PORRAS, I., GARCÍA-LIDÓN, A., ORTUÑO, A., DEL RÍO, JA. 2008. Localización tisular de la tolerancia a *Alternaria alternata* pv. *citri* de los frutos cítricos. *2º Congreso Nacional de Citricultura*. Faro, Algarbe, Portugal, 24-26 de Janeiro.

NEMSA, I., HERNÁNDEZ, M A., GUERRERO, M M., MARTÍNEZ, M C., LACASA, C M., PORRAS, I., LACASA, A. 2008. Caracterización patogénica de aislados de *Alternaria alternata* de plantaciones de mandarinos Fortune de la Región de Murcia. *2º Congreso Nacional de Citricultura*. Faro, Algarbe, Portugal, 24-26 de Janeiro

NÚÑEZ, M.; GUERRERO, M.M.; ROS, C.; LACASA, C.M.; MARTÍNEZ, V.; LACASA, A.; LARREGLA, S. 2008. Efecto de la biosolarización sobre la viabilidad de las oosporas de *Phytophthora capsici* en invernaderos de Murcia y Vizcaya. *VIII Congreso de la SEAE*. Bullas, Murcia. 17-20 de septiembre.

PASCUAL, J.A.; LLORET, E.; MERCADER, D. FERNÁNDEZ, P.; LACASA, A. 2008. Implicaciones medioambientales de la biosolarización en cuanto a la lixiviación de nitratos. Estudios sobre columna de suelo inalterado. *VIII Congreso de la SEAE*. Bullas, Murcia. 17-20 de septiembre.

ROS, C., GUERRERO, M M., LACASA, CM., MARTÍNEZ, V., CANO, A., LACASA, A., CENIS, JL., MARTÍNEZ, C. 2008. Comportamiento de la resistencia a *Meloidogyne* en pimiento. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo. 16-20 de septiembre.

ROS, C., GUERRERO, M M., LACASA, CM., MARTÍNEZ, V., CANO, A., MARTÍNEZ, MC., GONZÁLEZ, A., LACASA, A. 2008. Control de nematodos en cultivos de pimiento mediante biosolarización e injerto. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo. 16-20 de septiembre.

ROS, C.; GUERRERO, M.M.; LACASA, C.M.; MARTÍNEZ, V.; DÍAZ, M.A.; CANO, A.; BELLO, A.; LACASA, A. 2008. Combinación de biosolarización o solarización con injerto para el control de *Meloidogyne* en pimiento de invernadero. *VIII Congreso de la SEAE*. Bullas, Murcia. 17-20 de septiembre.

ROS, C.; GUERRERO, M.M.; MARTÍNEZ, M.A.; TORRES, J.; MARTÍNEZ, M.C.; BELLO, A.; LACASA, A. 2008. Manejo integrado de la resistencia a *Meloidogyne incognita* en pimiento de invernadero. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, organizado por la SECH*. Albacete, 24-27 abril.

ROS, C.; MARTÍNEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; TORRES, J.; LACASA, C.M.; LACASA, A.; BELLO, A. 2007. Comportamiento de la resistencia a *Phytophthora* y *Meloidogyne* de patrones de pimiento. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, organizado por la SECH*. Albacete, 24-27 abril.

ROS, C.; LACASA, C.M.; GUERRERO, M.M.; VALERO, E.; MARTÍNEZ, V.; MARTÍNEZ, M.C.; TORRES, J.; CANO, A.; LACASA, A. 2008. Influencia del punto de corte de la variedad en el rendimiento productivo del pimiento injertado. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH*. Paiporta Valencia, 4-6 de junio.

Equipo de Virología

■ Diagnóstico de virosis en vid

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2005-00201-C03-02
Investigador responsable	Ventura Padilla Villalba
Equipo	Beatriz García de Rosa Carlos V. Padilla Martínez Isidro Hita Gambín

OBJETIVOS

La finalidad de este proyecto se estableció conforme a la importancia de las virosis más insidiosas en vid y, particularmente, del virus del enrollado y sus serotipos 1,2 y 3 (LR1, LR2 y LR3). Nuestro laboratorio, como subproyecto, se incorporó al desarrollo del proyecto incidiendo en el diagnóstico mediante las técnicas ELISA en coordinación con centros de Galicia y del País Vasco, e individualmente empleando la técnica de PCR.

RESULTADOS OBTENIDOS

Diagnóstico mediante la técnica ELISA:

El material vegetal utilizado consistió en pámpanos y sarmientos de cepas de Tempranillo de La Rioja Alavesa

Se analizaron 30 muestras correspondientes a los tipos LR1 y LR3, y otras 26 frente al LR2; utilizando anticuerpos de Agritest (A), Bioreba (B) y Sediag (S).

Muestra	Lugo	Vitoria	Murcia
	LR 1		
3	+(S)	+(A,B,S)	+(A,B,S)
4			+(S)
5	+(A,S)	+(A,B,S)	+(A,B,S)
16	+(S)		
17	+(A,S)	+(A,B,S)	+(A,B,S)
20	+(A)	+(A)	+(A,B,S)
21	+(A,B,S)	+(A,B,S)	+(A,B,S)
22	+(A,S)	+(A,B,S)	+(A,B,S)

Muestra	Lugo	Vitoria	Murcia
	LR 2		
4			+(S)
5	+(A,B)	+(A,B)	+(S)
7			+(S)
9			+(S)
11		+(A,B,S)	+(S)
13	+(A,)	+(A,B)	+(A,S)

Muestra	Lugo	Vitoria	Murcia
	LR2		
15	+(S)	+(B,S)	+(S)
18	+(B,S)	+(B)	+(B,S)
19		+(A,B)	+(S)
20		+(A,B)	
21		+(A,B)	+(S)
22	+(B,S)	+(A,B)	+(S)
23		+(B)	
24	+(B,S)	+(A,B,S)	+(A,S)
25	+(B,S)	+(B)	+(S)
26	+(B,S)	+(B,S)	+(S)

Muestra	Lugo	Vitoria	Murcia
	LR3		
1	+(A,B)	+(A,B)	+(A,B)
2		+(A)	+(A)
3		+(A,B)	+(B)
5	+(A,B)	+(A,B)	+(A,B)
7		+(A,B)	+(A,B)
17	+(A,B)	+(A,B,S)	+(A,B)
18	+(A,B)	+(A,B)	+(A,B)

De los datos anteriores podemos sacar las siguientes conclusiones:

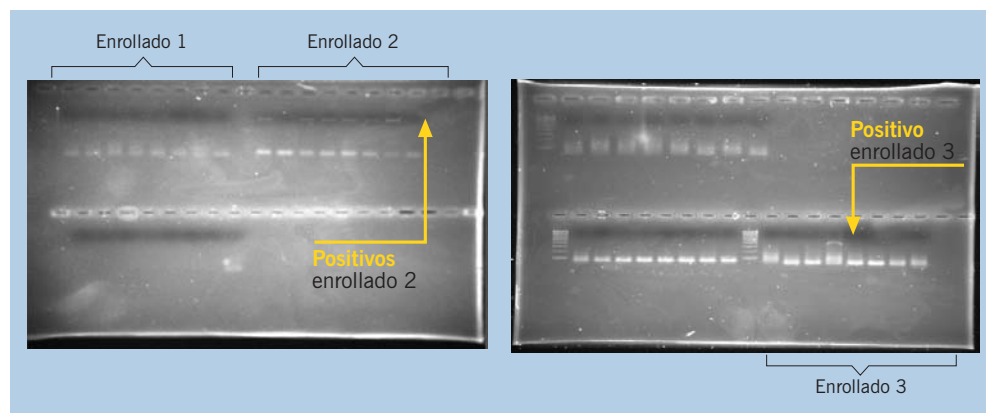
LR1: Mejores resultados con Agritest

LR2: Mejores resultados con Bioreba y Sediag

LR3: Mejores resultados con Agritest y Bioreba

Diagnóstico mediante la técnica PCR:

En cuanto a la aplicación de la PCR, tratando de dilucidar la forma de obtener resultados válidos para el diagnóstico de los tres tipos de enrollado, se ha logrado con LR2 y LR3. ■



Análisis de muestras de enrollado 1, 2 y 3 en cv. Tempranillo.

■ Calidad de las variedades vegetales y certificación de los materiales de reproducción. Control sanitario de certificación de vid

Entidad financiadora y Referencia	Oficina Española de Variedades Vegetales
Investigador responsable	Ventura Padilla Villalba
Equipo	Isidro Hita Gambín
	Beatriz García de Rosa
	Carlos V. Padilla Martínez

OBJETIVOS

Responden a la necesidad de disponer de planta de calidad de vid, en las categorías de material inicial, base y certificado, a partir de prospecciones clonales y obtenciones varietales llevadas a cabo en las Comunidades Autónomas y Viveros seleccionadores; así como aquel material vegetal vitícola importado, cuyo estado sanitario debe conocerse, frente a las virosis consideradas en la actual legislación (Entrenudo corto infeccioso, Mosaico del arabis, Enrollado -serotipos 1 y 3- y Jaspeado) (Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de vid, R.D. 21 de febrero de 2006). Así mismo, controlamos anualmente el campo de material inicial que la Oficina Española de Variedades Vegetales mantiene en Aranjuez.

RESULTADOS OBTENIDOS

En el año 2007 recibimos 115 clones procedentes de Castilla-León, País Vasco, Aragón, Cataluña, Navarra, Madrid y Galicia, correspondientes a las viníferas:

Bruñal, Bastardillo chico, Puesta en cruz, Prieto picudo oval, Tinta Jeromo, Mandón, Bastardillo serrano, Godello, Malvasía, Hondarrabi zuri, Parraleta, Mazuela, Garnacha negra, Brancellao y Souson.

En el año 2008 fueron 176 clones candidatos a cabeza de clon los que llegaron para su evaluación sanitaria, provenientes de País Vasco, Madrid, Castilla-León, La Rioja, Baleares, Cataluña, Galicia y Aragón, correspondientes a las viníferas:

Tempranillo, Graciano, Bruñal, Mandón, Bastardillo chico, Tinta Jeromo, Prieto picudo oval, Rufete, Puesta en cruz, Moscatel de grano menudo, Malvasía, Gorgollosa, Giró ros, Giró negre, Argamusa, Mancés de Cabdell, Mancés de Tibús, Gafarró, Escursac, Calop negre, Garrut, Brancellao, Sousón, Treixadura y Derechera de Muniesa.

El diagnóstico se llevó a efecto con la técnica ELISA en su variante Sandwich Das, y mediante indexage biológico, usando los indicadores Vitis Rupestris de Lot y Cabernet Sauvignon, apoyando también merced a la utilización de la PCR.



Año 2007:

Los resultados corresponden a los candidatos a cabeza de clon recibidos en el año 2004, después de haber sido sometidos a las técnicas de diagnóstico ya citadas.

Index positivos, con la siguiente distribución:

<u>FL</u>	<u>Fk</u>	<u>ArMV</u>	<u>LR1</u>	<u>LR2</u>	<u>LR3</u>	<u>LR6</u>	<u>LR7</u>	<u>LR1+LR3</u>	<u>LR1+3+Fk</u>	<u>LR2+Fk</u>
0	6	1	1	7	7	1	1	2	3	4
<u>LR1+Fk</u>	<u>LR1+LR3+Fk</u>	<u>LR1+LR2</u>	<u>LR2+LR6</u>	<u>LR3+Fk</u>	<u>LR3+LR7+Fk</u>					
1	3	3	2	1	1					

Resultando 20 candidatos a cabeza de clon, exentos de las virosis consideradas en la legislación.

Año 2008:

Los resultados corresponden a los candidatos a cabeza de clon recibidos en el año 2005, después de haber sido sometidos a las técnicas de diagnóstico ya citadas.

Index positivos:

<u>FL</u>	<u>Fk</u>	<u>ArMV</u>	<u>LR1</u>	<u>LR2</u>	<u>LR3</u>	<u>FL+LR2</u>	<u>LR2+Fk</u>	<u>LR1+LR2</u>
0	1	1	1	5	3	1	1	1

Resultando 33 candidatos a cabeza de clon, exentos de las virosis consideradas en la legislación.

Como curiosidad hemos de señalar la aparición del Virus del mosaico del arabis, aun cuando de manera muy puntual y en un solo index, habiendo sido detectado en Moscatel de grano menudo procedente de Castilla-Leon. ■

Leyenda: FL: Entrenudo corto infeccioso (Fanleaf)

Fk: Jaspeado (Fleck)

ArMV: Mosaico del Arabis (Arabis Mosaic Virus)

LR1: Enrollado tipo 1 (Leafroll, 1)

LR2, LR3, LR6, LR7: Enrollado tipo 2, tipo 3, tipo 6, tipo 7

■ Caracterización, saneamiento y conservación de material vegetal vitícola en Baleares

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA04-00175-CO3-2
Investigador responsable	Ventura Padilla Villalba
Equipo	Isidro Hita Gambín Beatriz García de Rosa Carlos V. Padilla Martínez

OBJETIVOS

Este subproyecto realizado en el IMIDA, se ha centrado en el diagnóstico de las virosis consideradas en la actual legislación, incluyendo el serotipo 2 del virus del enrollado; es decir: degeneración infecciosa, jaspeado y serotipos 1, 2 y 3 de enrollado.

La técnica empleada es ELISA-sandwich DAS.

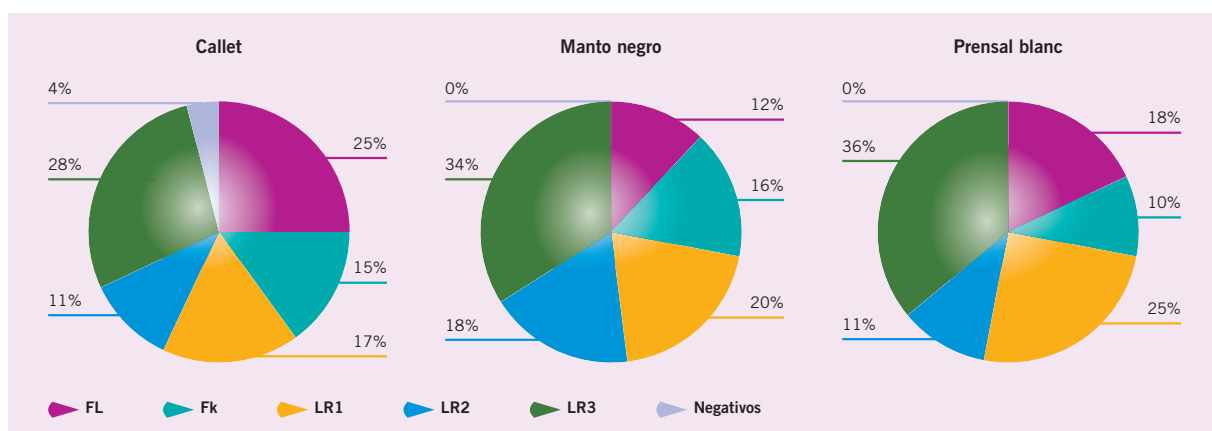
El material vegetal objeto del trabajo corresponde a preselecciones clonales e injertado en las Denominaciones de Origen Binissalem y Pla y Llevant en Palma de Mallorca.

Los cultivares sometidos a control sanitario son: Manto negro, Callet y Prensall blanc (Moll), actuando sobre 17 candidatos a cabeza de clon en Manto negro, 78 de Callet y 35 de Prensall.

El tejido y el momento fenológico elegido es: madera en invierno, hojas enteras en primavera y hojas adultas en otoño. ■

RESULTADOS OBTENIDOS

CV	Nº de cepas	Nº de muestras	Positivos sobre muestras					Negativos
			FL	Fk	LR1	LR2	LR3	
Callet	78	241	141	85	96	65	155	24
Manto negro	17	17	6	8	10	9	17	0
Prensall blanc	35	110	57	32	79	33	110	0



■ Red de laboratorios para la armonización de diagnósticos serológicos con fines de certificación

Entidad financiadora y Referencia	Oficina Española de Variedades vegetales
Investigador responsable	Ventura Padilla Villalba
Equipo	Isidro Hita Gambín Beatriz García de Rosa Carlos V. Padilla Martínez

OBJETIVOS

La creación de esta red integrada por los Laboratorios de Sanidad Vegetal de la distintas CCAA y el IMIDA, responde a la necesidad de establecer criterios claros acerca de los procedimientos utilizados en cada laboratorio, tipo de tejido (madera, hoja, etc.) para analizar y estado fenológico para el muestreo según virosis; así como el antisuero comercial a utilizar, utilizando la técnica serológica ELISA-sandwich Das.

RESULTADOS OBTENIDOS

El IMIDA envió a los laboratorios participantes las muestras correspondientes en los momentos y estados vegetativos más oportunos

De forma resumida hemos de señalar que con los virus del entrenudo corto infeccioso (FL) y del jaspeado (Fk), los datos proporcionados por cada laboratorio mostraron una afinidad muy similar entre los distintos laboratorios, siempre y cuando se realicen los análisis conforme al estado fenológico apropiado, que en el caso del FL responde muy bien con cualquier tipo de tejido y época, y en el caso del Fk hay buenos resultados si se utilizan hojas extendidas (estado E y F) y antes de que las temperaturas se eleven de manera considerable.

En cuanto al complejo del virus del enrollado (LR), hemos comprobado que existen diferencias significativas entre laboratorios partiendo del mismo material vegetal (hojas enviadas por el IMIDA que previamente habían sido analizadas por nosotros), entre otras razones debido a la dispersión en el floema de este virus y sus diferentes serotipos, habiendo hojas y zonas de ellas que tienen mayor o menor carga de viriones.

También hemos comprobado la importancia de hacer las lecturas (D.O.) a los 30, 60, 120 minutos o a las 24 horas, como es el caso del LR 1.

Así mismo hemos constatado la importancia de utilizar el mismo antisuero y lote, para que los resultados sean lo más uniformes posibles. ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

PADILLA, V.; HITA, I.; GARCIA DE ROSA, B.; PADILLA, C.V.; SALMERON, E.; CRETAZZO, E. 2007. Virosis de la vid. Situación por Comunidades Autónomas. *Viticultura y Enología Profesional. Nutrifitos*. 113:6-13.

PADILLA, C.V.; HITA, I.; SALMERON, E.; PADILLA, V. 2007. Malas hierbas en el olivar. *Agrícola Vergel*. 234-236.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

ABELLEIRA, A.; MANSILLA, J.P.; PADILLA, V.; HITA, I.; CABALEIRO, C.; LEGORBURU, F.J. 2008. Primeras detecciones del virus del mosaico del arabis (ArMV) sobre vid en España. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo, 16-20 de septiembre.

MARIN, A.; GONZALEZ, J.; GARCIA, B.; PADILLA, C.V.; HITA, I.; MARTINEZ, J.J.; OCHOA, J.; PADILLA, V. 2008. Recuperación del cultivar de uva de transformación Meseguera en el Campo de Cartagena. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo, 16-20 de septiembre.

PADILLA, V.; HITA, I.; GARCIA DE ROSA, B.; SALMERON, E.; PADILLA, C.V. 2008. Factores relacionados con el diagnóstico de virosis en la vid. *23 Reunión anual del grupo de trabajo de experimentación en viticultura y enología*. Zaragoza.



DEPARTAMENTO DE
CITRICULTURA





Equipo de Citricultura

Comportamiento fisiológico y variabilidad genética de los cítricos en relación con la tolerancia a los estreses abióticos

Entidad financiadora y Referencia	MEC. AGL2006-11319-C04-04/AGR
Investigador responsable	Pablo Botía Ordaz
Equipo	Ignacio Porras Castillo Juan Gabriel Pérez Pérez Olaya Pérez Tornero Juan Miguel Robles García Manuel Sánchez Baños Isabel García Oller

OBJETIVOS

Proyecto multidisciplinar coordinado por cuatro grupos de investigación pertenecientes al CEBAS-CSIC (Murcia), IVIA (Valencia), Universidad Jaume I (Castellón) e IMIDA (Murcia), cuyo objetivo general es el de estudiar el comportamiento de los cítricos en relación a su tolerancia a estreses abióticos.

Por su parte, el grupo de Citricultura del IMIDA, aborda los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar la respuesta agronómica de diferentes variedades de cítricos sobre patrones con diferente comportamiento a la salinidad y al estrés hídrico en un cultivo comercial. Efecto del patrón y la variedad.
- Estudiar las respuestas fisiológicas a la salinidad y al estrés hídrico de diferentes variedades de cítricos sobre patrones tolerantes y sensibles.
- Respuestas a salinidad y estrés hídrico in vitro en patrones de cítricos (*Citrus macrophylla*, “naranja amargo”, “Carrizo” y “Cleopatra”).
- Optimización de estrategias de riego deficitario en diferentes combinaciones patrón-injerto. Viabilidad económica en las condiciones edafoclimáticas del sureste español.
- Generar variabilidad genética mediante mutagénesis inducida en patrones de cítricos (*Citrus macrophylla* y “Naranja amargo”). Micropropagación de material adulto de cítricos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Respuesta de fisiológica de los cítricos a la salinidad y la sequía

Entre los estudios realizados por el grupo del IMIDA, pueden destacarse los que se han llevado a cabo en condiciones de campo para evaluar separadamente la respuesta del limonero “Fino 49” en condiciones de sequía y salinidad, con el fin de poder identificar y comparar los mecanismos fisiológicos y morfológicos de adaptación en estas condiciones de estrés abiótico respecto a las relaciones hídricas, ajuste osmótico y a parámetros de intercambio gaseoso.

Los cítricos son considerados una especie sensible a situaciones de estrés. Tanto la sequía como la salinidad provocan baja disponibilidad de agua en el suelo por lo que es muy probable que la planta pueda sufrir situaciones de estrés hídrico. En condiciones de sequía se han observado diferentes mecanismos en respuesta al estrés aplicado como el cierre parcial del estoma para evitar un descenso rápido del turgor, implicando reducciones en la fotosíntesis (Pérez-Pérez et al 2007). En cambio, en condiciones de salinidad la acumulación de solutos como el Cl^- y/o el Na^+ contribuyeron en procesos de ajuste osmótico ayudando a mantener el turgor de la hoja (García-Sánchez y Syvertsen, 2006).

El ensayo se llevó a cabo en una parcela experimental del IMIDA de 2 ha ubicada en el término municipal de Torre Pacheco, en árboles de 14 años de edad de la variedad de limonero “Fino 49” injertada sobre *Citrus macrophylla* Wester con un marco de plantación de 3 x 8 m. Se diseñó un sistema experimental bifactorial con tres tratamientos de riego y 2 tipos de hoja con bloques al azar (3 árboles controlados por bloque y tres bloques por tratamiento). El sistema de riego consta de 2 líneas portagoteros por tratamiento con 6 goteros autocompensantes de 4 L h⁻¹ por árbol. Se establecieron 3 tratamientos de riego, un tratamiento control (100 % ETc), un tratamiento de sequía (0% ETc desde el 15 de mayo hasta el 7 de julio) y un tratamiento de salinidad (30 mM Na Cl, desde el 1 de marzo hasta el 7 de julio). Respecto al tipo de hoja, se estudiaron 2 tipos de hoja, por un lado la hoja madura (brotación de febrero-marzo) y por otro lado la hoja inmadura (brotación de mayo-junio).

El origen del estrés tuvo mucha importancia en las relaciones hídricas en condiciones de elevada demanda evaporativa (julio) mostrando una diferente respuesta entre árboles sometidos a sequía y a salinidad. Estos estreses aplicados mostraron un comportamiento diferente respecto a las relaciones hídricas de la planta. La sequía provocó un descenso contenido relativo de agua (CRA), del potencial hídrico de xilema (Ψ_x) y del potencial osmótico (Π), pero no fue capaz de mantener el turgor (T) en ambos tipos de hoja (Tabla 1). Sin embargo, el potencial osmótico a plena turgencia (Π_{100}) no mostró ningún cambio debido a la sequía por lo tanto, no se puso de manifiesto ningún mecanismo osmótico de adaptación a la sequía. La ausencia de un efecto significativo sobre el CRA_0 es soportado por la ausencia de cambios significativos en el módulo de elasticidad (ϵ) en ambos tipos de hoja sometida a sequía (Tabla 1). Sin embargo, no se observó ningún proceso de deshidratación debido a la salinidad, aunque si hubo ajuste osmótico (AO) (Tabla 1), que mejoró el estado hídrico de la planta en condiciones de salinidad, sobretudo en hojas maduras. Ambos tipos de hoja sometidas a salinidad se ajustaron osmóticamente como muestra el descenso significativo del Π_{100} y valores más altos de AO, mientras que en sequía dicho efecto no ocurrió. Valores altos de T y ϵ , y bajos de Π_{100} y Π_0 en hojas maduras salinizadas comparado con el tratamiento control indicó un proceso de endurecimiento y puede representar un mecanismo fundamental de adaptación a la salinidad. Por lo tanto, un déficit hídrico en el suelo debido a la sequía afecta más negativamente las relaciones hídricas de la planta que la salinidad, que manifestó mecanismos osmóticos y elásticos de adaptación para mantener el turgor de la hoja.

Tabla 1 Valores medios del potencial hídrico de xilema (Ψ_x), potencial osmótico (Π) y potencial de turgor (T) y los diferentes componentes del análisis de isotermas presión-volumen (CRA_0 , Π_0 , Π_{100} , ϵ , AO) para los diferentes tratamientos y tipos de hoja al final del experimento.

		CRA (%)	Ψ_x (MPa)	Π (MPa)	T (MPa)	CRA_0 (%)	Π_0 (MPa)	Π_{100} (MPa)	ϵ (MPa)	AO (MPa)
Inmaduras	Control	92.0	-1.20	-1.54	0.33	87.3	-1.98 a	-1.57	10.4	0.00
	Sequía	87.7	-2.26	-1.67	0.00	88.5	-1.97 a	-1.64	14.2	0.07
	Salinidad	93.8	-1.09	-1.53	0.45	89.7	-1.95 a	-1.65	15.0	0.08
Maduras	Control	92.9	-1.00	-1.57	0.57	87.8	-1.98 a	-1.60	11.8	0.00
	Sequía	86.9	-2.11	-1.89	0.00	86.9	-2.04 a	-1.53	12.0	-0.07
	Salinidad	92.3	-1.12	-1.83	0.72	88.3	-2.23 b	-1.83	14.3	0.23
ANOVA	Edad de la hoja	n.s.	*	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
	Tratamiento	***	***	*	***	n.s.	n.s.	*	*	*
	Edad hoja x Tratamiento	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

*, **, ***, "n.s." indican diferencias significativas a $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ y no significativas respectivamente. Para cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al 95% según el test de Rango Múltiple de Duncan.

De los análisis de osmolitos efectuados, se deriva que en ambos tipos de hoja, el ajuste osmótico (AO) observado en hojas salinizadas fue debido principalmente a una mayor acumulación de Cl^- , ya que el Na^+ tuvo una contribución osmótica (CO) similar a las hojas del tratamiento control (Tabla 2). La acumulación foliar de Cl^- puede ser un proceso pasivo el cual depende de la transpiración, por este motivo es posible que la mayor acumulación de Cl^- en hojas adultas sea debido al mayor tiempo de exposición al tratamiento de salinidad. La sequía produjo cambios en la CO pero ello no supuso alteraciones significativas del Π_{100} en ambos tipos de hoja. En hojas inmaduras la sequía aumentó la CO de compuestos inorgánicos como el K^+ y el Mg^{+2} , pero el Π_{100} fue compensado por un descenso del CO de otros compuestos como la glucosa. Por otro lado, la sequía solo aumentó la CO de la prolina en hoja inmadura, en cambio la salinidad mostró un comportamiento diferente ya que en hoja inmadura aumentó ligeramente su CO mientras que en hoja madura descendió significativamente (Tabla 2). Pese al aumento del contenido

Tabla 2 Contribución de solutos al potencial osmótico a plena turgencia para los diferentes tratamientos y tipos de hoja al final del experimento.

		Componentes inorgánicos (MPa)					Componentes orgánicos (MPa)			
		K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	Glucosa	Fructuosa	Sacarosa	Prolina
Inmaduras	Control	-0.19 a	-0.05 a	-0.04 a	-0.004	-0.01 a	-0.17	-0.02	-0.02	-0.02 a
	Sequía	-0.26 b	-0.10 a	-0.07 b	-0.005	-0.01 a	-0.11	-0.02	-0.04	-0.05 b
	Salinidad	-0.20 a	-0.06 a	-0.03 a	-0.007	-0.04 b	-0.16	-0.03	-0.03	-0.04 ab
Maduras	Control	-0.32 c	-0.25 c	-0.11 c	-0.002	-0.04 b	-0.03	-0.01	-0.09	-0.09 c
	Sequía	-0.30 bc	-0.17 b	-0.08 b	-0.002	-0.03 ab	-0.02	-0.01	-0.08	-0.08 c
	Salinidad	-0.27 bc	-0.17 b	-0.06 b	-0.003	-0.16 c	-0.05	-0.03	-0.07	-0.04 ab
ANOVA	Edad de la hoja	***	***	***	***	***	***	n.s.	***	***
	Tratamiento	*	n.s.	***	n.s.	***	**	*	n.s.	**
	Edad hoja x Tratamiento	*	**	***	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	**

*, **, ***, "n.s." indican diferencias significativas a $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ y no significativas respectivamente. Para cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al 95% según el test de Rango Múltiple de Duncan.

de prolina en condiciones de sequía, su CO apenas participó en el Π_{100} por lo que es posible que la prolina no tenga un efecto osmótico importante en la hoja, al igual que ocurre en condiciones de salinidad. Es posible que la prolina actúe como osmoprotector de enzimas citosólicos y de estructuras celulares. La prolina puede estar envuelta en la captura de radicales libres, protegiendo así las estructuras celulares frente al daño oxidativo y además servir de reserva de carbono y nitrógeno para el desarrollo una vez finalizada la fase de estrés. Probablemente la acumulación de prolina en condiciones de estrés hídrico es un resultado de la reacción del tejido al daño por estrés más que una respuesta a la aclimatación o adaptación al estrés aplicado. De este modo la mayor concentración de prolina en hojas inmaduras sometidas a sequía que en las sometidas a salinidad indica que la sequía produjo un mayor daño en la hoja que la salinidad, y siendo más sensibles a la sequía las hojas inmaduras que las maduras.

Respecto a los parámetros de intercambio gaseoso, la sequía aplicada hizo que la tasa de asimilación neta de CO_2 (A_{CO_2}) descendiera en ambos tipos de hoja, por debajo de los controles (Tabla 3), mientras que la salinidad no provocó ninguna alteración significativa en los parámetros de intercambio gaseoso. El descenso de la conductancia estomática (g_s) en condiciones de sequía fue en parte el responsable del descenso de la A_{CO_2} puesto que hubo una paralela disminución de la concentración intercelular de CO_2 (C_i) producida por el cierre estomático (Tabla 3). Asimismo, el aumento de la eficiencia intrínseca de

Tabla 3 Promedio de los parámetros de intercambio gaseoso: tasa de asimilación neta de CO_2 (A_{CO_2} , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), conductancia estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiración (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentración intercelular de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiencia instantánea (A_{CO_2}/E , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$) y eficiencia intrínseca de intercambio gaseoso (A_{CO_2}/g_s , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) para los diferentes tratamientos y tipos de hoja al final del experimento.

		A_{CO_2}	g_s	E	A_{CO_2}/E	A_{CO_2}/g_s	C_i
Inmaduras	Control	8.38	0.144	2.17	3.81	56	275
	Sequía	5.00	0.067	1.23	4.14	79	255
	Salinidad	6.64	0.117	1.84	3.51	55	281
Maduras	Control	8.69	0.140	2.13	3.92	63	271
	Sequía	6.02	0.087	1.52	3.97	69	264
	Salinidad	8.64	0.144	2.12	4.00	60	273
ANOVA	Edad de la hoja	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Tratamiento	*	***	***	n.s.	**	*
	Edad hoja x Tratamiento	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*, **, ***, "n.s." indican diferencias significativas a $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ y no significativas respectivamente. Para cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al 95% según el test de Rango Múltiple de Duncan.

intercambio gaseoso (A_{CO_2}/g_s) frente a la eficiencia instantánea (A_{CO_2}/E) en condiciones de sequía, pone de manifiesto que la planta respondió activamente al estrés aplicado mediante la regulación estomática (descenso de g_s y E) evitando la pérdida de agua por transpiración e incrementando A_{CO_2}/g_s . La relación lineal positiva obtenida entre el potencial de turgor y la conductancia estomática ($R=0.73$, $p < 0.01$) indicó que el cierre estomático intervino como un mecanismo de protección y ayudó a la planta para mantener o recuperar el turgor en condiciones de sequía. Por otro lado, el mantenimiento de A_{CO_2} , g_s y E similares al control bajo condiciones de salinidad (30 mM NaCl) durante poco más de 4 meses indicó que la acumulación de Cl^- en hoja no alcanzó niveles tóxicos por lo que no fue

suficiente para alterar el correcto funcionamiento del aparato fotosintético. En definitiva, la sequía provocó mayores alteraciones sobre los parámetros de intercambio gaseoso que la salinidad, desencadenando diferentes mecanismos como el cierre estomático para evitar la pérdida de agua y como consecuencia una reducción de A_{CO_2} .

Evaluación de la rentabilidad económica de las estrategias de riego deficitario en cítricos

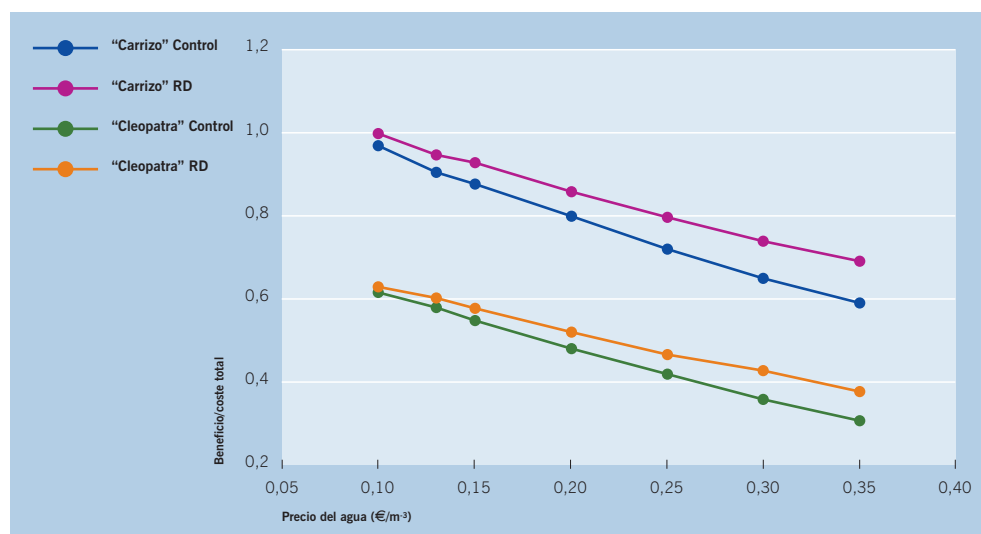
Otro de los objetivos abordados en este proyecto se refiere a estudios sobre la viabilidad económica de algunas de las estrategias de riego deficitario ensayadas por nuestro grupo en los últimos años. Así, para una de las variedades más estudiadas, naranjos de la variedad Lane late (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) sobre dos patrones diferentes: mandarino “Cleopatra” (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka) y citrange “Carrizo” (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* L, se ha evaluado la rentabilidad de una estrategia de riego deficitario (RD), consistente en la aplicación del 100% de la necesidades del cultivo durante todo el ciclo salvo en los periodos I y III de crecimiento del fruto, comparado con un control. Entre los resultados más relevantes de este estudio, se destaca que las diferencias más importantes se encontraron entre los dos patrones estudiados, mostrando “Carrizo” una rentabilidad un 37% superior a la de “Cleopatra” (Tabla 4), debido principalmente a una mayor producción de los árboles injertados sobre aquél patrón y a un mayor precio de sus frutos (0.02 € kg⁻¹ mayor que “Cleopatra”). Por otra parte la estrategia de riego deficitario supuso un ahorro del 30% del agua aplicada, lo que supuso un incremento de la eficiencia productiva en el uso del agua respecto al tratamiento control (7.8 kg m⁻³ frente a 5.9 kg m⁻³, respectivamente) si bien, dicha estrategia disminuyó los beneficios en ambos patrones debido a la disminución de la producción (Tabla 5). Los costes variables y los costes fijos de operación durante el ciclo del cultivo disminuyeron en el tratamiento deficitario respecto el control, con reducciones del 40% en fertilizantes, de un 30% en agua y otro 30% en el consumo eléctrico. El umbral de beneficio en 'Carrizo' fue más bajo que en “Cleopatra”, con unos costes de producción de 0.17 € kg⁻¹ frente a los 0.20 € kg⁻¹ de “Cleopatra”. Esta diferencia significa que los árboles sobre 'Carrizo' son capaces de producir el kg de naranjas 0.03 € más barato que “Cleopatra”. Sin embargo, los costes de producción en ambos patrones fueron similares en los dos tratamientos. En este estudio también se indica como un previsible incremento del precio del agua mejoraría la rentabilidad del tratamiento deficitario (figura 1). Como conclusión más relevante, nuestros resultados parecen indicar que estrategias de RD en naranjos de la variedad “Lane Late” en condiciones de cultivo similares producirán mejores resultados económicos (serán más rentables) sobre el patrón “Carrizo” que sobre “Cleopatra”.

Tabla 4 Resultado del análisis de costes para cada tratamiento de riego y patrón.

		Beneficio (€)	Beneficio / Coste de operación	Beneficio / Inversión	Beneficio / Coste total	Costes de producción (€ kg ⁻¹)
“Carrizo”	Control	58,299	1.02	0.54	0.91	0.17
	RD	56,461	1.07	0.52	0.95	0.17
“Cleopatra”	Control	36,8	0.64	0.34	0.58	0.20
	RD	35,37	0.67	0.33	0.60	0.20

Tabla 5 Dosis anual de agua aplicada, producción, eficiencia productiva en el uso del agua (EPUA) y eficiencia económica para cada tratamiento de riego y patrón.

		Agua aplicada (mm)	Producción (kg ha ⁻¹)	EPUA (kg m ⁻³)	Eficiencia Económica (E m ⁻³)	
Factores Principales	Patrón	"Carrizo"	-	35,97	7.4	-
		"Cleopatra"	-	30,814	6.3	-
	Riego	Control	-	34,568	5.9	-
		RD	-	32,216	7.8	-
Interacción Roostock x Irrigación	"Carrizo"	Control	588	37,125	6.3	0.99
		RD	414	34,815	8.4	1.36
	"Cleopatra"	Control	588	32,01	5.4	0.63
		RD	414	29,617	7.2	0.85
Análisis de varianza	Patrón	-	**	**	-	
	Riego	-	*	***	-	
	Patrón x Riego	-	n.s.	n.s.	-	


Figura 1 Influencia del precio del agua en la relación beneficio/coste total para cada tratamiento y patrón.

Análisis transcripcional en cítricos sometidos a estreses abióticos

Otro de los aspectos abordados en relación a la tolerancia de los cítricos a estreses abióticos es la respuesta molecular de las plantas a la salinidad, la cual se ha estudiado fundamentalmente en base a los cambios de expresión génica a corto o medio plazo, aún desconociendo la naturaleza de los genes involucrados en el mantenimiento de las condiciones homeostáticas en plantas aclimatadas.

Para profundizar en este conocimiento, se ha analizado en colaboración con el Centro de Genómica de Valencia (IVIA), el transcriptoma de cítricos, concretamente de naranjo de la variedad "Lane late" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.) sobre el patrón citrange "Carrizo" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* L., sometido a un tratamiento moderado de NaCl (30 mM), pero muy prolongado en el tiempo (2 años). Así, árboles que mantuvieron valores elevados de cloruro en sus hojas durante este periodo y tras completar dos ciclos de desarrollo vegetativo y reproductivo, fueron muestreados, obteniendo hojas de dos

brotaciones diferentes procede de individuos tratados y de control. De esta manera, y mediante genómica funcional, usando el chip de cDNA de 7K del Consorcio Valenciano de Genómica Funcional de Cítricos, se analizaron los perfiles transcripcionales de hojas jóvenes y de hojas maduras (no senescentes) de árboles aclimatados a la salinidad.

Los resultados preliminares de este ensayo mostraron que las hojas jóvenes, a pesar de acumular bajos niveles de Cl⁻ (Figura 2), mantenían una elevada capacidad de respuesta a salinidad (1.211 genes de expresión diferencial) (Figura 3) en comparación con las hojas maduras, que acumulando mayores niveles de Cl⁻ mostraron un número muy inferior de genes de expresión diferencial (100 genes). Nuestros resultados ponen de manifiesto que las hojas jóvenes inducen principalmente genes relacionados con el metabolismo de la pared celular, de los carbohidratos, reguladores de la actividad enzimática y el transporte de agua, mientras que las principales categoría funcional reprimida son la respuesta a estrés, a ABA y al déficit hídrico.

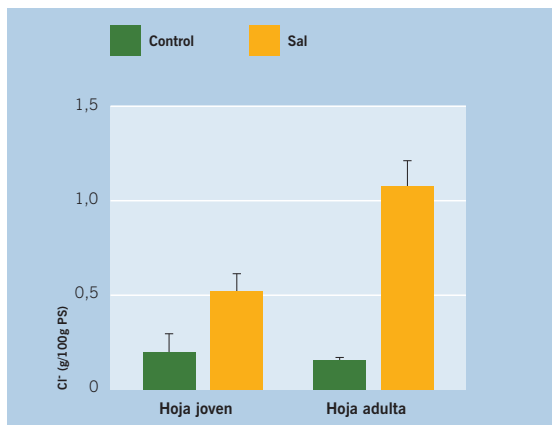


Figura 2 Concentración de Cl⁻ en ambos tipos de hoja (joven y adulta) en árboles control y sometidos a salinidad (30 mM NaCl) durante 2 años.

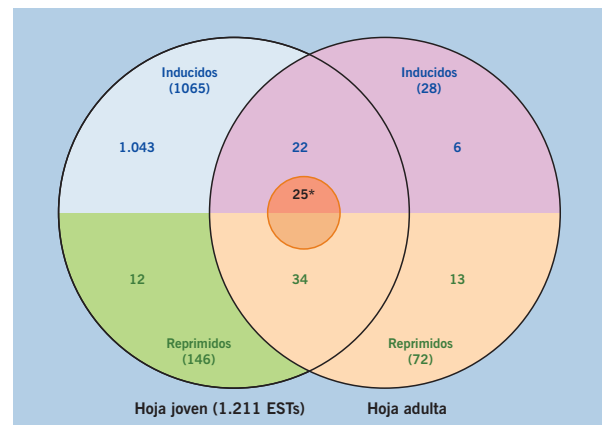


Figura 3 Figura 2. Distribución de genes de expresión diferencial de ambos tipos de hoja sometidos a salinidad. (* Genes inducidos en hoja joven y reprimidos en hoja adulta).

La mayor diferencia entre ambos tipos de hojas estriba en el gran número de genes inducidos en la hoja joven (1043 ESTs), y que no se inducen en hoja adulta. En el conjunto de genes reprimidos hay un mayor grado de coincidencia en el porcentaje de genes comunes entre hoja joven y adulta, y las categorías funcionales significativamente enriquecidas coinciden en ambas: respuesta a déficit hídrico y a otros estreses medioambientales. Destaca un alto contenido en genes LEA (Late Embryogenesis Abundant), que se inducen típicamente por estrés osmótico en tejidos vegetativos.

Las principales funciones significativamente enriquecidas en el conjunto de genes inducidos en hoja joven están relacionadas con la biosíntesis de pared celular, diversas funciones metabólicas, la defensa frente a patógenos, la secreción y el tráfico de membrana, el transporte de agua y la actividad antioxidante.

Destacamos por último el conjunto de genes específicamente inducidos en HJ y reprimidos en hoja adulta. Este grupo está compuesto principalmente por miembros de la familia de proteínas de unión a RNA ricas en glicina (GRPs), que están aparentemente involucradas en la regulación postranscripcional de genes en respuesta a diversos estreses ambientales. Como conclusión, destacamos cómo un mismo órgano vegetal en diferentes estados de desarrollo muestra una enorme diferencia en la cantidad y naturaleza de genes de respuesta a un estímulo salino.

Puesta a punto de la micropropagación de material adulto de *Citrus macrophylla*

En “*Macrophylla*”, diferentes combinaciones de BA (bencil-aminopurina) y GA (ácido giberélico) fueron ensayadas en el medio de cultivo. El número de brotes solo estuvo significativamente afectado por la concentración de GA ($P < 0.001$). El número de brotes producido por explanto inicial fue más alto con 2 mg/l GA independientemente de la concentración de BA (Figura 4).

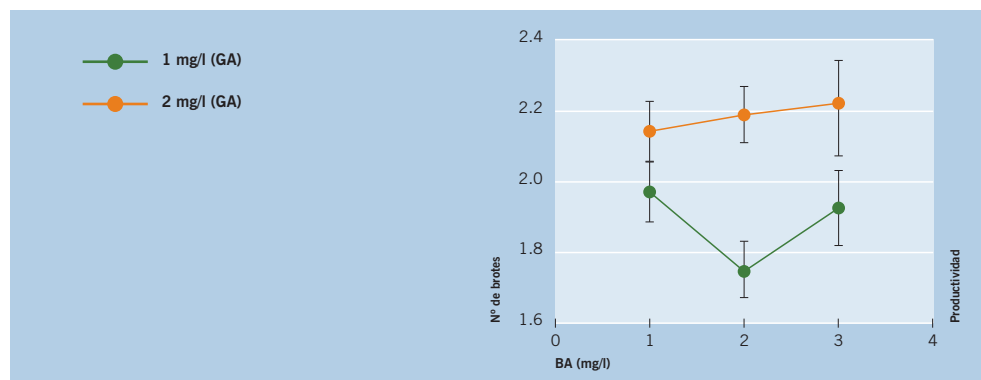


Figura 4 Número de brotes producido por explantos de *Citrus macrophylla* cultivados *in vitro* con diferentes combinaciones de BA (1, 2 y 3 mg/l) y GA (0, 1 y 2 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

La longitud media de los brotes estuvo significativamente afectada por las concentraciones de BA y GA ($P < 0.001$). La longitud de las explantos fue menor con las concentraciones más altas de BA y fue mayor con 2 mg/l GA (Figura 5).

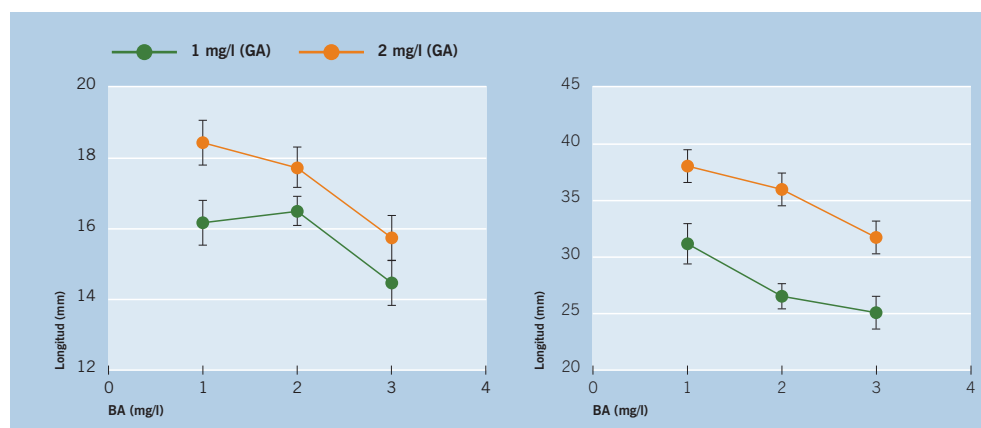


Figura 5 Longitud media del brote y productividad de explantos de *Citrus macrophylla* cultivados *in vitro* con diferentes combinaciones de BA (1, 2 y 3 mg/l) y GA (0, 1 y 2 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

En cuanto a la productividad (número de brotes x longitud) esta estuvo significativamente afectada por las concentraciones de BA y GA ($P < 0.001$). Como ocurría con la longitud de los brotes, la productividad fue más baja con las concentraciones más altas de BA y más alta con 2 mg/l GA (Figura 5).

Cuando solo se utilizó BA en el medio de cultivo, sin GA, la concentración de BA solo afectó de manera significativa a la longitud y la productividad ($P < 0.001$ para ambos parámetros). El número medio de brotes por explanto fue de 1 para todas las concentraciones de BA, y los brotes fueron más largos y productivos con las concentraciones de BA más bajas (Figura 6).

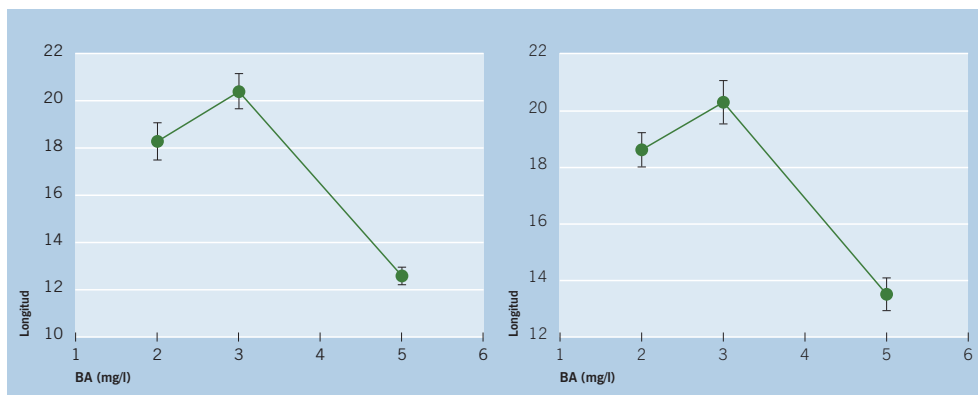


Figura 6 Longitud media del brote y productividad de explantos de *Citrus macrophylla* cultivados *in vitro* con diferentes concentraciones de BA (2, 3 y 5 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

La adición de GA al medio de cultivo fue esencial para la micropropagación de explantos de “Macrophylla” procedentes de material adulto. Cuando el medio de cultivo fue suplementado con BA sin GA, los brotes fueron cortos, con hojas largas, y el número de brotes por explanto fue muy bajo. Una concentración de GA de 2 mg/l fue necesaria para una óptima proliferación de explantos de “Macrophylla”.

La Tabla 6 muestra los porcentajes de enraizamiento producidos por diferentes combinaciones de dos auxinas, IBA (ácido indol-butírico) e IAA (ácido indol-acético), en el enraizamiento de explantos de *Citrus macrophylla* cultivados *in vitro*. El porcentaje de enraizamiento estuvo solo significativamente afectado por la concentración de IAA ($P < 0.001$); IBA en combinación con 1 mg/l IAA produjo los mejores resultados (Tabla 6).

Tabla 6 Porcentaje de enraizamiento, número y longitud de las raíces de explantos de “Macrophylla” cultivados *in vitro* con diferentes combinaciones de IBA e IAA.

IBA (mg/l)	IAA (mg/l)	Enraizamiento (%)	Número de raíces	Longitud de la raíz (mm)
1	0	27.5 \pm 7.06	1.30 \pm 0.15	15.82 \pm 3.22
1	1	70.00 \pm 7.25	2.26 \pm 0.21	23.06 \pm 1.31
3	0	42.50 \pm 7.82	1.47 \pm 0.15	24.16 \pm 1.79
3	1	72.50 \pm 7.06	1.69 \pm 0.18	23.43 \pm 1.53

Los datos son medias \pm error estándar.

El número de raíces estuvo afectado por la concentración de IAA ($P < 0.05$); cuando se utilizó 1 mg/l IAA se obtuvo el mayor número de raíces por planta enraizada (Tabla 6).

La longitud media de las raíces estuvo significativamente afectada por la concentración de IBA ($P < 0.05$) y por la interacción IBA x IAA ($P < 0.05$). La longitud de la raíz fue más alta con 3 mg/l IBA (Tabla 6).

Las plantas que sobrevivieron a la aclimatación exhibieron un crecimiento normal en suelo en las condiciones del invernadero. ■

■ Optimización de estrategias y desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar el uso de agua en cítricos

Entidad financiadora y Referencia	MEC. AGL2007-65437-C04-04
Investigador responsable	Pablo Botía Ordaz
Equipo	Ignacio Porras Castillo Juan Gabriel Pérez Pérez Olaya Pérez Tornero Juan Miguel Robles García Manuel Sánchez Baños Isabel García Oller Carlos Ignacio Tallón Vila

OBJETIVOS

En las Comunidades Valenciana y Murciana, los recursos hídricos son escasos y de baja calidad, y por ello se merma considerablemente el rendimiento del cultivo de cítricos, el primer producto agrícola en términos económicos de ambas Comunidades. Las recomendaciones para mejorar la tecnología y el conocimiento relacionado con la calidad y el uso del agua son unánimes en todos los sectores tanto públicos como privados. Este proyecto, coordinado con otros centros de investigación de Valencia y Murcia, pretende generar medios técnicos, información científica y nuevo material biológico para mejorar la tolerancia y las respuestas agronómicas de los cítricos a los estreses abióticos.

Los objetivos globales, pueden clasificarse según su ámbito:

Objetivos agronómicos: estudio de las respuestas de calidad y producción de la combinación de patrones y variedades tolerantes y sensibles en condiciones de un cultivo comercial.

Objetivos técnicos: establecimiento de criterios racionales de riego deficitario controlado y de fertilización nitrogenada, optimización de estrategias y desarrollo de nuevas tecnologías para la mejora del uso del agua.

Objetivos científicos: estudio de la relación entre los mecanismos fisiológicos, las bases moleculares y la variabilidad genética de la tolerancia a los estreses.

Objetivo biotecnológico: identificación de genes y secuencias candidatas, generación de colecciones de referencia y desarrollo de nuevas variedades y patrones en relación con al tolerancia a los estreses abióticos.

El grupo del IMIDA, junto con el resto de equipos participantes, se integra de forma coordinada para la consecución de los citados objetivos globales, abordando aspectos concretos relacionados con el estudio de nuevas estrategias de riego (Superficial vs. Subterráneo vs. Riego parcial de raíces), la optimización de estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC), la respuesta de diferentes combinaciones patrón-injerto al riego con aguas salinas y a la generación de variabilidad de patrones utilizados en cítricos (salinidad, estrés hídrico).

Para ello se llevan a cabo diferentes ensayos, algunos de los cuales suponen la continuación de los planteados en proyectos anteriores.

RESULTADOS OBTENIDOS

OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO

De acuerdo a resultados de años anteriores, se plantean 3 experimentos diferentes, encaminados a adecuar estrategias de riego deficitario controlado específicas para naranjo variedad “Lane Late”, pomelo variedad “Star Ruby” y mandarina variedad “Clemenules”. Aunque todavía no se puede realizar una valoración general del efecto de los tratamientos aplicados en cada una de las variedades estudiadas, debido fundamentalmente a que tan solo se disponen hasta la fecha de un año de estudio, a continuación se mostrarán los resultados parciales más relevantes obtenidos hasta el momento.

Experimento 1: Naranja “Lane Late” x Carrizo.

Estrategias: Se establecieron 4 tratamientos: un control regado al 100% de la ETc durante todo el ciclo del cultivo (Control) y 3 estrategias de RDC consistentes en recortes del riego durante la fase II de crecimiento del fruto, garantizando el 100% de la ETc durante el resto del ciclo. Estos tratamientos deficitarios fueron: T1, 25% de la ETc durante la primera parte de la fase II; T2, 25% de la ETc durante la última parte de la fase II; y T3, 25% de la ETc durante toda la fase II.

Controles: Se realizaron medidas de crecimiento de fruto, relaciones hídricas (Potencial hídrico, parámetros de intercambio gaseoso y humedad del suelo), así como de los parámetros productivos y de calidad de fruto.

Resultados alcanzados: La aplicación de las diferentes estrategias de RDC provocó en cada caso un descenso significativo del contenido de agua en el suelo, alcanzando valores mínimos en todos los tratamientos entorno al 12-13%. Sin embargo, la respuesta en la planta fue diferente. La reducción del riego durante la primera parte de la fase II (T1) mostró un descenso del potencial hídrico al mediodía (Ψ_{md}) alcanzando valores mínimos de -1.8 MPa, lo que provocó un ligero descenso en el crecimiento del fruto en este periodo, diferencias que se mantuvieron hasta el final del ensayo (Figura 1). Por otro lado, la reducción del riego durante la segunda parte de la fase II (T2) provocó un mayor descenso del Ψ_{md} con valores mínimos de -2.56 MPa que ocasionaron una parada significativa del crecimiento del fruto mientras duró la reducción del riego. Sin embargo, la reanudación del riego, generó una rápida recuperación del estado hídrico de la planta y con ello un sobrecrecimiento del fruto durante los primeros 15 días, aunque los frutos continuaron siendo de menor tamaño que los del tratamiento control. Por último, el tratamiento T3, que sufrió una reducción del riego durante toda la fase II mostró valores de Ψ_{md} similares al tratamiento T1 al final del primer periodo y similares al tratamiento T2 al término del segundo periodo, aunque en este caso, la mayor duración del periodo de reducción del riego ocasionó un mayor estrés hídrico acumulado que el resto de los tratamientos. El estrés hídrico sufrido en este tratamiento ocasionó una ralentización del crecimiento del fruto desde finales de junio hasta el fin del periodo de riego deficitario. La aplicación del riego mostró un efecto similar a lo ocurrido en el tratamiento T2, aunque en este caso los frutos fueron ligeramente los más pequeños de todos los tratamientos estudiados.

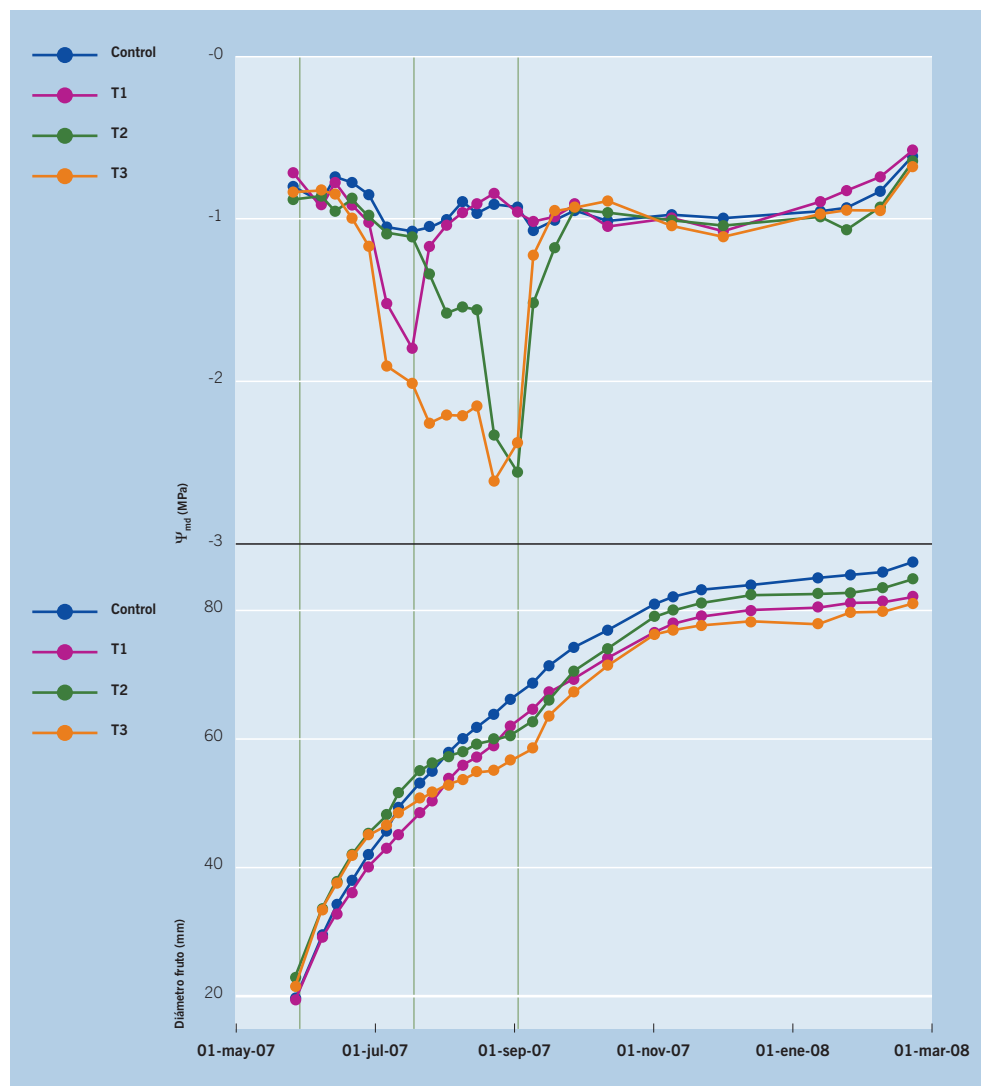


Figura 1 Evolución del potencial hídrico al mediodía (Ψ_{mid}) y el diámetro del fruto en condiciones de RDC en naranjo "Lane Late".

Respecto a los parámetros productivos, tan solo el tratamiento T3, mostró una reducción significativa de la cosecha respecto al tratamiento control, debido fundamentalmente a una disminución en el nº de frutos y al tamaño medio de estos. Respecto a los parámetros de calidad, los tratamientos T2 y T3 produjeron frutos con mayor acidez y sólidos solubles totales que los frutos del tratamiento control, si bien tan solo los frutos del tratamiento T3 redujeron su índice de madurez respecto al control (Tabla 1). Estos resultados, a la espera de que sean corroborados en cosechas posteriores, parecen indicar en naranjo "Lane late", la idoneidad de una estrategia que reduzca las cantidades de riego aportadas durante la segunda parte de la fase II de rápido crecimiento de fruto, con el beneficio no solo de un ahorro sustancial de agua aplicada, al tratarse de un periodo de máxima demanda, sino también de la calidad de los frutos.

Tabla 1 Valores medios de diferentes parámetros productivos y calidad de frutos.

	Producción			Calidad del fruto			
	kg/árbol	Nº frutos	P. fruto	% Zumo	SST	Acidez	I Madurez
Control	73 a	213 ab	340 a	54.2 a	10.8 b	7.1 c	15.3 a
T1	63 a	235 a	281 ab	53.3 ab	10.8 b	7.5 c	14.3 ab
T2	58 ab	210 ab	279 ab	53.7 a	13.0 a	9.0 b	14.5 ab
T3	41 b	161 b	257 b	51.8 b	12.5 a	10.0 a	12.6 b
Sig.	*	*	*	*	***	***	*

Experimento 2: Pomelo “Star Ruby” x Cleopatra

Estrategias: Se establecieron 4 tratamientos: un control regado al 100% de la ETc durante todo el ciclo del cultivo (Control) y 3 estrategias de RDC consistentes en recortes de riego de un 50% de la ETc durante las fase I, II y III de crecimiento del fruto (T1, T2 y T3, respectivamente), garantizando en todos ellos el 100% de la ETc durante el resto del ciclo.

Controles: Se realizaron medidas de crecimiento de fruto, relaciones hídricas (Potencial hídrico, parámetros de intercambio gaseoso y humedad del suelo), y control de la cosecha y calidad final.

Resultados alcanzados: La reducción del riego durante los diferentes periodos fenológicos provocó un descenso del contenido de agua en el suelo en la zona radicular alcanzando valores similares en torno a 16 %. Sin embargo, respecto a la planta, la respuesta fue diferente ya que los valores más bajos de Ψ_{md} se obtuvieron en el tratamiento T2, con valores de -2 MPa (Figura 2), debido a que la reducción de riego se correspondió con el periodo de máxima demanda evaporativa. Valores superiores a -2 MPa, se obtuvieron en T3 a mediados de octubre con reducciones del riego del 50% en este periodo, no apreciándose diferencias en el Ψ_{md} durante la reducción de la fase I.

Respecto al desarrollo del fruto, el tratamiento T1 provocó un ligero aumento del crecimiento del fruto durante la fase II, manteniendo hasta la cosecha los valores más altos del experimento. El tratamiento T2 redujo su crecimiento durante la fase II, y aunque mostró una ligera recuperación tras la reanudación del riego en la fase III, produjo finalmente los frutos de menor calibre. La reducción del riego durante la Fase III, produjo una ralentización del crecimiento de los frutos bajo el tratamiento T3, que alcanzaron finalmente frutos con un calibre ligeramente inferior a los controles.

La respuesta productiva de los tratamientos ensayados en el primer año de ensayo indica que las reducciones de riego durante las fases II y III, dieron lugar a disminuciones significativas de la cosecha, debido fundamentalmente a un menor número de frutos (tabla 2). Respecto a los parámetros de calidad, la reducción del riego durante la fase II, incrementó el contenido de sólidos solubles totales respecto al tratamiento control sin alterar el índice de madurez respecto a aquél. Por otra parte, la reducción del riego hasta un 50% durante la fase III, provocó un aumento significativo de la acidez así como una disminución del porcentaje de zumo, respecto a los frutos del tratamiento control.

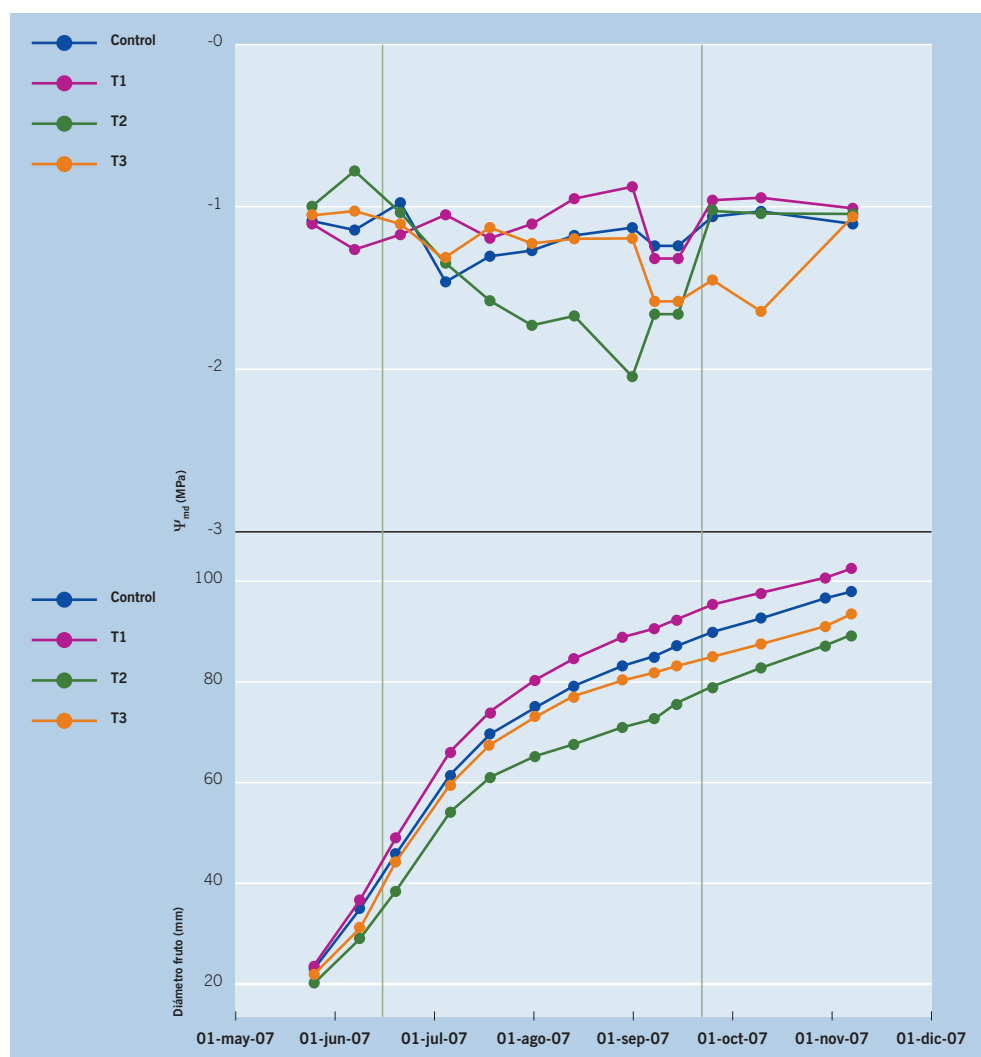


Figura 2 Evolución del potencial hídrico al mediodía (Ψ_{mid}) y el diámetro del fruto en condiciones de RDC en pomelo “Star Ruby”.

Tabla 2 Valores medios de diferentes parámetros productivos y calidad de frutos.

	Producción			Calidad del fruto			
	kg/árbol	Nº frutos	P. fruto	% Zumo	SST	Acidez	I Madurez
Control	102.5 a	305 a	338 b	51.5 a	10.1 b	22.5 b	4.5 ab
T1	86.4 ab	219 b	416 a	51.6 a	10.1 b	22.7 b	4.5 ab
T2	64.5 b	201 b	326 b	51.0 a	11.2 a	23.7 ab	4.7 a
T3	71.7 b	252 ab	285 b	48.6 b	10.3 b	24.0 a	4.3 b
Sig.	**	*	***	**	***	*	*

Experimento 3: Mandarino “Clemenules” x Carrizo

Estrategias: Se establecieron 2 tratamientos: un control regado al 100% de la ETC durante todo el ciclo del cultivo (Control) y una estrategia de RDC, donde se aplicó el 100% de la ETC durante todo el ciclo menos durante la primera parte de la fase II de crecimiento de fruto en el que se aplicó tan solo un 25% y un 50% ETC durante la fase III de crecimiento de fruto y post-cosecha, hasta

brotación y el 100% de la ETc durante el resto del ciclo.

Controles: Se realizaron medidas de fruto, relaciones hídricas (Potencial hídrico, parámetros de intercambio gaseoso y humedad del suelo), y control de la cosecha y calidad final.

Resultados alcanzados: La reducción de la dosis de riego durante la primera parte de la fase II de crecimiento del fruto y coincidiendo con el periodo de máxima demanda evaporativa, dio lugar a los menores valores de Ψ_{md} observados en todo el periodo experimental en ambos tratamientos, en torno a -1.7 MPa, lo que puede considerarse un estrés moderado. Valores ligeramente más altos, se produjeron en este mismo tratamiento durante la fase de maduración del fruto (figura 3). La dinámica de crecimiento del fruto apenas fue alterada por la estrategia de riego empleada, sin embargo, si se produjo una disminución significativa de la cosecha, en torno a un 25%, debido fundamentalmente a una disminución del número de frutos cosechados, si bien la calidad de los mismos fue similar a la de los frutos control, aunque con un ligero aumento en el contenido de sólidos solubles totales (tabla 3).

Tabla 3 Valores medios de diferentes parámetros productivos y calidad de frutos.

	Producción			Calidad del fruto			
	kg/árbol	Nº frutos	P. fruto	% Zumo	SST	Acidez	I Madurez
Control	66.9	593	114	42.4	11.3	7.0	16.2
RDC	49.7	447	112	43.4	11.9	7.1	16.8
Sig.	**	**	ns	ns	*	ns	ns

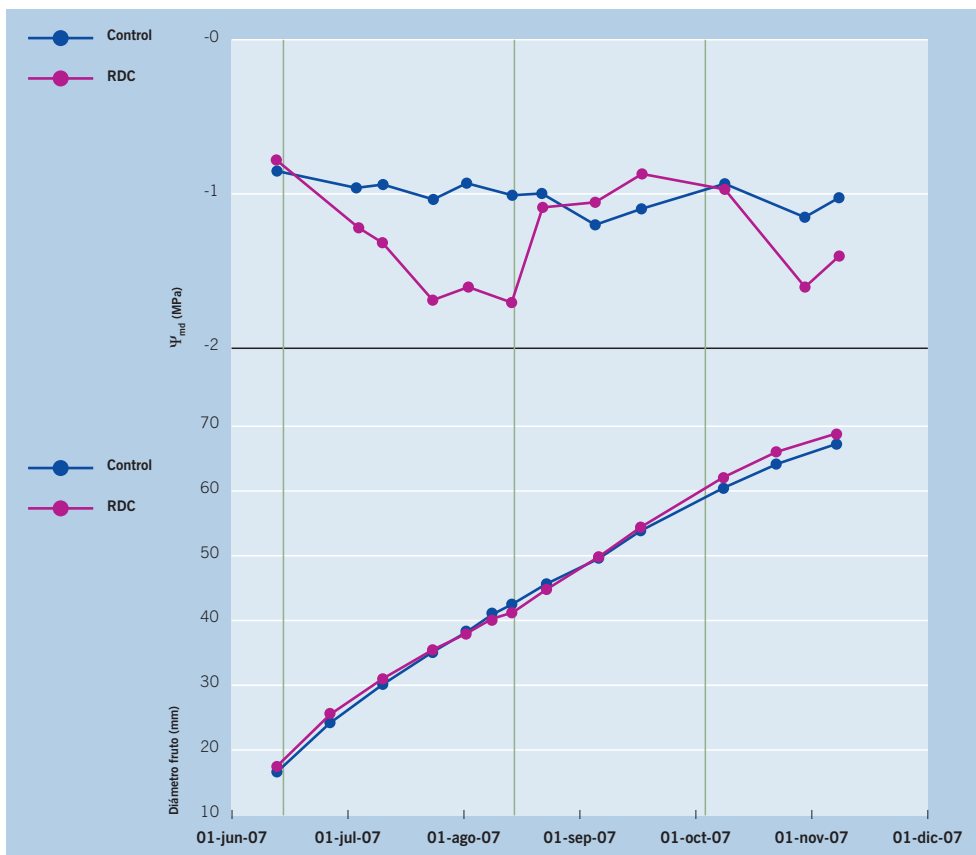


Figura 3 Evolución del potencial hídrico al mediodía (Ψ_{md}) y el diámetro del fruto en condiciones de RDC en mandarino "Clemenules".

EVALUACIÓN DE NUEVAS ESTRATEGIAS DE RIEGO (SUPERFICIAL VS. SUBTERRÁNEO VS. RIEGO PARCIAL DE RAÍCES)

Para llevar a cabo este objetivo se ha planteado un experimento donde se compara el efecto de la aplicación de un tratamiento deficitario mediante el uso del riego parcial de raíces (PRD) en árboles adultos de limonero “Fino 49” utilizando dos sistemas de riego localizado (superficial y subterráneo).

En estos momentos el ensayo se encuentra en su primer año, por lo que los resultados son provisionales y todavía no se puede realizar una valoración general del efecto del tratamiento aplicado en cada uno de los sistemas de riego estudiados. A continuación se mostrarán los resultados parciales más relevantes obtenidos hasta el momento.

Sistema de riego: El sistema de riego está formado por doble línea portagoteros con gotero integrado de 3.6 L/h separados 0.75 m. Las líneas portagoteros distaron 1.5 m del tronco. En el sistema de riego subterráneo, ambas líneas portagoteros fueron enterradas a una profundidad de 0.40 m y se utilizó un filtro especial impregnado con trifluranina para evitar posibles intrusiones de las raíces en los goteros enterrados.

Estrategia: Se establecieron 2 tratamientos de riego: un control regado al 100% de la ETc durante todo el ciclo del cultivo (Control) y un tratamiento de PRD, que consistió en aplicar el mismo tiempo de riego que el tratamiento control pero solo utilizando una sola línea portagoteros. El cambio de riego entre las líneas portagoteros del tratamiento de PRD se realizó cada 7 días, consiguiendo así un aporte teórico del riego del 50% ETc.

Dosis de riego: El criterio de cálculo de las dosis de riego aplicadas en ambos sistemas de riego (SUP y SUB) para el tratamiento control se basó en la aplicación del 100% ETc correspondiente al SUP en ambos sistemas. En base a las medidas de humedad y de potencial hídrico de xilema al mediodía (Ψ_{md}) tomadas semanalmente, la dosis de riego del SUB se fue modificando, intentando no sobrepasar el valor umbral de Y_{md} obtenido en trabajos anteriores de -1.4 MPa.

Controles: Se realizaron medidas de fruto, relaciones hídricas (Ψ_{md}), parámetros de intercambio gaseoso y humedad del suelo, crecimiento vegetativo y control de la cosecha y calidad final.

Resultados alcanzados: La aplicación del riego en el sistema subterráneo ha permitido una reducción del riego en el tratamiento control, durante ciertos momentos, de hasta un 30% de la ETc con respecto al control del sistema superficial. Sin embargo, durante los meses de máxima demanda (finales de junio, julio, agosto y septiembre) la cantidad de agua aplicada en ambos sistemas fue similar. De hecho, durante el mes de agosto hubo un periodo en el cual la dosis de riego del sistema subterráneo sobrepasó la dosis del sistema superficial en un 25%. Aunque todavía no se disponen de datos globales, si se puede afirmar que el riego subterráneo permite reducir la dosis de agua aplicada con respecto al riego superficial. El contenido de volumétrico de humedad (θ_v) medio del tratamiento control, a lo largo del ensayo, fue significativamente superior en el sistema de riego subterráneo (Figura 4), sin embargo la respuesta del Ψ_{md} fue similar en ambos sistemas de riego, mostrando valores mínimos de Ψ_{md} en ambos casos durante los meses de máxima demanda evaporativa. La aplicación de la estrategia de PRD (inicio a primeros del mes de

abril) mostró ciclos semanales de desecación y rehidratación en ambas líneas portagóteros (Figura 4). El tratamiento de PRD redujo el θ_v medio en el sistema de riego superficial, mostrando una tendencia decreciente en ambas líneas portagóteros, aunque no se observó un efecto negativo sobre el Ψ_{md} (valores inferiores a -1.4 MPa) hasta finales de junio, por lo que fue necesario incrementar la dosis de riego en este sistema durante los meses de julio y agosto, pasando de aplicar un 50% de la ETC del tratamiento control a una dosis del 75% de la ETC. Respecto al sistema subterráneo, los ciclos aplicados de PRD mostraron una menor influencia sobre el θ_v , pese a que la dosis de riego fue menor que en el sistema de riego superficial, llegando a ser en algunos periodos del 35% ETC comparado con el 50% ETC del tratamiento de PRD-SUP, que permitió mantener valores de Ψ_{md} similares al tratamiento control-SUB. El θ_v medio del tratamiento PRD-SUB descendió respecto al tratamiento control-SUB en los meses de julio y agosto, manteniéndose las diferencias entre tratamientos hasta la aparición de las lluvias otoñales, que recuperaron el θ_v en ambos tratamientos de PRD.

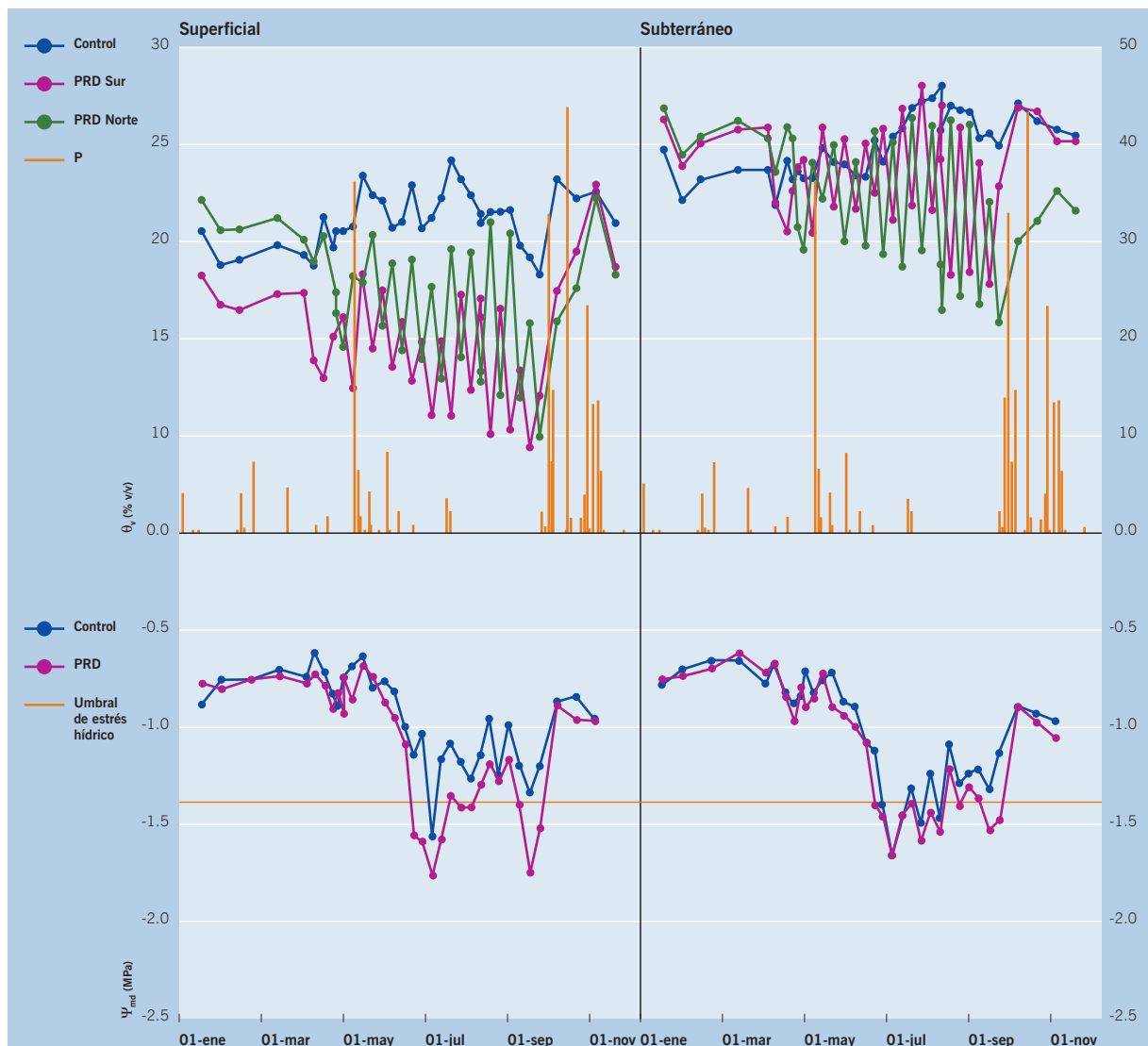


Figura 4 Evolución estacional del contenido volumétrico de humedad del suelo medio del perfil 0-80cm (θ_v), distribución de precipitaciones y potencial hídrico de xilema al mediodía (Ψ_{md}) de los tratamientos control y PRD en ambos sistemas de riego localizado (superficial y subterráneo) durante el año 2008.

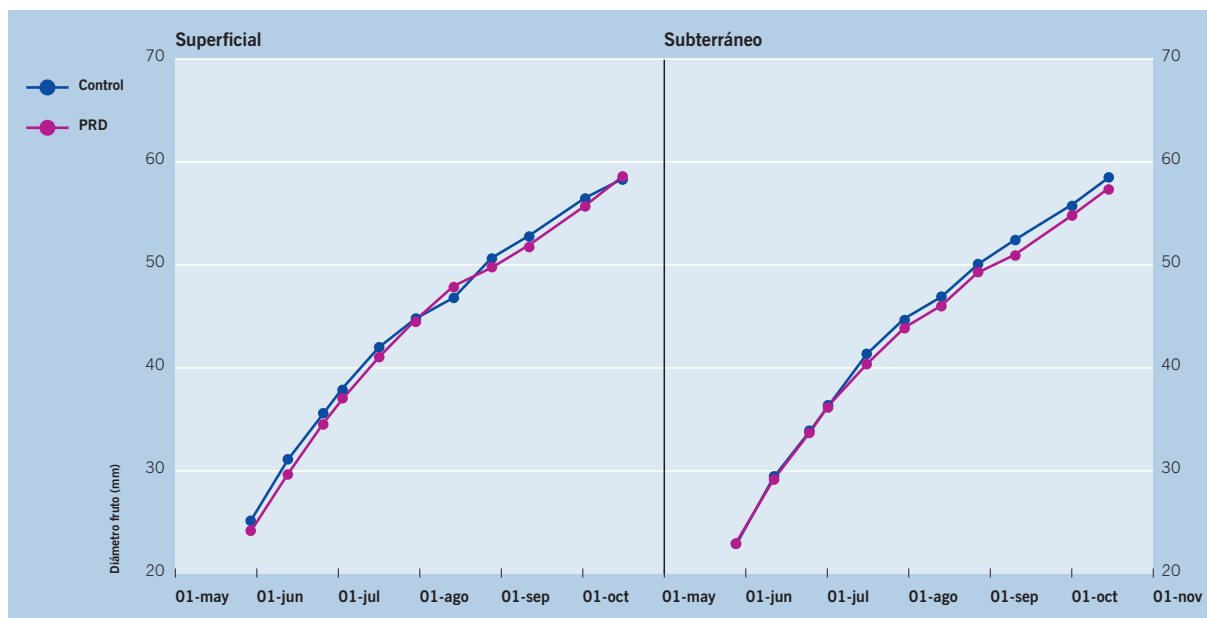


Figura 5 Evolución estacional del diámetro del fruto los tratamientos control y PRD en ambos sistemas de riego localizado (superficial y subterráneo) durante el año 2008.

RESPUESTA DE DIFERENTES COMBINACIONES PATRÓN-INJERTO AL RIEGO CON AGUAS SALINAS

El ensayo se encuentra en su primer año, por lo que los resultados son provisionales y todavía no se puede realizar una valoración general del efecto de la salinidad. A continuación se mostrarán los resultados parciales más relevantes obtenidos hasta el momento.

Tratamientos: Se establecieron 2 tratamientos de riego: un control (0 mM NaCl) y un tratamiento salino, con 40 mM NaCl, durante todo el ciclo del cultivo. El inicio de la aplicación de la salinidad tuvo lugar a partir del mes de marzo de 2008.

Controles: Se realizaron medidas relaciones hídricas (potencial hídrico, osmótico y de turgor, parámetros de intercambio gaseoso), crecimiento vegetativo y control de la cosecha y calidad final.

Resultados alcanzados: La aplicación del tratamiento de salinidad no provocó ninguna alteración de los parámetros de relaciones hídricas de la planta en el mes de julio, tras casi 5 meses de salinización en ambas especies estudiadas (Tabla 4). En el mes de octubre y tras 8 meses de salinidad tanto el potencial hídrico al mediodía (Ψ_{md}) y el contenido relativo de agua en hoja de Star Ruby mostraron valores similares a los obtenidos en el tratamiento control, no ocurriendo lo mismo en Clemenules. En este caso el Ψ_{md} y CRA disminuyeron ligera y significativamente en árboles salinizados. Por lo tanto, respecto a los parámetros de relaciones hídricas, árboles adultos de Star Ruby no mostraron alteraciones significativas durante el primer año de aplicación de aguas salinas. La ausencia de alteraciones fisiológicas importantes debido a la salinidad, ya descritas en trabajos anteriores, sea debido a que todavía nos encontramos en el primer año de ensayo, y por lo tanto, los efectos negativos de la salinidad se verán en años posteriores.

Tabla 4 Influencia de la salinidad sobre los parámetros de relaciones hídricas en dos momentos representativos del ensayo en mandarina Clemenules y pomelo Star Ruby durante 2008.

Variedades	Tratamientos	Julio		Octubre	
		Ψ_{md}	CRA	Ψ_{md}	CRA
Clemenules	Control	-0.89	92.6	-0.92	93.7
	Sal	-0.98	92.2	-1.04	91.8
	Sig.	ns	ns	*	***
Star Ruby	Control	-1.01	90.3	-0.97	88.5
	Sal	-1.02	90.5	-0.95	91.0
	Sig.	ns	ns	ns	ns

*, **, ***, ns, indican diferencias significativas entre tratamientos al $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ y no significativo respectivamente.

Respecto a los parámetros productivos, solo se disponen datos significativos de Clemenules, ya que Star Ruby todavía no ha sido recolectado. En Clemenules, la salinidad aplicada desde el mes de marzo no alteró significativamente los parámetros productivos, aunque es posible que el efecto de la salinidad se haga evidente en años posteriores. En cambio, algunos parámetros de calidad del fruto si se vieron significativamente afectados por la salinidad, mientras que el porcentaje de zumo y los sólidos solubles totales no se vieron afectados, la salinidad provocó un aumento de la acidez y por lo tanto del índice de madurez, produciendo un retraso en la madurez del fruto. Por lo tanto, durante el primer año de aplicación de agua salina (40 mM NaCl) la cosecha no se vio alterada, aunque retrasó ligeramente la madurez del fruto (tabla 5).

Tabla 5 Influencia de la salinidad sobre los parámetros productivos y calidad de frutos en "Clemenules".

	Producción			Calidad del fruto			
	kg/árbol	Nº frutos	P. fruto	% Zumo	SST	Acidez	I Madurez
Control	86.1	1149	89.8	49.5	11.5	7.7	15.1
RDC	76.7	946	81.7	48.5	11.3	8.9	12.8
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**

*, **, ***, ns, indican diferencias significativas entre tratamientos al $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ y no significativo respectivamente.

GENERACIÓN DE VARIABILIDAD DE PATRONES UTILIZADOS EN CITRICOS (SALINIDAD, ESTRÉS HÍDRICO)

OBJETIVOS

1. Puesta a punto de la regeneración adventicia de *Citrus macrophylla*.
2. Puesta a punto de un protocolo de mutagénesis de material *in vitro* de *Citrus macrophylla*.
3. Puesta a punto de un protocolo de germinación *in vitro* de semillas de patrones de cítricos.
4. Puesta a punto de un protocolo de micropropagación de *Citrus aurantium*.

RESULTADOS OBTENIDOS

Objetivo 1: Puesta a punto de la regeneración adventicia de *Citrus macrophylla*.

Se llevaron a cabo distintos experimentos para poner a punto la regeneración adventicia de *Citrus macrophylla* utilizando nudos del material cultivado in vitro a los que previamente se les eliminó las yemas axilares. Las yemas regeneradas a partir de este material se produjeron a partir de las células meristemáticas que quedaron en la zona de corte de la yema (Figura 5).



Figura 5 Detalle de regeneración a partir de un nudo de *Citrus macrophylla*.

Cuando distintas concentraciones de BAP (bencil-aminopurina) fueron añadidas al medio de cultivo se pudo observar que 2 mg/l de BAP producía un porcentaje de nudos regenerantes superior a 3 mg/l de BAP (Tabla 6).

Tabla 6 Porcentaje de nudos regenerantes obtenidos con material de *Citrus macrophylla* cultivado con diferentes combinaciones y concentraciones de reguladores del crecimiento.

BAP (mg/l)	Adenina (mg/l)	GA (mg/l)	Nudos Regenerantes (%)
2	-	-	53 ^b
3	-	-	24.6
1	4	-	54
2	4	-	56
3	4	-	75
2	-	2	72.3 ^a

^a Datos procedentes de 3 experimentos independientes.

^b Datos procedentes de 2 experimentos independientes.

La adición de 4 mg/l de adenina al medio de cultivo junto con diferentes concentraciones de BAP (1, 2 y 3 mg/l) produjo un aumento del porcentaje de regeneración obteniéndose un 75% de nudos regenerantes cuando 3 mg/l de BAP y 4 mg/l de adenina fueron utilizados (Tabla 6). También se estudió la adición de GA (ácido giberélico) al medio de cultivo obteniéndose porcentajes de regeneración más altos cuando 2 mg/l de GA, junto con 2 mg/l de BAP, fueron utilizados (Tabla 6).

La duración del periodo de inducción en oscuridad, necesario para obtener regeneración adventicia, es un factor muy importante y varía de unas especies a otras. En “*Macrophylla*” el porcentaje de nudos regenerantes fue bastante bajo cuando el material se mantuvo durante todo el cultivo en la luz. Los mejores resultados se obtuvieron manteniendo el material en oscuridad durante 3 ó 4 semanas (Tabla 7).

Tabla 7 Efecto de la duración de la fase de inducción en oscuridad sobre el porcentaje de nudos regenerantes obtenidos con material de *Citrus macrophylla*. El medio de cultivo contenía 2 mg/l de BAP y 2 mg/l de GA

Semanas Oscuridad	Nudos Regenerantes (%)
0	36
2	72.3 ^a
3	97.6
4	89 ^b

^a Datos procedentes de 3 experimentos independientes.

^b Datos procedentes de 2 experimentos independientes.

La aplicación de auxinas en el medio de cultivo es una práctica frecuente en la regeneración adventicia de diferentes especies. Cuando se utilizó 1 mg/l de 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético), con diferentes días de aplicación (0, 3, 5 y 7 días) se pudo observar que esta hormona disminuía el porcentaje de nudos regenerantes (Tabla 8). Además se observó una producción muy alta de callo y la deformación de los nudos sobretodo con 7 días de aplicación (Figura 6) Resultados similares fueron observados cuando diferentes concentraciones (0, 0.5 y 1 mg/l) de NAA (ácido naftalen-acético) fueron añadidas al medio de cultivo. La presencia de NAA en el medio de cultivo disminuyó drásticamente el porcentaje de nudos regenerantes (Tabla 8).

Tabla 8 Efecto de diferentes días de aplicación de 1 mg/l de 2,4-D al medio de cultivo y de diferentes concentraciones de NAA, sobre el porcentaje de nudos regenerantes obtenidos con material de *Citrus macrophylla*. El medio de cultivo contenía 2 mg/l de BAP y 2 mg/l de GA

BAP (mg/l)	NAA (mg/l)	Días de Aplicación	Nudos Regenerantes (%)
1	-	0	77.1
1	-	3	50
1	-	5	37.5
1	-	7	35.4
-	0	Todo el cultivo	72.3 ^a
-	0.5	Todo el cultivo	14
-	1	Todo el cultivo	21.4

^a Datos procedentes de 3 experimentos independientes.



Figura 6 Aspecto de los nudos cuando se aplicó 1 mg/l de 2,4-D durante 7 días.

El tratamiento que produjo un porcentaje de nudos regenerantes más alto contenía 2 mg/l de BAP y 2 mg/l de GA y se mantuvo durante 3 semanas en oscuridad.

Objetivo 2: Puesta a punto de un protocolo de mutagénesis de material *in vitro* de *Citrus macrophylla*. Las estrategias de mutagénesis *in vitro*, ya sea a través de mutágenos químicos o físicos, se han aplicado desde hace varios años a la mejora de plantas. Estos métodos inducen mutaciones puntuales, deleciones o inserciones y han sido utilizados en la mejora para distintos estreses abióticos o bióticos.

El objetivo de este apartado es obtener variabilidad genética por mutagénesis con radiaciones gamma de nudos procedentes de brotes de material adulto de *Citrus macrophylla* cultivados *in vitro*.

La mutagénesis se realizó dentro de un radiador gamma con fuente de Cesio que se encuentra en el centro de Hemodonación de la ciudad de Murcia.

Hasta ahora se ha llevado a cabo un ensayo de radio-sensibilidad con el fin de conocer la sensibilidad específica de nuestro material. Para ello, el material fue sometido a distintas intensidades de radiación (0, 10, 20, 30, 40 y 50 Gy) para poder conocer el LD50 específico. Este LD50 se ha calculado como la dosis de radiación gamma que redujo hasta el 50% el número de nudos regenerantes. Los resultados se ajustaron a una regresión lineal con $R^2 = 0.68$ ($y = 35.84 - 0.61 * \text{Dosis de Radiación}$) (Figura 7). El LD50 obtenido fue de 29.38 Gy. El medio de regeneración utilizado contenía 2 mg/l de BAP y 2 mg/l de GA y las placas se mantuvieron durante 3 semanas en oscuridad.

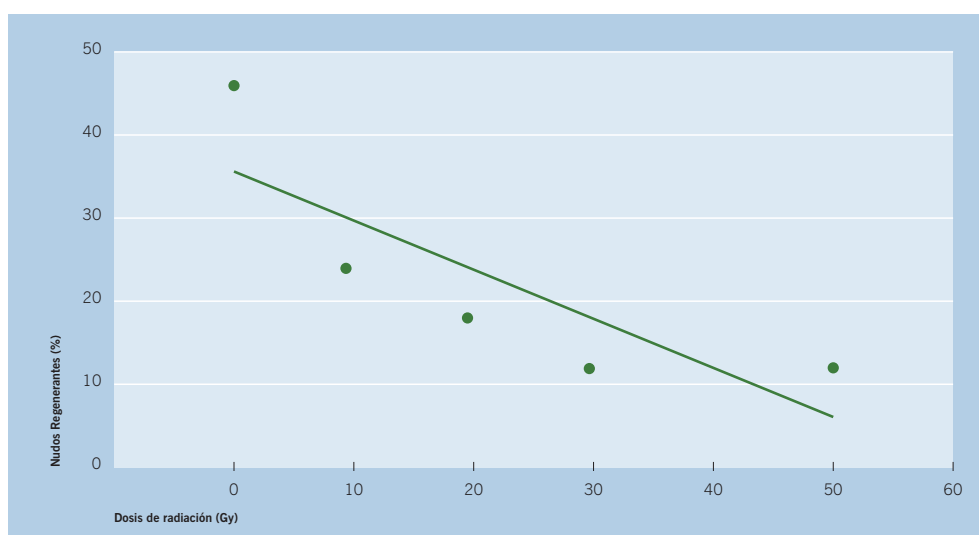


Figura 7 Porcentaje de nudos regenerantes y recta resultante del ajuste de regresión polinómica, después de la irradiación de los nudos con distintas intensidades de radiación gamma.

Objetivo 3: Puesta a punto de un protocolo de germinación *in vitro* de semillas de patrones de cítricos.

Se ha puesto a punto un protocolo de germinación de semillas de “Macrophylla” y “Naranja Amargo”. Los mejores resultados de desinfección se obtuvieron con un tratamiento de lejía comercial y etanol al 70%. El medio de cultivo estuvo compuesto por MS, 30 g/l de sacarosa y 6 g/l de agar. No se observaron diferencias en los porcentajes de germinación de las semillas con y sin tegumentos (Tabla 9).

Tabla 9 Porcentaje de germinación in vitro de semillas de "Macrophylla" (MA) y "Naranja Amargo" (NA).

Patrón	Tratamiento	Nº Semillas	Germinación (%)
MA	Sin Tegumentos	19	47
MA	Con Tegumentos	19	57.9
NA	Sin Tegumentos	19	63.16
NA	Con Tegumentos	18	50

Objetivo 4: Puesta a punto de un protocolo de micropropagación de *Citrus aurantium*. Cuando medios con combinaciones diferentes de BA y GA fueron probados con "Naranja Amargo", los explantos crecieron mal, con aspecto de hiperhidratados y pequeño tamaño. Por este motivo se están probando medios sin GA y con diferentes citoquininas. Hasta ahora no tenemos resultados concluyentes. ■

■ Cultivos halotolerantes para una agricultura sostenible

Entidad financiadora y Referencia	INIA. CPE03-006-C6-6
Investigador responsable	Ignacio Porras Castillo
Equipo	Pablo Botía Ordaz Manuel Sánchez Baños Josefa María Navarro Acosta Olaya Pérez Tornero Juan Gabriel Pérez Pérez

OBJETIVOS

Proyecto multidisciplinar en el que participan cinco equipos además del IMIDA como el CEBAS-CSIC de Murcia, la Universidad Politécnica de Madrid, el INIA de Madrid y el Instituto de de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla.

Entre los objetivos parciales están:

- 1º Evaluar el efecto de un aporte extra de nitrógeno en la fertilización de cítricos cultivados en condiciones salinas,
- 2º Mejora de la eficiencia del riego bajo condiciones de estrés hídrico

RESULTADOS OBTENIDOS

La grave situación de escasez de recursos hídricos provoca que el agua en las zonas del Levante español sea el principal factor limitante de la productividad de los cultivos. Esta precaria situación de escasez hídrica obliga a la utilización de aguas salinas de baja calidad, con una elevada concentración de sales solubles, que para los cítricos representa un decisivo factor limitante de su rendimiento.

En este trabajo se pretende ofrecer soluciones que mejoren el rendimiento mermado del cultivo de los cítricos en las zonas del Levante español. Para ello se propone profundizar en el conocimiento que nos permita incrementar la tolerancia a la salinidad y al déficit hídrico. Para conseguir este objetivo se pretende dilucidar los distintos mecanismos fisiológicos de la tolerancia a estos estreses. Se contempla un estudio comparativo del patrón Cleopatra, el más tolerante a los estreses osmóticos, frente al patrón sensible Carrizo, el más usado en nuestra citricultura. Además, los efectos se estudian sobre las variedades económicamente más importantes en el litoral mediterráneo: clementinas, tangelos, naranjas, limones y pomelos.

Los experimentos se están realizando en una parcela de cítricos con riego localizado por goteo situada en el Campo de Cartagena (Murcia). La parcela cuenta con diferentes variedades de cítricos (clementinas, tangelos, naranjas, limones y pomelos) injertados sobre diferentes los patrones citrange Carrizo, mandarino Cleopatra, *Citrus macrophylla* y naranjo amargo, con diferente sensibilidad al estrés hídrico y salino. Se evalúan los efectos de estrategias de riego deficitario sobre diferentes aspectos del cultivo (producción, calidad de los frutos, relaciones hídricas, intercambio gaseoso, abscisión de frutos y hojas, etc.).

Ensayo de salinidad

El objetivo principal del ensayo de salinidad es evaluar el efecto de un aporte extra de nitrógeno en la fertilización en cítricos cultivados en condiciones salinas, estudiando parámetros de producción, calidad del fruto, nutrición mineral y relaciones hídricas. La absorción del ión cloruro disminuye el nitrógeno en los tejidos de la planta provocando efectos asociados a la deficiencia en este elemento: reducción del crecimiento, de la producción, etc. por lo se espera que una fertilización adicional de nitrógeno mejore los aspectos empeorados por la salinidad. Los nitratos y otros compuestos nitrogenados tienen un efecto muy beneficioso en el crecimiento de especies leñosas sometidas a estrés salino, incluidos los cítricos, habiéndose sugerido que los nitratos atenúan el efecto negativo de las sales al reducir la absorción de cloruros. Sin embargo, existe poca información en condiciones de campo ya que la gran parte de los estudios realizados son en plantas jóvenes y en condiciones controladas.

En el ensayo de salinidad, se están aplicando desde marzo del año anterior cuatro tratamientos: control (agua de riego + fertilización), nitrógeno (tratamiento control + 40% nitrógeno del control), salino (tratamiento control + 30 mM NaCl) y salino+nitrógeno (tratamiento salino + 40% nitrógeno optimizar la aplicación de fertilizante y diseñar estrategias y nuevas tecnologías para el uso eficaz del agua También se estudiar desde un punto de vista agronómico las respuestas de tolerancia de distintas combinaciones de patrones y variedades, para identificar las características determinantes de la tolerancia. En este ensayo se atiende principalmente a las diferencias de calidad y producción.

El riego con agua salina durante 8 meses redujo significativamente la cosecha (Tabla 1).

Tabla 1 Producción y calidad de los frutos.

			Producción			Calidad del fruto				
			Kg/ árbol	P. medio (g)	Nº frutos	D (mm)	% Zumo	SST	Acidez (g/L)	IM
Factores principales	Salinidad	0 mM NaCl	94.7	81.1	1195	57.57	53.4	13.5	10.3	12.9
		30 mM NaCl	73.2	59.9	1238	54.73	49.5	16.3	14.7	11.3
	Nitrógeno	100% N	79.6	63.7	1263	55.28	49.7	15.3	13.3	11.6
		140% N	88.3	77.3	1171	57.03	53.2	14.5	11.7	12.5
Interacción Sal x Nitrógeno	0 mM NaCl	100% N	97.2a	75.6	1322	57.43a	51.2	13.5c	10.4	12.6ab
	0 mM NaCl	140% N	92.3a	86.6	1069	57.72a	55.6	13.5c	10.2	13.2a
	30 mM NaCl	100% N	62.0b	51.8	1203	53.12b	48.2	17.1a	16.1	10.7c
	30 mM NaCl	140% N	84.4a	68.0	1273	56.34a	50.8	15.5b	13.2	11.8bc
Anova	Salinidad		11**	51***	n.s	53***	16**	110***	22***	86***
	Nitrógeno		n.s	21***	n.s	20***	13**	15**	6*	8*
	Sal x N		4*	-	n.s	14**	n.s	11**	n.s	7*

***, **, *, ns indican diferencias significativas a $p < 0.001$, $p < 0.01$, $p < 0.05$ y no significativas, respectivamente. Para cada columna, letras iguales indican que no existen diferencias significativas al 95 %, según el test de Duncan.

Aunque en cítricos está descrita esta reducción debido al menor número de frutos nuestros resultados muestran una reducción debido a la disminución del peso de los frutos, permaneciendo el número de frutos inalterado. Esto fue probablemente debido a que hasta mediados de verano no aumentaron significativamente los valores de cloruros en hojas (datos no mostrados), no siendo importante el nivel de intoxicación de la planta hasta

entonces y no afectando por tanto a la floración, cuajado y abscisión de frutos. La aplicación de 140% N mitigó el efecto negativo de la salinidad en la producción debido a un mayor tamaño de los frutos, manteniendo la cosecha en niveles similares a los del control. El menor peso de los frutos se reflejó en una disminución de su diámetro (Tabla 1). Sin embargo, 140 % N aumentó significativamente el diámetro de los frutos procedentes de los árboles salinizados, y no influyó en el tamaño de los frutos de los árboles control. Aunque la salinidad puede aumentar el porcentaje de zumo, los resultados muestran una reducción significativa del mismo en el tratamiento salino. Un 140% N incrementó significativamente el porcentaje de zumo de los frutos alcanzando los valores del tratamiento control (Tabla 1). El mayor porcentaje de zumo debido al aumento de la fertilización nitrogenada ha sido descrito por otros autores. El aumento global de los niveles de SST y acidez observados con la salinidad, se ha encontrado en otros cítricos y pudo deberse tanto a un efecto de concentración, (disminuyó %H₂O, datos no mostrados), como a la síntesis de osmolitos en el proceso de ajuste osmótico debido a la salinidad. La salinidad incrementó más la acidez que los SST, retrasando la maduración de los frutos. La fertilización nitrogenada adelantó la maduración de los frutos (redujo más la acidez que los SST), por lo que 140% N en condiciones salinas contrarrestó el efecto negativo de la salinidad en el retraso de la maduración de los frutos.

Tabla 2 Parámetros de relaciones hídricas (MPa).

			Ψ_x	π (MPa)	π^{100}	Ψ_p
Factores principales	Salinidad	0 mM NaCl	-1.35	-2.44	-2.40	1.09
		30 mM NaCl	-1.91	-3.09	-2.89	1.18
	Nitrógeno	100% N	-1.75	-2.85	-2.69	1.10
		140% N	-1.51	-2.68	-2.60	1.17
Interacción Salinidad x Nitrógeno	0 mM NaCl	100% N	-1.40	-2.42a	-2.39	1.01
	0 mM NaCl	140% N	-1.30	-2.46a	-2.41	1.16
	30 mM NaCl	100% N	-2.10	-3.29c	-2.99	1.19
	30 mM NaCl	140% N	-1.72	-2.92b	-2.79	1.17
Anova	Salinidad		62***	53***	35***	ns
	Nitrógeno		11**	ns	ns	ns
	Sal x Nitrógeno		ns	6*	ns	ns

***, **, *, ns indican diferencias significativas a $p < 0.001$, $p < 0.01$, $p < 0.05$ y no significativas, respectivamente. Para cada columna, letras iguales indican que no existen diferencias significativas al 95 %, según el test de Duncan.

La salinidad disminuyó los valores de Ψ_x , y a su vez redujo los valores de potencial osmótico, manteniendo el potencial de turgor en niveles similares a los del control (Tabla 2). La aplicación de 140% N mantuvo los potenciales hídrico y osmótico de las plantas bajo condiciones salinas en niveles similares a los del control. Aunque la salinidad disminuye los potenciales hídrico y osmótico de la hoja, la mayor parte de los estudios de cítricos estresados por salinidad indican que se mantienen los valores de turgor ajustándose osmóticamente muy rápidamente y con gran eficiencia. Este ajuste osmótico debido a la salinidad viene reflejado en los valores de potencial osmótico a plena turgencia. La acumulación foliar de Na⁺ y Cl⁻ (Figura 1) es responsable de este ajuste osmótico,

permitiendo a las hojas alcanzar los niveles normales de turgor. El principal ión implicado fue Cl^- que se acumuló aproximadamente 5 veces más que en el control, mientras que la acumulación de Na^+ fue mucho menor. Carrizo es un buen excluidor de Na^+ . Por otra parte, la salinidad disminuye significativamente los niveles foliares de nitratos, encontrándose una alta correlación entre las concentraciones de Cl^- y NO_3^- en la hoja ($r = -0.791$). La disminución de N en las hojas de cítricos ha sido relacionada con la acumulación de cloruro debido a la inhibición en la absorción de NO_3^- por el Cl^- ya que normalmente un aumento en la absorción y acumulación de Cl^- disminuye la concentración de nitrato en la parte aérea. La fertilización nitrogenada no modificó los valores de N encontrados en hojas (Figura 1), no encontrándose tampoco un efecto positivo de la aplicación del nitrógeno extra en condiciones de salinidad. ■

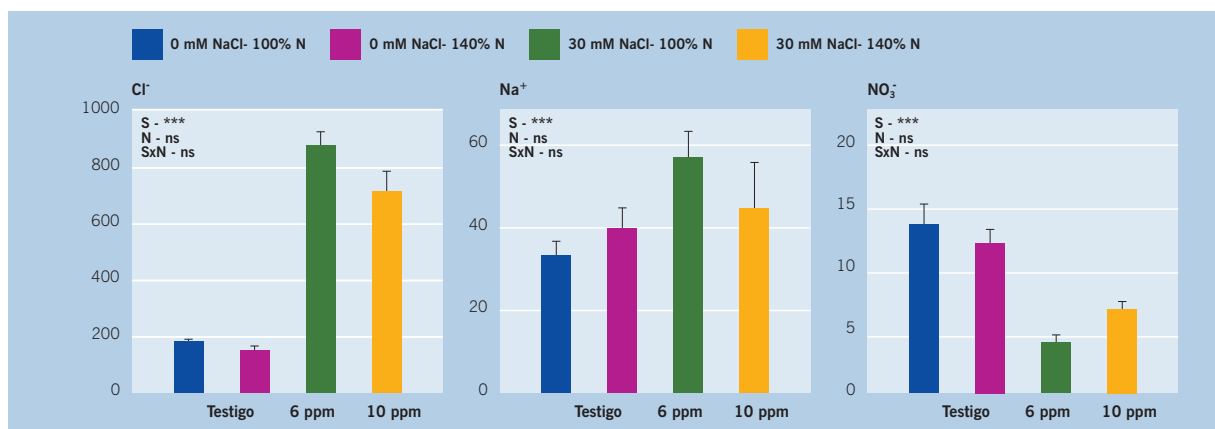


Figura 1 Concentración de Cl^- , Na^+ y NO_3^- (mmol Kg⁻¹PS) en hojas (***, *, ns indican diferencias significativas a $p < 0.001$, $p < 0.05$, y no significativas, respectivamente).

■ Optimización de la nutrición de limonero y pomelo en condiciones de salinidad

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Educación y Ciencia. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) RTA2007- 00094-00-00
Investigador responsable	Josefa M ^a Navarro Acosta
Equipo	Olaya Pérez Tornero Ignacio Porras Castillo Juan Gabriel Pérez Pérez Manuel Sánchez Baños

OBJETIVOS

1. Caracterización del crecimiento y de parámetros fisiológicos de explantos micropropagados de *Citrus macrophylla* cultivados en condiciones de salinidad.
2. Estudio del efecto de diferentes dosis de NO_3^- y K^+ en el crecimiento de brotes micropropagados de *Citrus macrophylla* sometidos a estrés salino.
3. Puesta a punto de la micropropagación de “Cleopatra” a partir de material adulto

RESULTADOS OBTENIDOS

Objetivo 1: Caracterización del crecimiento y de parámetros fisiológicos de explantos micropropagados de *Citrus macrophylla* cultivados en condiciones de salinidad.

Después de 8 semanas en cultivo, los parámetros de crecimiento (número de brotes, longitud, productividad y pesos seco y fresco) estuvieron significativamente afectados por la concentración de NaCl (Tabla 1). Además, se observaron daños producidos por la sal en los brotes; hojas necróticas y caídas fueron observadas desde 60 mM de NaCl y necrosis apical desde 120 mM NaCl (Figura 1). Entre los diferentes tratamientos, 30 mM de NaCl no redujo significativamente la productividad de los explantos y produjo un incremento significativo de los pesos seco y fresco con respecto a 0 mM NaCl.

Tabla 1 Efecto de diferentes concentraciones de NaCl sobre distintos parámetros de crecimiento de explantos micropropagados de *Citrus macrophylla*.

NaCl (mM)	Número de brotes	Longitud media (mm)	Productividad (mm)	Peso fresco/explanto (g)	Peso seco/explanto (g)
0	1.96a	20.14ab	36.79a	0.0411b	0.0072b
30	1.39bc	24.69a	31.78a	0.0519a	0.0085a
60	1.87ab	13.74c	24.43b	0.0382b	0.0059c
90	1.27c	15.83c	15.83b	0.0354b	0.0056c
120	1.25c	11.67c	14.33c	0.0257c	0.0040d
150	1.04c	12.48c	12.92c	0.0150d	0.0030d
ANOVA					
NaCl	***	***	***	***	***

Medias seguidas por la misma letra en cada columna muestran diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05, según el test LSD.

* **, *** indica diferencias significativas a niveles de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son mostradas como n.s.



Figura 1 Explantos de *Citrus macrophylla* cultivados con diferentes concentraciones de NaCl. A.- 0 mM NaCl; B.- 30 mM NaCl; C.- 60 mM NaCl; D.- 90 mM NaCl; E.- 120 mM NaCl; F.- 150 mM NaCl.

La concentración de malondialdehído (MDA), un producto lipídico de peroxidación considerado un resultado y un indicador del incremento del daño oxidativo, aumentó significativamente con el aumento del nivel salino (Tabla 2), indicando un alto grado de daño en las membranas celulares incluso en bajos niveles de salinidad. El contenido de MDA fue un 40% más alto en explantos cultivados con 150 mM NaCl en comparación con los tejidos crecidos en 0 mM NaCl. Por otra parte, la concentración de clorofila total fue disminuyendo significativamente con el aumento del NaCl, excepto en 30 mM (Tabla 2) y los explantos exhibieron una apariencia altamente clorótica desde 60 mM NaCl (Figura 1).

Tabla 2 Efecto de diferentes concentraciones de NaCl sobre el contenido de clorofila total, prolina, compuestos de amonio cuaternario (QAC) y malondialdehído (MDA) de explantos micropropagados de *Citrus macrophylla*.

NaCl (mM)	Clorofila Total	QAC (g kg ⁻¹ PS)	Prolina	MDA (mg kg ⁻¹ PS)
0	1.17a	0.16f	1.25d	0.97e
30	0.97ab	24.66e	1.27d	1.00d
60	0.86bc	29.10d	1.52c	1.04d
90	0.80c	42.94c	1.63bc	1.17c
120	0.82c	61.45b	1.72ab	1.24b
150	0.79c	70.15a	1.80a	1.36a
ANOVA				
NaCl	***	***	***	***

Medias seguidas por la misma letra en cada columna muestran diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05, según el test LSD.
*, **, *** indica diferencias significativas a niveles de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son mostradas como n.s.

La prolina está frecuentemente implicada en procesos de protección osmótica. En “*Macrophylla*”, 60 mM NaCl produjo un incremento significativo de la concentración de prolina con respecto al control (Tabla 2). La acumulación de prolina en respuesta a la salinidad estuvo correlacionada positivamente con la concentración de Cl⁻ ($r = 0.874$, $P < 0.001$) y Na⁺ ($r = 0.835$, $P < 0.001$) en los explantos. También se observó un aumento significativo de la concentración de QAC. El contenido de QAC fue 150 veces más alto que en el control con 30 mM NaCl (Tabla 2). La concentración de QAC estuvo también

positivamente correlacionada con el contenido de Cl^- ($r = 0.943$, $P < 0.001$) y Na^+ ($r = 0.828$, $P < 0.001$) en los explantos.

Las concentraciones de Na^+ y Cl^- en los explantos de 'Macrophylla' aumentaron de manera significativa con la salinidad (Tabla 3). El cloruro aumentó más que el sodio (con 150 mM NaCl, las concentraciones de Cl^- y Na^+ fueron 30 y 8 veces más altas, respectivamente, que con 0 mM NaCl). Las concentraciones de NO_3^- , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} y Fe en las plantas estuvieron también significativamente afectadas por la concentración de NaCl del medio de cultivo. Las concentraciones de Ca^{2+} , Fe, K^+ y Mg^{2+} aumentaron con el incremento del NaCl (Tabla 3). Estos resultados sugieren que el importante deterioro observado en los explantos de "Macrophylla", cultivados con concentraciones crecientes de NaCl, como apariencia altamente clorótica y hojas caídas y dañadas desde 60 mM NaCl (Figura 1) podría ser debido principalmente a los altos niveles intracelulares de los iones salinos, principalmente el Cl^- . Con respecto al NO_3^- , en nuestro estudio, la salinidad redujo significativamente su concentración en los explantos (Tabla 3). Esto podría ser debido a un efecto antagonista entre el Cl^- y el NO_3^- . Por otra parte, el aumento de la concentración de K^+ podría estar relacionada con el ajuste osmótico de la planta en altas concentraciones de NaCl, aunque altas concentraciones de otros solutos compatibles (prolina y QAC) fueron también observadas en las plantas salinizadas (Tabla 2).

Tabla 3 Efecto de diferentes niveles de NaCl en las concentraciones de Ca^{2+} , Fe, K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- y NO_3^- (mmol kg^{-1} PS) de explantos micropropagados de *Citrus macrophylla*.

NaCl (mM)	Ca^{2+}	Fe	K^+	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	NO_3^-
0	111.5c	4.77b	611.1b	59.8b	140.2d	282.1f	436.1a
30	139.4b	5.94b	607.3b	68.7b	462.6c	1830.5e	259.6bc
60	174.4a	9.39a	793.7a	97.3a	857.0b	3129.4d	215.0cd
90	158.9ab	9.32a	770.4a	95.3a	819.0b	4295.6c	194.7cd
120	153.9ab	8.85a	784.8a	102.0a	1068.2a	5412.4b	197.6cd
150	157.0ab	9.27a	748.2a	89.9a	1068.9a	8123.8a	160.2d
ANOVA							
NaCl	***	***	***	***	***	***	***

Medias seguidas por la misma letra en cada columna muestran diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05, según el test LSD.

*, **, *** indica diferencias significativas a niveles de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son mostradas como n.s.

En resumen, hemos estudiado la capacidad de los explantos de *Citrus macrophylla*, cultivados *in vitro*, de crecer bajo diferentes concentraciones de NaCl. Las mayores tasas de crecimiento fueron observadas con 0 ó 30 mM NaCl, y estas disminuyeron con altas concentraciones salinas. Se observó una acumulación de prolina y QAC bajo condiciones salinas, y su contenido aumentó con el incremento de la concentración de NaCl, mientras que la concentración de clorofila disminuyó. Nosotros sugerimos que el importante deterioro sufrido por los explantos micropropagados de "Macrophylla" cultivados en concentraciones crecientes de NaCl es debido principalmente a la toxicidad celular de los iones salinos, principalmente Cl^- . Los resultados de este estudio muestran el potencial de la utilización del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales para la evaluación de la tolerancia de los cítricos a la salinidad.

Objetivo 2: Estudio del efecto de diferentes dosis de NO_3^- y K^+ en el crecimiento de brotes micropropagados de *Citrus macrophylla* sometidos a estrés salino.

La aplicación de 90 mM NaCl al medio de cultivo disminuyó el peso fresco y seco de los explantos en ambos ensayos (Figuras 2 y 3).

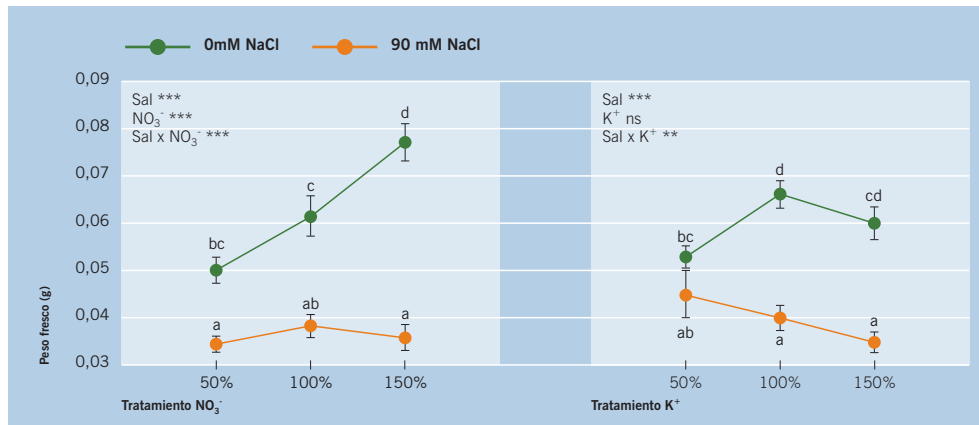


Figura 2 Peso fresco (g) de los explantos para los diferentes tratamientos de NO_3^- y K^+ crecidos con 0 y 90 mM NaCl.

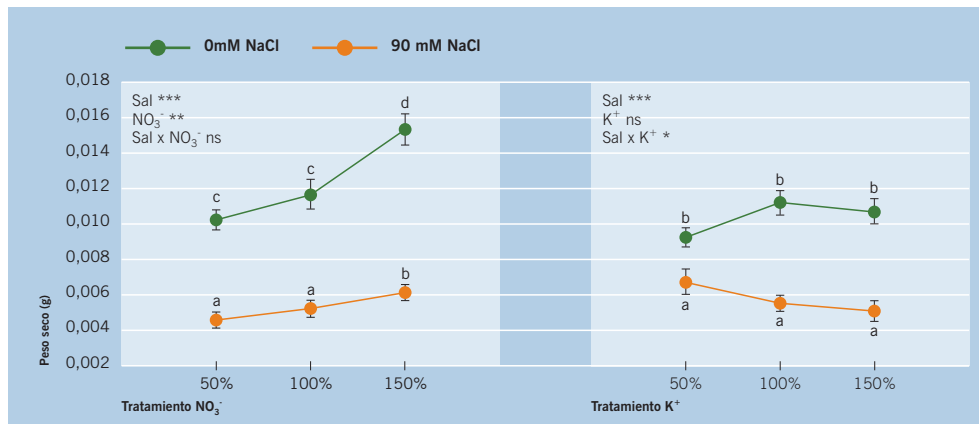


Figura 3 Peso seco (g) de los explantos para los diferentes tratamientos de NO_3^- y K^+ crecidos con 0 y 90 mM NaCl.

Cabría esperar un aumento del peso de los explantos con altos niveles de NO_3^- en el medio con salinidad. Sin embargo, los resultados muestran que los tratamientos 50% y 100% NO_3^- no modificaron el peso fresco o seco de los explantos independientemente del nivel salino. Sin embargo, cuando crecieron con 150% NO_3^- en el medio de cultivo, los explantos aumentaron el peso fresco en los tratamientos sin sal pero no lo hicieron con 90 mM NaCl en el medio de cultivo.

La aplicación de 150% K^+ tampoco modificó los pesos de los explantos tanto en ausencia como en presencia de sal (Figuras 2 y 3). Sin embargo, sí se observó una disminución del peso fresco en el tratamiento 50% K^+ respecto al 100% K^+ en ausencia de NaCl.

La salinidad disminuyó tanto el número de brotes como la longitud de los mismos (Figuras 4 y 5). La aplicación de diferentes niveles de NO_3^- ó K^+ no modificaron el número de brotes aunque sí su longitud. Dosis de 150% NO_3^- produjeron explantos más largos respecto a los obtenidos con 50% NO_3^- en ausencia de sal pero más cortos cuando crecieron con 90 mM NaCl en el medio de cultivo. Respecto a los niveles de K^+ , los explantos más largos se obtuvieron con 100% K^+ , independientemente de la salinidad del medio de cultivo.

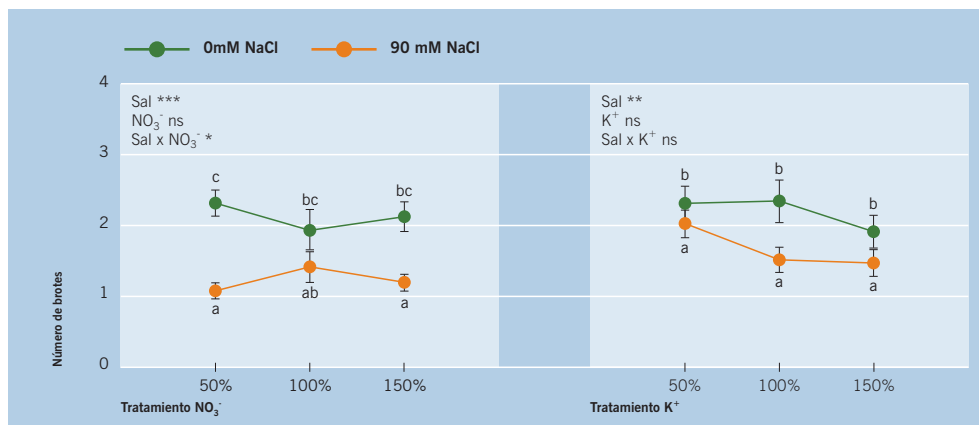


Figura 4 Número de brotes de los explantos para los diferentes tratamientos de NO₃⁻ y K⁺ crecidos con 0 y 90 mM NaCl.

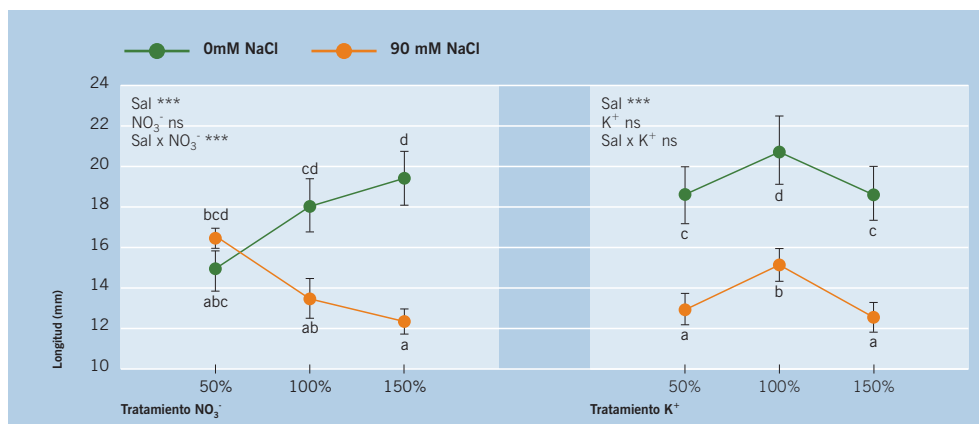


Figura 5 Longitud (mm) de los explantos para los diferentes tratamientos de NO₃⁻ y K⁺ crecidos con 0 y 90 mM NaCl.

La productividad obtenida en los dos ensayos disminuyó con la aplicación de 90 mM NaCl en el medio de cultivo (Figura 6). Los tratamientos 150% NO₃⁻ aumentaron significativamente la productividad en ausencia de salinidad y la disminuyeron con 90 mM NaCl en el medio. Esta disminución de la productividad también se observó en los tratamientos 150% K⁺, independientemente del nivel salino.

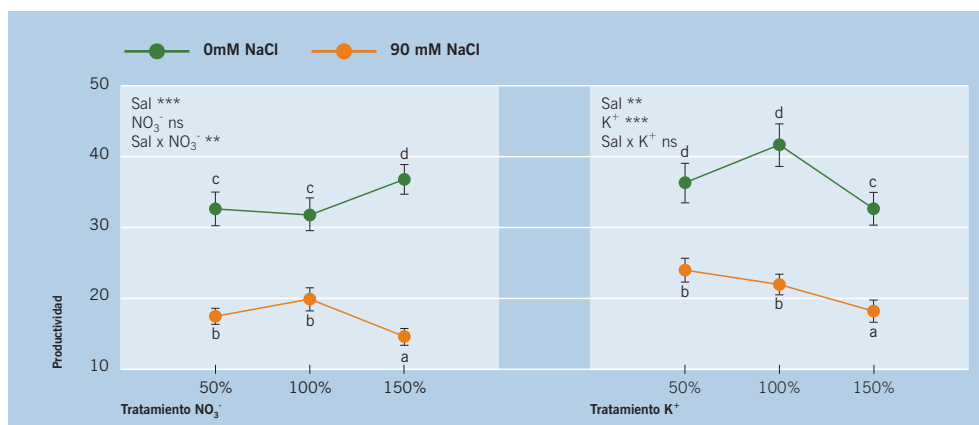


Figura 6 Productividad de los explantos para los diferentes tratamientos de NO₃⁻ y K⁺ crecidos con 0 y 90 mM NaCl.

La utilización de dosis más elevadas de nutrientes esenciales para mitigar el desequilibrio nutricional producido por la sal no ha mostrado los resultados esperados. Niveles altos de los nutrientes ensayados no han recuperado ninguno de los parámetros de crecimiento que disminuyen con la salinidad. In vivo cuando las plantas absorben los iones minerales por la raíz. La ausencia de un sistema radicular en este tipo de plantas, que impide la absorción selectiva de iones, podría explicar estos resultados. Una vez absorbidos, el transporte de los nutrientes tiene lugar en la planta por flujo de masas vía xilema. Además, la disminución del potencial hídrico en los medios de cultivo por la aplicación de 90 mM NaCl junto con la disminución producida por las sales de los tratamientos con 150% de NO_3^- ó K^+ , podría disminuir el flujo de agua y por tanto la absorción de estos nutrientes en las plantas, contribuyendo al menor desarrollo de las mismas. En esta situación, el aumento del potencial osmótico de los medios con dosis altas de nutrientes podría ser el factor predominante y responsable de la disminución del crecimiento de las plantas respecto a tratamientos control. Posteriores ensayos con plantas enraizadas podrían ser más concluyentes.

Objetivo 3: Puesta a punto de la micropropagación de 'Cleopatra' a partir de material adulto.

Cuando medios con combinaciones diferentes de BA (bencil-aminopurina) y GA (ácido giberélico) fueron probados con "Cleopatra", los explantos crecieron mal, con aspecto hiperhidratado y tamaño pequeño. Por este motivo se probaron medios sin GA y con diferentes citoquininas.

Cuando diferentes concentraciones de BA fueron añadidas al medio de cultivo se pudo observar que el número de brotes estuvo afectado significativamente por la concentración de BA ($P < 0.05$). Los explantos que produjeron un mayor número de brotes estuvieron cultivados en un medio con 3 mg/l de BA (Figura 7).

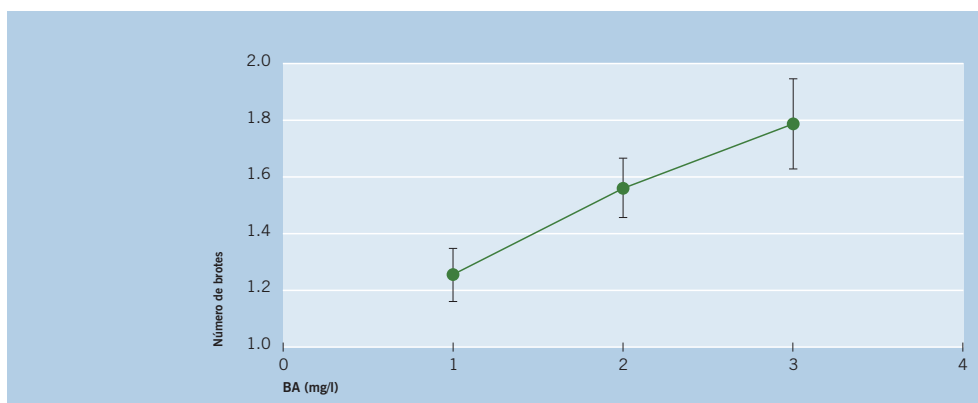


Figura 7 Número de brotes de explantos de "Cleopatra" cultivados *in vitro* con diferentes combinaciones de BA (1, 2 y 3 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

La longitud también estuvo afectada de manera significativa por la concentración de BA ($P < 0.01$), pero esta no afectó a la productividad (número de brotes x longitud) (Figura 8). Los brotes más largos se obtuvieron con 1 mg/l de BA.

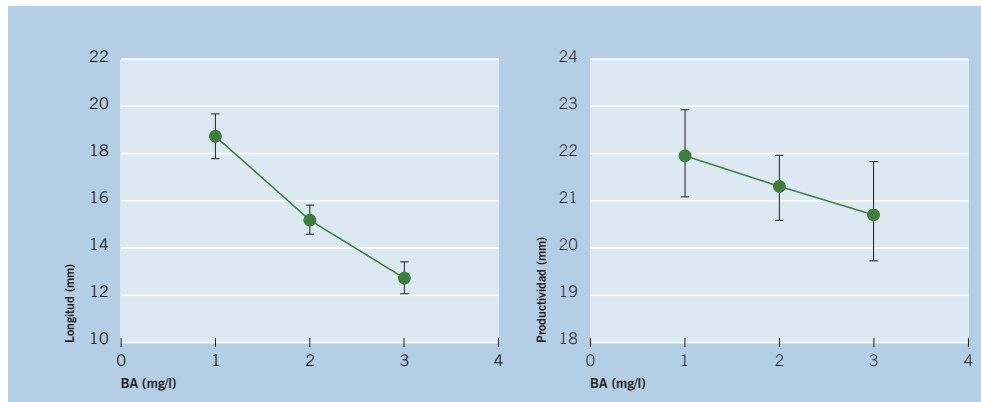


Figura 8 Longitud y productividad de explantos de "Cleopatra" cultivados *in vitro* con diferentes combinaciones de BA (1, 2 y 3 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

Cuando 4 mg/l de adenina fueron añadidos al medio de cultivo junto con BA (1, 2 y 3 mg/l), no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables, número de brotes, longitud y productividad, cuando se compararon estos medios con los mismos sin adenina (datos nos mostrados). Si se observaron diferencias significativas cuando diferentes concentraciones de kinetina (0, 1 y 2 mg/l) fueron añadidos al medio de cultivo con 2 mg/l de BA. La concentración de kinetina afectó de manera significativa al número de brotes y a la longitud ($P < 0.05$ y $P < 0.001$, respectivamente) pero no a la productividad. Los explantos produjeron más brotes con 2 mg/l de kinetina (Figura 9), y en este medio se encontraron los brotes más cortos (Figura 10). ■

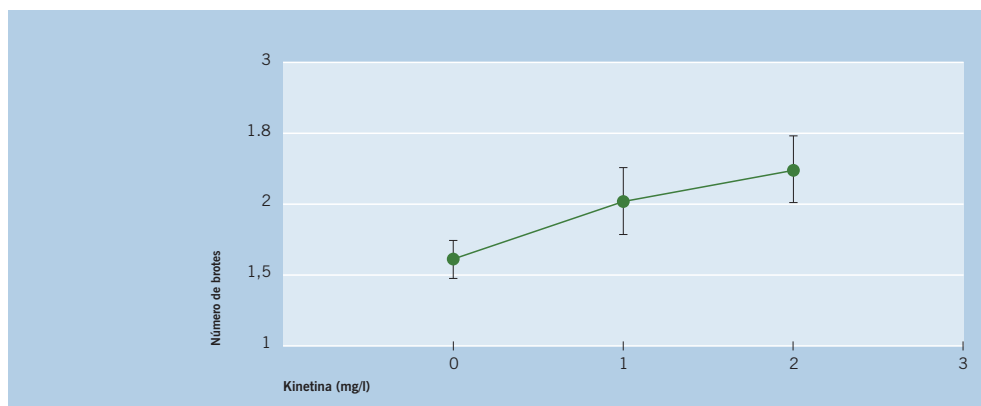


Figura 9 Número de brotes producidos por explantos de "Cleopatra" cultivados *in vitro* con 2 mg/l de BA y diferentes combinaciones de Kinetina (0, 1 y 2 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

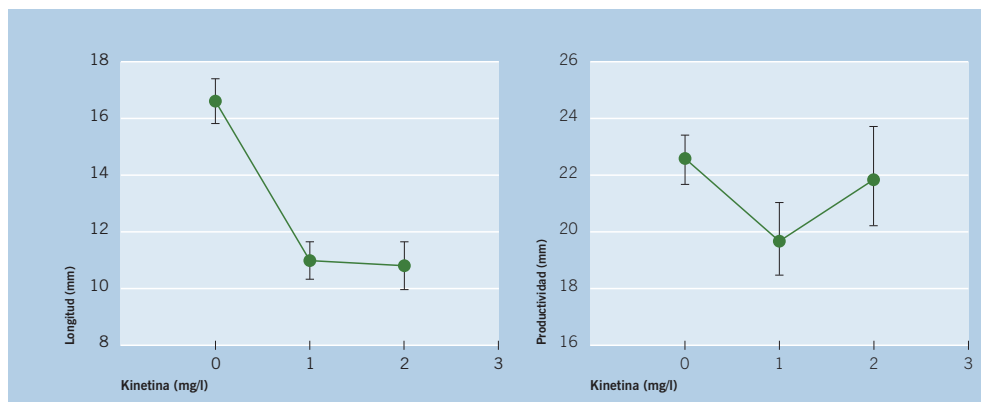


Figura 10 Longitud y productividad de explantos de "Cleopatra" cultivados *in vitro* con 2 mg/l de BA y diferentes combinaciones de Kinetina (0, 1 y 2 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

■ Transformación de células meristemáticas como método, independiente del genotipo, para obtener frutales transgénicos. (Subproyecto IMIDA)

Entidad financiadora y Referencia	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia Proyecto BIOCARM 24BIO2005-04-6445
Investigador responsable	Lorenzo Burgos Ortiz (CEBAS) Olaya Pérez Tornero (IMIDA)
Equipo	Abel Piqueras Nuria Alburquerque M ^a Dolores Nortes

OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este proyecto es desarrollar un método que nos permita transformar diferentes variedades de limón de forma eficiente y aplicar esta metodología a la transformación de otras especies de cítricos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se han llevado a cabo ensayos de transformación con 4 variedades de limonero. Se han ensayado distintas concentraciones del antibiótico de selección así como el método de corte de las yemas axilares ya que, debido a las características del material, se estaban dejando yemas axilares muy pequeñas que se desarrollaban a modo de escapes con mucha fuerza en el medio con antibióticos. Aunque hasta el momento no hemos obtenido resultados fiables, esperamos que muy pronto, con las últimas modificaciones que se han hecho (aumento de la concentración de la bacteria, distintos tiempos en oscuridad, modificación del medio de regeneración, etc.), se obtengan las primeras líneas transformadas. ■

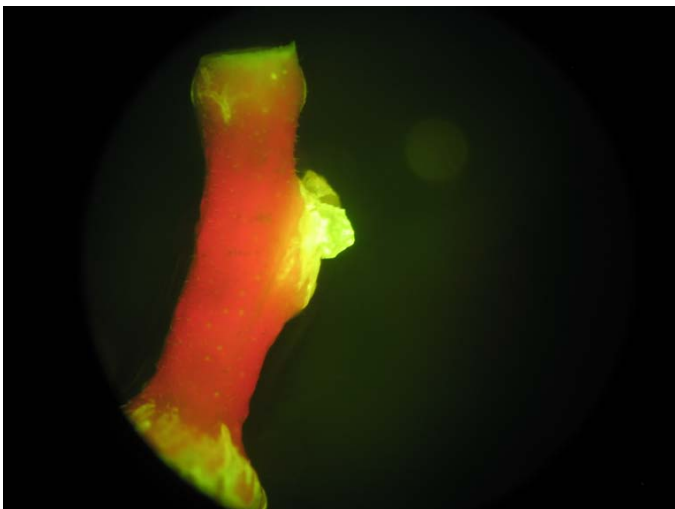


Figura 1 Entrenudo transformado de *Citrus limon* var "Messina" en medio de regeneración con antibióticos de selección. La zona de color verde indica actividad GUS+.

■ Mejora de la eficiencia en el uso del agua en condiciones de salinidad y carencia hídrica en cítricos

Entidad financiadora y Referencia	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia PR05-005
Investigador responsable	Pablo Botía Ordaz
Equipo	Ignacio Porras Castillo Josefa Maria Navarro Acosta Juan Gabriel Pérez Pérez Olaya Pérez Tornero Juan Miguel Robles García Manuel Sánchez Baños Isabel García Oller

OBJETIVOS

Estudio de diferentes aspectos relacionados con la aplicación de estrategias de Riego Deficitario Controlado en diferentes combinaciones patrón-variedad en cítricos: calidad de frutos y estado nutricional del cultivo.

RESULTADOS OBTENIDOS

INFLUENCIA DEL RDC SOBRE EL ESTADO NUTRICIONAL

Uno de los aspectos más importantes relacionados con la aplicación de estrategias de Riego Deficitario Controlado es el efecto que producen estas estrategias sobre el estado nutricional del cultivo. Ciertamente, en estudios de riego deficitario el estado nutricional del cultivo es de vital importancia, ya que existen periodos de baja disponibilidad hídrica que podrían condicionar el estado nutricional de la planta. En este sentido el patrón juega un papel muy importante, ya que de él depende el suministro adecuado de agua y nutrientes, sobretodo en condiciones de escasez hídrica. Desde hace 10 años, nuestro grupo viene ensayando estrategias de riego deficitario en diferentes variedades de cítricos sobre patrones tolerantes y sensibles al déficit hídrico.

Con el fin de ahondar en estos aspectos, en este proyecto, se ha evaluado la influencia de dos de los patrones utilizados con diferente tolerancia a la sequía sobre el estado nutricional del cultivo en condiciones de riego deficitario. Para ello se ha utilizado una parcela situada en el término municipal de Torre Pacheco (Murcia) con árboles de 10 años de edad de naranjo "Lane late" injertados sobre los patrones citrange Carrizo (*Citrus sinensis* Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) y mandarino Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka). Durante dos años se aplicaron 2 estrategias de riego: control (100% ETc) y RD, donde se recortó el riego durante la fase I de crecimiento de fruto (3ª semana de abril - 1ª semana de junio) y fase III (octubre - febrero). La fertilización se realizó vía gotero, siendo las cantidades anuales aportadas de 260 UF de N, 103 UF de P, 173 UF de K

y 20 g/árbol de quelato Fe-EDDHA. Se determinó el estado hídrico del cultivo semanalmente y en octubre-noviembre se determinó el contenido foliar tanto de macro como de micronutrientes, cuando se considera que la concentración mineral en hoja es estable. Algunos de los resultados más relevantes indican que el estado hídrico del cultivo en condiciones de riego deficitario estuvo muy influenciado por las lluvias, teniendo lugar los periodos de estrés hídrico más significativos el primer año de ensayo durante la fase III y en el segundo año durante la fase I.

En árboles de Cleopatra, sometidos al tratamiento de RD, se observó un mejor estado hídrico que en los de Carrizo durante los dos años de ensayo. Respecto al estado nutricional, en el primer año el tratamiento de RD redujo el contenido de N y P, siendo esta reducción mayor en Carrizo que en Cleopatra (Figura 1). También se observó un aumento significativo del contenido de Cl⁻ en ambos patrones, aunque no llegó a sobrepasar valores tóxicos para la planta. El contenido de N y P estuvo negativamente correlacionado con el estado hídrico de la planta durante la fase III. Sin embargo, en el segundo año de RD no se observó ningún efecto significativo en ambos casos.

Estos resultados parecen indicar que la utilización de patrones tolerantes como mandarina Cleopatra, al ser más eficiente en la extracción de agua y nutrientes que otros patrones más sensibles a la sequía como Carrizo, serían más indicados cuando se quieran emplear estrategias de riego deficitario en cítricos.

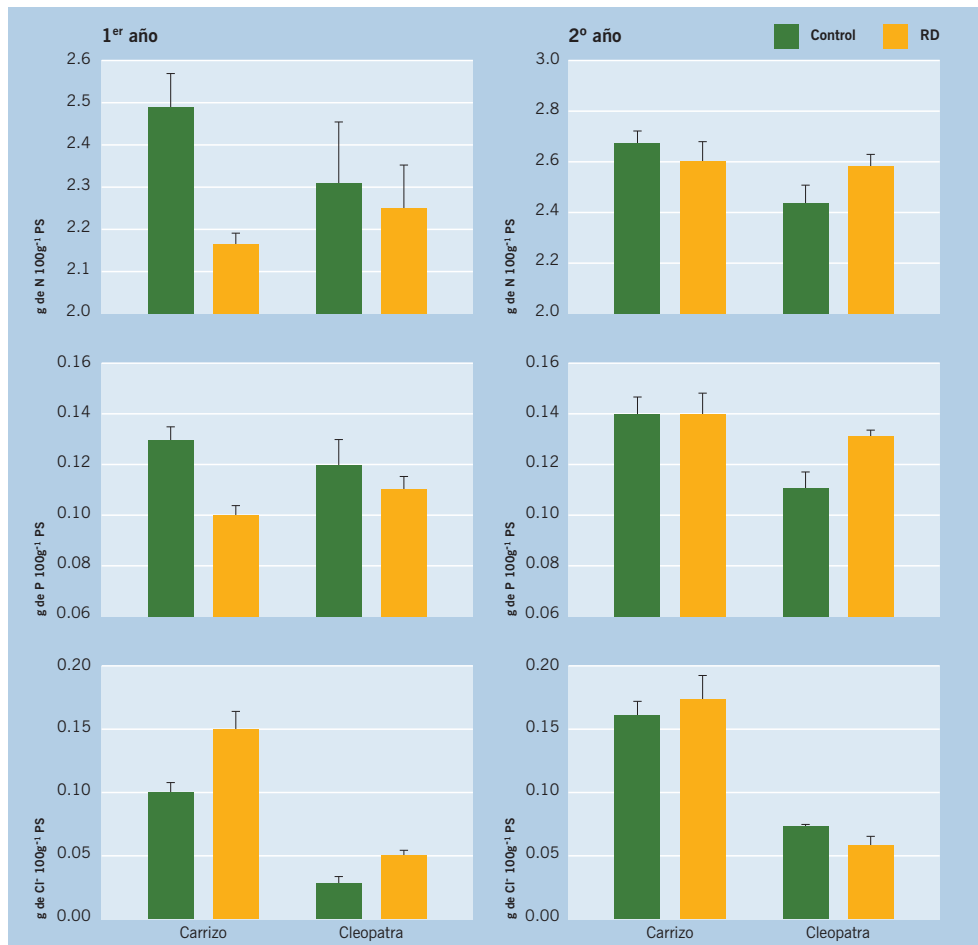


Figura 1 Influencia de la aplicación de riego deficitario sobre algunos componentes del contenido mineral en hoja de la variedad "Lane late" injertada sobre dos patrones (Carrizo y Cleopatra).

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE RDC PARA MEJORAR LA CALIDAD

Otro aspecto muy importante cuando se aplican estrategias de RDC en cítricos es la influencia sobre la calidad de la cosecha. Nuestros estudios en naranjos Lane late sobre Carrizo, han puesto de manifiesto el interés de estas estrategias, no solo desde el punto de vista del ahorro del agua, sino de su capacidad para implementar mejoras de cara a su comercialización.

La producción de cítricos en España se dirige fundamentalmente a su consumo en fresco. Las necesidades del mercado internacional, hace necesario retrasar la cosecha de algunas variedades tardías de naranja y mandarina. Las condiciones climáticas del sureste español dificultan este retraso de la cosecha, pues en estas condiciones disminuye significativamente la acidez de los frutos cuando estos son mantenidos cierto tiempo en el árbol, en detrimento de la calidad de los mismos.

Resultados previos de nuestro grupo han demostrado que el riego deficitario (RD), incrementa tanto la acidez como el contenido de sólidos solubles de los frutos en diferentes variedades de cítricos. Con estas premisas se planteó utilizar las estrategias de riego deficitario para tratar de retrasar la maduración de frutos cítricos, logrando mantenerlos el mayor tiempo posible en los árboles sin pérdida de calidad y cubrir así la demanda del mercado.

De esta forma, se planteó durante dos años una estrategia de RDC en naranjos de 10 años de edad de la variedad Lane late injertados sobre patrón Carrizo (*Citrus sinensis* L. Osb. x *Poncirus trifoliata* L.), consistente en la supresión de riego durante la fase III de crecimiento de fruto (1 de octubre- 28 de Febrero).

Algunos de los resultados más relevantes obtenidos en ambos años, muestran que la utilización de esta estrategia no solo no alteró la producción final de la cosecha, sino que apenas produjo una ligera disminución en el tamaño de los frutos, siendo el principal efecto de esta estrategia incrementar tanto el contenido de sólidos solubles totales como la acidez de los frutos y disminuir el porcentaje de zumo de los mismos sin alterar su índice de madurez (Tabla 1). Por otra parte se encontró una elevada y significativa correlación positiva entre la integral de estrés (S_{Ψ}) y el contenido de sólidos solubles totales y la acidez y negativa con el porcentaje de zumo (Figura 2). Esto, sin duda pone de manifiesto, la idoneidad de la utilización de ciertas estrategias de riego deficitario (RD), como la empleada en nuestro estudio, para mejorar la calidad final de la cosecha y producir su retraso en zonas como la del sureste español. ■

Tabla 1 Efecto de la aplicación de riego deficitario durante la fase III de crecimiento de fruto sobre los parámetros de calidad del fruto durante el periodo experimenta.

Año 1	D (mm)	Esp. (mm)	ICE	Zumo (%)	Corteza (%)	Pulpa (%)	SST (°Brix)	AT (mg L ⁻¹)	IM
Control	85.8	4.61	5.9	53.1	40.8	4.9	11.5	9.0	12.8
RD	83.6	4.88	6.1	50.2	43.0	4.8	12.3	10.0	12.3
SIG.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	*	n.s.
Año 2	D (mm)	Esp. (mm)	ICE	Zumo (%)	Corteza (%)	Pulpa (%)	SST (°Brix)	AT (mg L ⁻¹)	IM
Control	82.5	4.97	11.8	54.7	39.1	5.0	11.3	7.1	15.9
RD	76.9	4.42	12.9	53.8	40.1	4.7	12.4	8.2	15.2
SIG.	***	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.

n.s., no significativo; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

Parámetros externos: D, diámetro; Esp., espesor de corteza; ICE, índice de color externo.

Parámetros internos: SST, sólidos solubles totales; AT, acidez valorable; IM, índice de madurez.

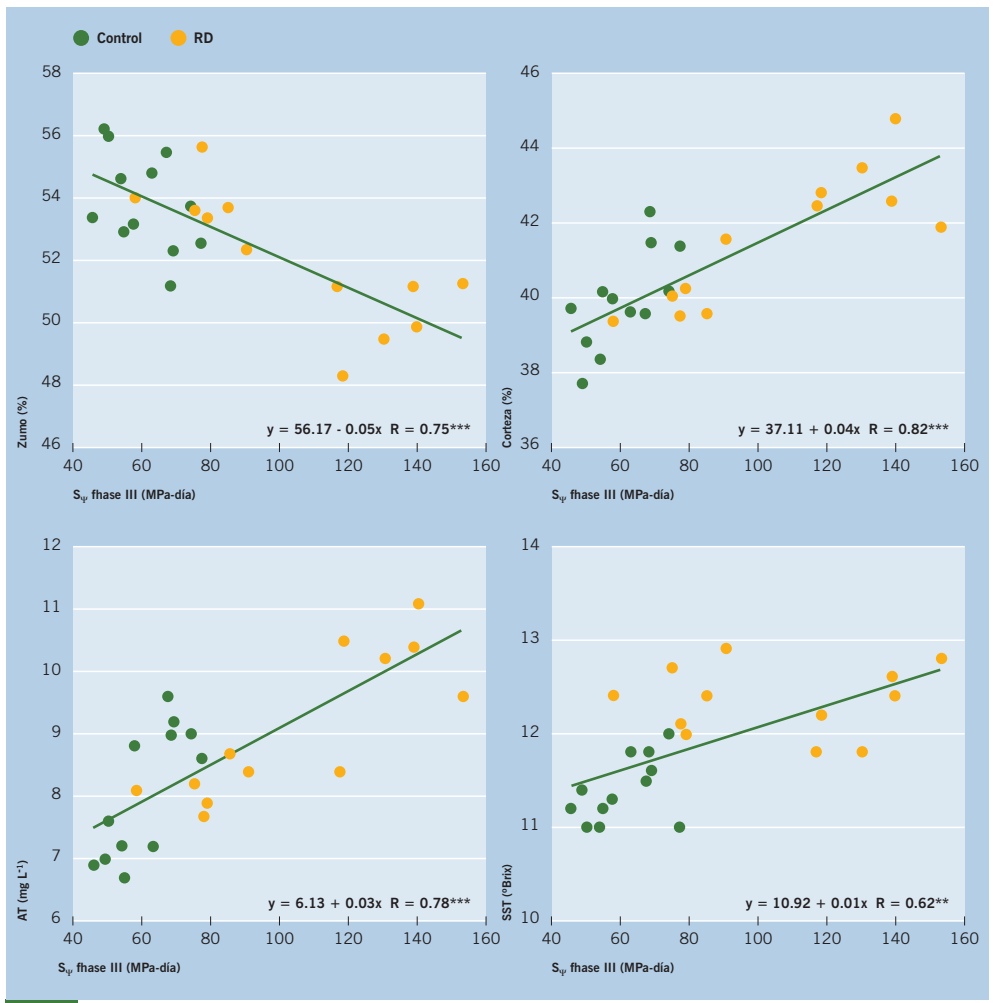


Figura 2 Relación entre la integral de estrés acumulada durante la fase III de crecimiento de fruto para cada año de estudio y el porcentaje de zumo y corteza, la acidez valorable y los sólidos solubles totales.

■ **Recolección mecánica de melocotón, albaricoque y limón con destino a la industria. (Subproyecto de limón)**

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua e IMIDA
Investigador responsable	Ignacio Porras Castillo
Equipo	Manuel Sanchez Baños Regino Aragón Pallarés Olaya Perez Tornero Antonio Torregrosa Mira. UPV Valencia Bernardo Martín Gorriiz. UPTC Cartagena

OBJETIVOS

En este proyecto multidisciplinar se involucran 3 grupos de Investigación: Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad Politécnica de Valencia y dos equipos del IMIDA, en este apartado se desarrolla la labor del Equipo de Citricultura respecto a la recolección en concreto del limón con destino a la industria de transformación.

Dada la crisis que atravesó el sector del limón años anteriores una alternativa para rebajar los costes de recolección con destino a la industria en años de fuertes excedentes, es mecanizar en una primera fase el limón destinado a la industria de transformación y en una segunda fase sería para el limón dedicado al consumo en fresco.

Entre los objetivos particulares a desarrollar por el Grupo de Citricultura de Murcia figuran:

Estudio de la resistencia a la tracción de los frutos del limonero.

Época más adecuada de la recolección.

Estudio de los daños sufridos por los frutos durante la recolección.

Utilización de fitorreguladores que ayuden al desprendimiento de los frutos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se realizó un ensayo en campo de derribo de frutos de limonero Fino con vibrador de ramas, portátil, accionado por un motor térmico aplicando entre dos y tres vibraciones por rama de unos 3 segundos cada una. Previamente se aplicó un agente abscisor, Ethrel, a las dosis de 100, 200 y 300 ppm. Se trataron cuatro árboles con cada dosis y se dejaron 4 árboles testigo sin tratar. Los tratamientos se realizaron nueve días antes de la recolección, que tuvo lugar el 13 de diciembre de 2006. La distribución de los tratamientos se esquematiza en la tabla 1 donde se representa esquemáticamente la ubicación de los árboles en la parcela experimental. Para la recepción de los frutos caídos se utilizó una lona sobreelevada, con altura regulable y provista de ruedas, para facilitar el movimiento bajo los árboles.

Los frutos caídos eran recogidos y clasificados en dos grupos: bien desprendidos: bien desprendidos (aptos para el comercio en fresco) y frutos con pedúnculo largo que podrían dañar los demás frutos de la caja. De cada tratamiento se midió la fuerza de tracción de 15 frutos con un dinamómetro y submuestras de los frutos de cada tratamiento fueron almacenadas en cámara frigorífica para estudiar su evolución.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza necesaria para el arranque de los frutos entre los tratamientos ensayados (Tabla 1), por lo que se puede deducir que el tratamiento con el abscisor, en las condiciones del ensayo, no hizo efecto. Aunque los frutos desprendidos sin rama del tratamiento de 300 ppm, presentaron un valor bastante más bajo que el resto, estadísticamente no hubo diferencias.

Tabla 1 Fuerza necesaria para el arranque de los frutos en función de la concentración del agente abscisor.

	Testigo	100 ppm	200 ppm	300 ppm	Media
Media	68	75	80	66	72
Media de frutos desprendidos con rama	43	56	58	52	52
Media de frutos desprendidos sin rama	91	86	90	79	87

El porcentaje global de frutos derribados de la rama vibrada fue del 71%, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2 Porcentaje de frutos desprendidos en función de la concentración del agente abscisor.

	100 ppm	200 ppm	300 ppm	Testigo	Promedio
Bien desprendidos	68	75	66	74	71
Desprendidos con pedúnculo largo	32	25	34	26	29
Sin derribar	31	18	35	22	26

En el porcentaje de desprendimiento influyó más el tipo de rama, con la facilidad para la sujeción del gancho, así como si se trataba de una rama péndula o no, que el tratamiento con el abscisor (Tabla 3). Las ramas favorables a la vibración, presentaron valores de desprendimiento entre el 80-90%, mientras que en las desfavorables (faldas, mala sujeción del gancho) los valores bajaron hasta el 40%, de aquí la gran importancia que tiene una poda adecuada.

De los frutos desprendidos, el 71% presentaban un pedúnculo lo suficientemente corto como para ser comercializados directamente, mientras que el 29% precisarían un recorte del mismo para evitar punzaduras a otros frutos (Tabla 2). No se apreciaron daños por descortezado ni deshojado excesivo en el árbol, ni daños directos a los frutos e inmediatamente visibles al caer en la lona de recogida.

Los frutos, durante las cinco semanas siguientes a la recolección, no presentaron diferencias de peso entre los diversos tratamientos, ni tampoco en la coloración. Durante la primera semana se retiraron los frutos dañados por *Penicillium*, que mostraban lesiones previas a la recolección. No se apreciaron daños de manchado en los frutos.

Se cronometró el tiempo necesario para vibrar todo un árbol con el vibrador original, siendo necesarios 3 minutos, logrando derribar el 59% de los frutos, de éstos, un 31% presentaban pedúnculos largos que habría que recortar.

Con el vibrador provisto del "peine" (Figura 1), se arrancaron frutos no derribados del árbol anterior. El peine consiguió desprender todos los frutos y con una menor caída de hojas. No se contabilizó la calidad del derribo, pero a la vista de las fotos, fue similar a

Tabla 3 Porcentaje de derribo de cada árbol y características del mismo respecto a la facilidad de derribo.

	árbol	derribo	comentarios
100 ppm	1	0.74	
100 ppm	2	0.40	ramas que rozan la lona
100 ppm	3	0.69	ramas péndulas difíciles de vibrar
100 ppm	4	0.82	rama erecta, con buena sujeción, sin faldas
200 ppm	1	0.75	
200 ppm	2	0.76	
200 ppm	3	0.88	rama sin faldas, favorable
200 ppm	4	0.77	
300 ppm	1	0.93	
300 ppm	2	0.40	
300 ppm	3	0.74	
300 ppm	4	0.94	rama horizontal recta y sin faldas
testigo	1	0.68	
testigo	2	0.80	
testigo	3	0.88	
testigo	4	0.63	árbol con pocos frutos

la obtenida con el gancho original. Obviamente, con este procedimiento es necesario peinar todas las faldas, con el consiguiente coste de mano de obra. En el análisis del video tomado sobre el peinado se pudo apreciar que cada pase del peine duró un promedió 4.3 s, y el tiempo transcurrido entre un pase y el siguiente 5.0 s. En total se realizaron 24 pases, se recogieron 119 limones con una masa media de 143 g/unidad lo que supusieron 14.7 kg. El tiempo total para “peinarlos” fue de 219 s, lo que supuso una capacidad de trabajo de 242 kg/h.


Figura 1 Detalle del peine.

Se conservaron frutos en cámara a 12 °C y a 95% de humedad durante cinco semanas. No se presentaron diferencias significativas ni entre tratamientos de peso ni de coloración. Tampoco se apreciaron daños por manchado de fruto.

Los ensayos realizados con frutos en el árbol para saber la fuerza de tracción necesaria para desprender los frutos muestran la dificultad de tirar el fruto de limón del árbol, que requieren fuerzas superiores a los 100 Nw. Para reducir esta fuerza se dio un tratamiento a finales de noviembre de Ethrel, ácido giberélico y Maxim (3,5,6-TPA) diez días antes de medir la fuerza de tracción en diciembre y el día 9 de enero. Se observó que los frutos tratados con Ethrel presentaron menores valores de Fuerza: 61 Nw los tratados con 600 ppm y 67 Nw los tratados con 400 ppm. Los frutos tratados con giberélico y con Maxim dieron un valor medio de 77 Nw, muy cercano al testigo (79 Nw). Aunque la reducción de fuerza entre el tratamiento con Ethrel a 600 ppm es del 23 %, pero la gran dispersión de datos impide ver diferencias estadísticamente significativas. A la hora de desprenderse los frutos del árbol, pueden caer con un trozo de ramilla ó sólo con el cáliz Si analizamos los frutos arrancados sin rama, se observa una gran diferencia entre los tratados con Ethrel y los no tratados, pero al ser tan pequeña la muestra, 3 y 4 frutos por tratamiento, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas.

Tratamientos similares con fosfato potásico a dosis de 5, 10 y 20% bajaron la fuerza necesaria en marzo de 78 Nw en los testigos a 75, 72 y 70 Nw respectivamente. La mayoría de los frutos o no presentaban pedúnculo ó era de rabo muy corto, dato importante cuando el limón se dedica a la industria de zumo, que requiere que no lleve un trozo de rama a la hora de llevarlas a las piñas de extracción. ■



Figura 2 Bastidor para recolección de limones.

■ Retraso de la recolección en limón Fino. Técnicas que favorezcan su conservación en árbol, su calidad y efecto sobre los metabolitos secundarios

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua e IMIDA
Investigador responsable	Ignacio Porras Castillo
Equipo	Olaya Pérez Tornero Manuel Sánchez Baños José Antonio del Río Conesa. Univ. de Murcia Ana Ortuño Tomás. Univ. de Murcia

OBJETIVOS

Proyecto coordinado entre la Universidad de Murcia, el CEBAS y el IMIDA.

Entre los objetivos propuestos están:

- Retraso de la recolección en limonero Fino
- Mantenimiento de la calidad y de la vida útil de los frutos en el árbol.
- Optimización del momento y dosis de aplicaciones de giberelinas en campo.
- Mejora de los procesos de conservación en cámara.
- Estudio de la expresión de los componentes bioactivos presentes en los frutos de limón conservados en el árbol y sometidos a tratamientos en cámara.

RESULTADOS OBTENIDOS

Durante el desarrollo del proyecto se han llevado a cabo diversos estudios para tratar de establecer la incidencia del retraso de la recolección en limonero Fino-49, tratamientos con giberelinas (6 y 10 ppm), conservación en cámara fría y manipulación mediante tambor sobre los niveles de compuestos biosaludables: Vitamina C y Compuestos flavónicos. Los tratamientos con giberelinas (6 y 10 ppm) sobre los árboles de limón Fino-49 se llevaron a cabo en noviembre, procediéndose a partir de dicha fecha a la recogida de frutos control y tratados transcurridos diferentes tiempos desde la aplicación hormonal (2 días, para la primera recogida; 40 días para la segunda recogida; 80 días para la tercera recogida y 120 días para la cuarta recogida), para chequear analíticamente los niveles de compuestos bioactivos en los frutos control (recién cogidos del árbol, transcurridos 2, 40, 80 ó 120 días desde que se efectuó la aplicación con giberelinas), y los en lotes similares mantenidos durante 20, 40 o 60 días en cámara fría (4° C), o mantenidos durante 20, 40 o 60 días en cámara fría días en cámara fría (4° C) y sometidos posteriormente a manipulación mediante tambor.

No se ha visto incidencia negativa de los tratamientos en la floración de primavera, retraso en la aparición de flores, en su número, ni un menor cuaje, por tanto no ha habido un descenso en la cosecha.

El mantenimiento del fruto en el árbol 40 días más desde la primera a la segunda recogida, produce un descenso en los niveles de ácido ascórbico del 24%.



La conservación en cámara fría y los tratamientos con tambor producen incrementos en los niveles de ácido ascórbico entorno al 20 y 40% para los tratamientos en cámara fría durante 40 días y tambor, respectivamente, siendo éstos entorno al 40 y 50% respectivamente para los frutos mantenidos durante 60 días en cámara fría. No observándose diferencias significativas en los niveles de Acido ascórbico entre los controles y los frutos mantenidos durante 20 días en cámara fría y/o tratados con tambor

Los incrementos en los niveles de ácido ascórbico por efecto de la conservación en cámara fría y/o tratamiento con tambor se siguen observando en los frutos procedentes de la segunda recogida (mantenidos 40 días más en el árbol respecto a los frutos recolectados en la primera recogida), en este caso los incrementos detectados para los frutos conservados en cámara fría durante 20, 40 y 60 días están entorno al 60, 50 y 20%, respectivamente, y en todos los casos entorno al 50% para los tratados en tambor

En todas las muestras analizadas los tratamientos con giberelinas (6 y 10 ppm) sólo suponen ligeros incrementos respecto a los correspondientes testigos en los frutos mantenidos en cámara durante 40 días, siendo éstos del 7 y 13% para los tratamientos con giberelinas 6 y 10 ppm, respectivamente y del 13 y 17% para los sometidos a cámara durante 40 días y posteriormente tratados en tambor para los tratamientos con giberelinas 6 y 10 ppm.

El retraso de la recolección de frutos de limón Fino-49, mantenidos en el árbol 40 días más desde la primera recogida no produjo variaciones significativas en los niveles de compuestos fenólicos totales

Los resultados obtenidos en los frutos recolectados en la primera recogida (en el mes de Noviembre, 2 días después de haber efectuado los tratamientos con giberelinas 6 y 10 ppm) y almacenados durante 40 días en cámara fría (4° C) y/o sometidos a tratamiento en tambor, ponen de manifiesto un incremento en los niveles de polifenoles totales en torno al 10% en ambos casos, respecto a los valores observados en los correspondientes controles. En esta primera recogida el mantenimiento de los frutos tiempos menores (20 días) o mayores (60 días) al descrito anteriormente en cámara fría no suponen variaciones significativas en los niveles de polifenoles respecto a los correspondientes controles.

En relación a los resultados obtenidos en los frutos recolectados en la segunda recogida (40 días después de haber efectuado los tratamientos con giberelinas), se siguen observando incrementos en los niveles de polifenoles respecto a los correspondientes controles, para los frutos almacenados durante 40 días en cámara fría (4° C) y/o sometidos a tratamiento en tambor, siendo en ambos casos incrementos entorno al 5%, respecto a los valores observados en los correspondientes controles.

Por otra parte, en los análisis realizados hasta el momento para los frutos procedentes de la primera como de la segunda recolección, no se observan incrementos en los niveles de polifenoles en los frutos tratados con giberelinas (6 y 10 ppm), respecto a los observados en los correspondientes controles

Los estudios de conservación en cámara (12 ± 1 °C) y humedades en torno al 95-99%, muestran que los frutos se conservan en buenas condiciones cuando no se rompe la cadena de frío. Ensayos en que los frutos son sacados de cámara semanalmente, para estudios de evolución de calidad, expresan daños por frío. Los frutos que permanecen sin salir de cámara, mantienen perfectamente su aptitud comercial durante más de tres meses. ■

■ *Alternaria alternata* en los cítricos de la Región de Murcia: aspectos fisiológicos y epidémicos

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua e IMIDA
Investigador responsable	Ignacio Porras Castillo
Equipo	Alfredo Lacasa Plasencia M ^a Del Mar Guerrero Díaz M ^a Carmen Martínez Lluch Olaya Pérez Tornero Carmen M ^a Lacasa Martínez Nieves Álvarez Gambín José Antonio Del Río Conesa Univ. Murcia Ana M ^a Ortuño Tomás Univ. Murcia Imene Nemsu Univ. Túnez

OBJETIVOS

Epidemiología y control de *Alternaria alternata* en Fortune.

1. Estudio de la evolución de las densidades de inóculo en la plantación.
2. Determinación del momento de la infección y de las épocas de riesgo de contaminación de los distintos órganos.
3. Incidencia de la enfermedad en parcelas donde se realizan diferentes prácticas culturales.
4. Gestión de los residuos de poda y del follaje de los árboles.
5. Caracterización de los aislados del hongo en la zona de cultivo.
6. Evaluación in vitro y en campo de la eficacia de fungicidas aplicables en sistemas de producción integrada.

RESULTADOS OBTENIDOS

Objetivo 1. Estudio de la evolución de las densidades de inóculo en la plantación.

La evolución temporal de los niveles de inóculo estimados por lavado de hojas y por captura de esporas en la parcela guardó relación con las condiciones de humedad y temperatura. En los periodos de lluvias de la primavera de 2006, del otoño de 2007 y de la primavera de 2008, junto con los rocíos de del verano y otoño de 2007 se alcanzaron los niveles más altos (Figura 1), coincidiendo con temperaturas suaves.

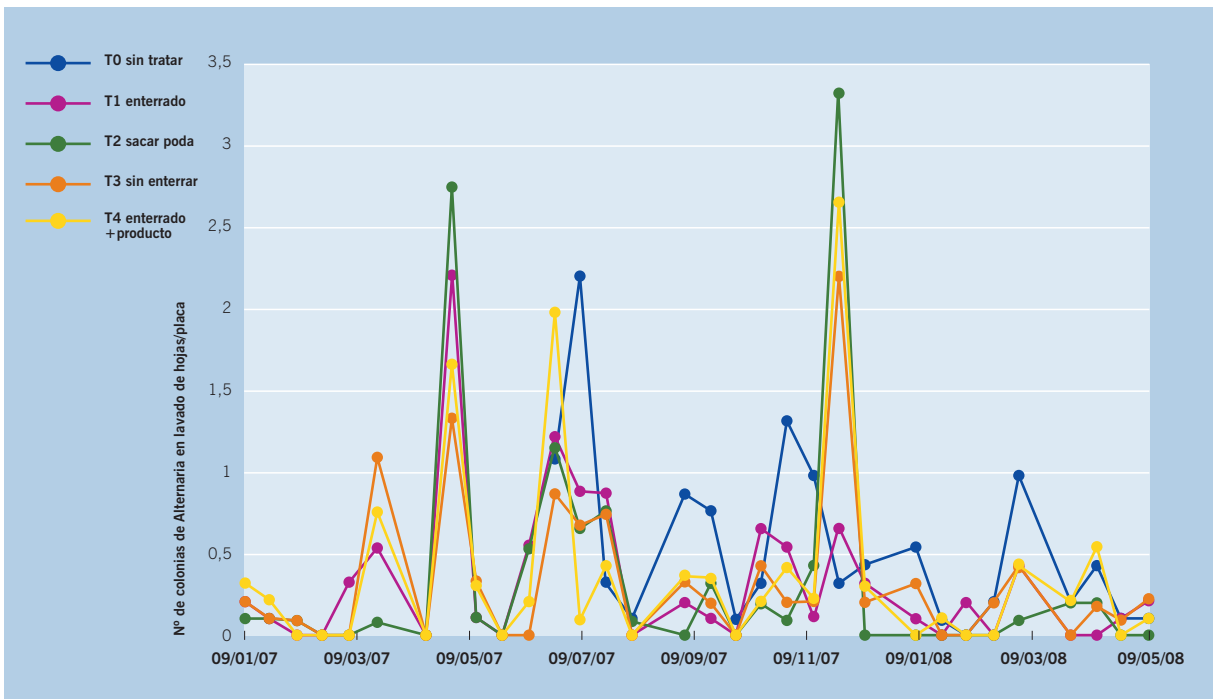


Figura 2 Número medio de colonias de *Alternaria* obtenidas en las placas con medio PDA, donde se sembraron los lavados de hojas. (T0: Triturado en cobertera sin tratamientos a árboles; T1: triturado y enterrado; T2: Retirada de la poda; T3: Triturado en cobertera; T4: Triturado + mancozeb y enterrado).

Objetivo 2. Determinación del momento de la infección y de las épocas de riesgo de contaminación de los distintos órganos.

Se encontró relación entre la evolución de los niveles de inóculo y la intensidad posterior de los daños. Las hojas resultaron colonizables en cualquier estado de evolución, aunque son más susceptibles y fáciles de infectar cuando están tiernas que cuando son maduras. En el momento de la brotación primaveral, coincidiendo con altos niveles de inóculo se producen abundantes infecciones tanto en hojas como en frutos recién formados. Hasta que los frutos cambian de color resultan muy sensibles, siendo las condiciones ambientales las que determina las infecciones (Figura 2).

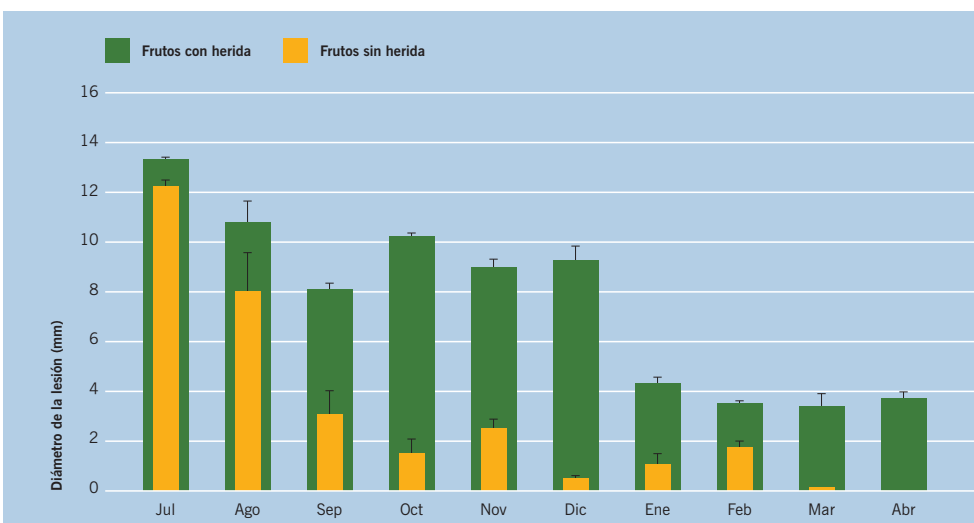


Figura 2 Sensibilidad de los frutos de Fortune según el desarrollo (diámetro de la lesión producida por el aislado Alt 9 en frutos inoculados sin herida y con herida).

Objetivo 3. Incidencia de la enfermedad.

En el otoño se apreciaron los mayores niveles de hojas afectadas por el hongo y, en correspondencia, los mayores niveles de daños en frutos (Tabla 1).

Tabla 1 Porcentaje de frutos con manchas de *Alternaria alternata* pv. *citri* en árboles tratados con cobre + mancozeb y en árboles no tratados.

	Árboles no tratados	Árboles tratados
22/05/07	14,6b	9,7ab
29/05/07	1,25ab	1,6ab
12/06/07	0,8a	3,75ab
26/06/07	7,91b	1,2a
10/07/07	0,8ns	0,8
24/07/07	0,4ns	0,4
07/08/07	0,4ns	0,0
04/09/07	0,4b	0a
18/09/07	0,8ns	0,0
02/10/07	1,6ns	0,4
30/10/07	24,1b	2,0a
13/11/07	22,5b	3,7b
20/11/07	17,5b	3,7ab
11/12/07	13,3b	0,4a

Objetivo 4. Gestión de los residuos de poda y del follaje de los árboles.

Se ensayaron cuatro tipos de manejo (triturado y enterrado, retirada de la poda, triturado en cobertera y tratamiento con cobre + mancozeb del triturado enterrado) que se compararon con un control de referencia.

En algunas fechas se encontraron diferencias entre los tratamientos y en más entre los tratamientos y el control, tanto en la incidencia de la enfermedad en las hojas como en los frutos (Figura 3).

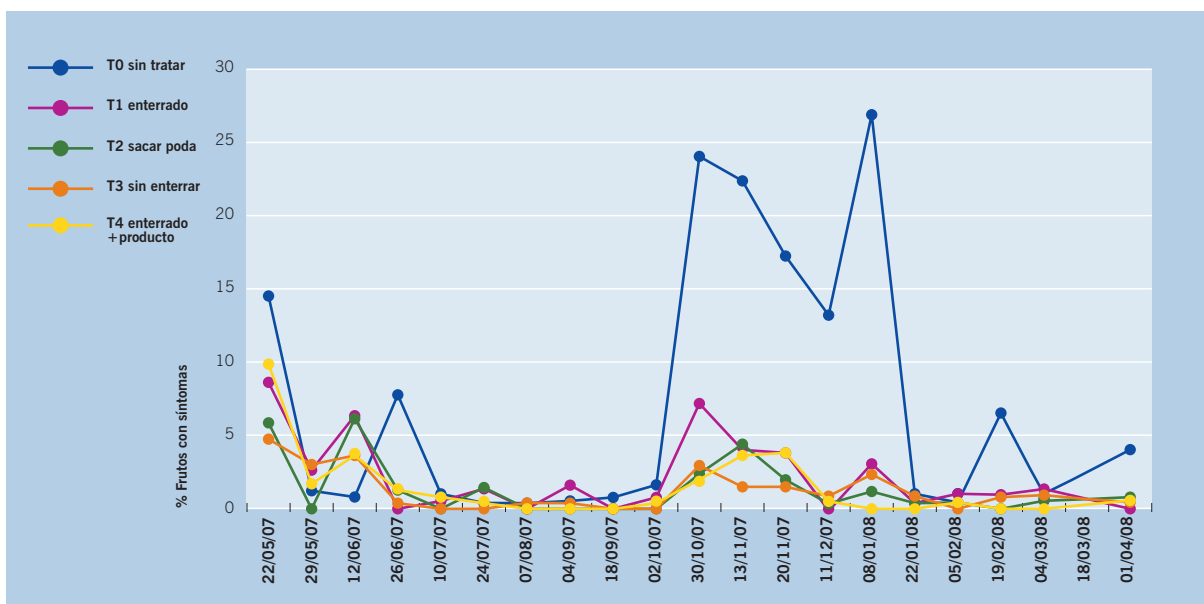


Figura 3 Porcentaje de frutos con manchas de *Alternaria alternata* en parcelas con diferente tratamiento de los restos de poda. (T0: Control; T1: Triturado y enterrado; T2: Retirada de la poda; T3: Triturado en cobertera; T4: Tratamiento con cobre + mancozeb del triturado y enterrado).

Objetivo 5. Caracterización de los aislados del hongo en la zona de cultivo.

Se estudiaron 13 aislados de *Alternaria* obtenidos de hojas y frutos de Fortune, identificándolos por sus características morfológicas, fisiológicas, moleculares y patogénicas. Todos fueron de *Alternaria alternata* y se relacionaron genéticamente con aislados de la misma especie caracterizados en el GenBank, muy próximas al pv. *citri*. Sólo un aislado está genéticamente distanciado del resto, agrupándose próximo a *Alternaria tenuis*. Un tercio de los aislados no fueron patógenos para Fortune y muestran sus habilidades parasitarias en tejidos (de frutos u hojas) que tienen heridas y se podría como no pertenecientes al pv. *citri*. Algunos se mostraron patógenos para las hojas y no para los frutos, mientras que para otros ocurrió lo contrario, siendo la mayoría patógenos para los dos órganos.



Lesiones producidas por un aislado Alt 9 agresiva.



Efecto de la infección sobre el color del fruto (verdes heridos no infectados)

Se han encontrado grandes variaciones entre aislados en la agresividad (Figura 4), lo que habría que tener en cuenta a la hora de evaluar la susceptibilidad de las variedades y especies de cítricos que se muestran sensibles al hongo.

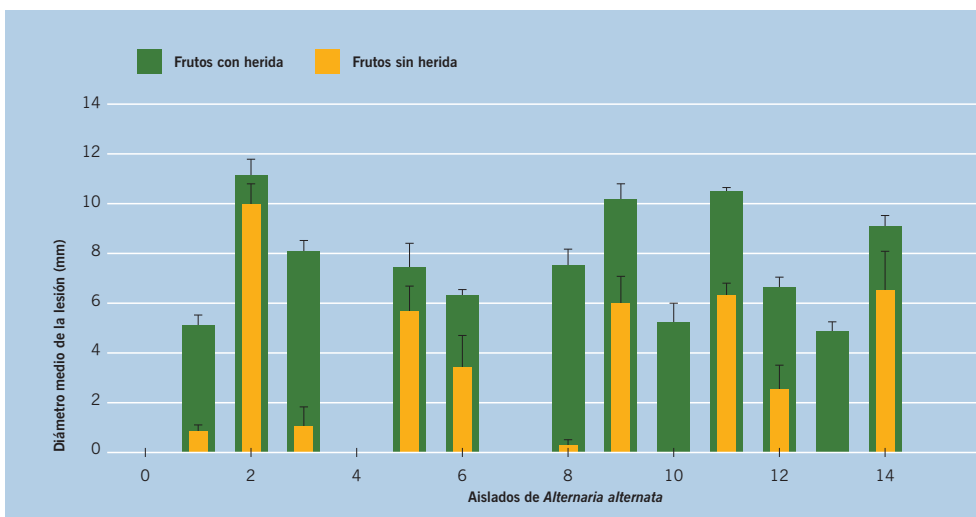


Figura 4 Diámetro medio de las lesiones producidas por los aislados en frutos de "Fortune" con y sin heridas.

A 5°C no se desarrolló el micelio de ningún aislado, aunque para pocos esta temperatura fue letal. Algunos aislados no se desarrollan a temperaturas de 10°C y se encontraron diferencias entre aislados a 15°C. El mayor desarrollo se produce a temperaturas entre 20 y 25°C, ya que algunos aislados disminuyen el crecimiento a 30°C y muchos no crecieron a 35°C.



Objetivo 6. Evaluación *in vitro* y en campo de la eficacia de fungicidas aplicables en sistemas de producción integrada.

En condiciones de laboratorio se estudió el efecto de varios fungicidas (oxicloruro de cobre + sulfato de cobre, mancozeb, tebuconazol, ciproconazol, clortalonil y propineb) sobre el desarrollo miceliar, en función de la concentración del producto.

A cualquiera de las dosis ensayadas, el tebuconazol inhibió el desarrollo del micelio del hongo. El efecto del ciproconazol persistió durante algún tiempo a concentraciones elevadas, mostrando mayor eficacia el propineb y la mezcla de cobres. A concentraciones elevadas el mancozeb se mostró eficaz en la inhibición del desarrollo miceliar, siendo el clortalonil escasamente eficaz a cualquiera de las concentraciones. ■

■ Mejora genética y del cultivo de limonero en las condiciones edafoclimáticas de la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	CARM. POI07-012
Investigador responsable	Pablo Botía Ordaz
Equipo	Ignacio Porrás Castillo Josefa María Navarro Acosta Juan Gabriel Pérez Pérez Olaya Pérez Tornero Juan Miguel Robles García Manuel Sánchez Baños Isabel García Oller Carlos Ignacio Tallon Vila

OBJETIVOS

Los objetivos que se plantean en el Programa de Mejora de Limonero son los siguientes:

- **Mejora genética del limonero “Fino”:**

- Obtención de clones de “Fino” tardíos con la realización de cruzamientos en campo entre “Fino 95” y “Verna 51”, y clones de “Fino” muy tardíos con cruzamientos en campo de “Fino 49” con “Verna 51”.
- Mejora del limonero “Verna 51”, “Fino 95” y “Fino 49”.
- Obtención de Triploides.

- **Mejora del cultivo:**

- Mejorar la respuesta del limonero “Fino” frente a condiciones de infradotación hídrica, como la sufrida en la Región de Murcia estos últimos años, combinado el riego con aguas salinas y no salinas.
- Aumentar la eficiencia en el uso del agua mediante la combinación de la utilización de estrategias de riego deficitario controlado (RDC) y el uso de los patrones más resistentes a la sequía en la variedad de limonero “Verna”.

- **Micorrización en patrones de limonero:**

- Estudio del crecimiento de los patrones *Citrus macrophylla* y naranjo amargo micorrizados con diferentes cepas de hongos (*Glomus intraradices* y *Glomus mosseae*).
- Comportamiento de patrones *Citrus macrophylla* y naranjo amargo micorrizados en condiciones de estrés hídrico. Estudio del desarrollo de la planta y comportamiento fisiológico.
- Estudio de patrones *Citrus macrophylla* y naranjo amargo micorrizados bajo condiciones de estrés salino. Efecto de la micorrización en el desarrollo de la planta y comportamiento fisiológico.

- **Evaluación de la poda mecánica en limonero sobre diferentes parámetros productivos y de crecimiento. Adecuación de la poda mecánica a las plantaciones tradicionales.**

RESULTADOS OBTENIDOS

MEJORA GENÉTICA DEL LIMONERO

Se plantean experimentos concretos para abordar los siguientes objetivos específicos:

1. Estudio del efecto de diferentes fitohormonas en la multiplicación y el enraizamiento de explantos micropropagados de material adulto de *Citrus limon*.
2. Rescate y cultivo in vitro de embriones inmaduros de limonero.
3. Mejora genética de limón por hibridaciones en campo.
4. Selección de plantas triploides de un semillero de limón "Verna".

RESULTADOS:

Objetivo 1: Estudio del efecto de diferentes fitohormonas en la multiplicación y el enraizamiento de explantos micropropagados de material adulto de *Citrus limon*.

En limón, cuando diferentes combinaciones de BA (bencil-aminopurina) y GA (ácido giberélico) fueron usadas en el medio de cultivo, el número de brotes estuvo significativamente afectado por la variedad ($P < 0.05$), las concentraciones de BA y GA ($P < 0.001$) y las interacciones de variedad x GA y BA x GA ($P < 0.001$ y $P < 0.01$, respectivamente). Cuando cada variedad fue estudiada por separado, pudimos observar que el número de brotes producido por explanto inicial estuvo afectado por la concentración de BA y GA en "Fino 77" y "Fino 49" y fue más alto con 2 mg/l BA y 2 mg/l GA. En "Lisbon" el número de brotes fue más alto con 1 mg/l GA independientemente de la concentración de BA (Figura 1).

La longitud media de los brotes estuvo significativamente afectada por la variedad ($P < 0.001$), las concentraciones de BA y GA ($P < 0.001$) y las interacciones de variedad x BA ($P < 0.01$), variedad x GA ($P < 0.001$) y BA x GA ($P < 0.001$). La longitud de las explantos fue menor con las concentraciones más altas de BA y fue mayor con 2 mg/l GA. Cuando cada variedad fue estudiada por separado pudimos observar que en "Lisbon" la concentración de BA no afectó de manera significativa a la longitud y 1 mg/l BA produjo los brotes más largos "Fino 49" y "Fino 77" (Figura 1).

La productividad estuvo significativamente afectada por la variedad ($P < 0.001$), las concentraciones de BA y GA ($P < 0.001$) y las interacciones de variedad x BA ($P < 0.05$), variedad x GA ($P < 0.001$) y BA x GA ($P < 0.001$). Como ocurría con la longitud de los brotes, la productividad fue más baja con las concentraciones más altas de BA y más alta con 2 mg/l GA. En "Lisbon" la productividad fue independiente de la concentración de BA (Figura 1).

En los explantos micropropagados de limón, la adición de GA al medio de cultivo fue esencial. Cuando el medio de cultivo fue suplementado con BA sin GA, los brotes fueron cortos, con hojas largas, y el número de brotes por explanto fue muy bajo. Una concentración de GA de 1 o 2 mg/l fue necesaria para una óptima proliferación de explantos.

En limón, todas las combinaciones de auxinas utilizadas produjeron altos porcentajes de explantos enraizados. La Tabla 1 muestra los porcentajes de enraizamiento producidos por diferentes combinaciones de dos auxinas, IBA (ácido indol-butírico) e IAA (ácido indol-acético), en el enraizamiento de explantos de limón cultivados in vitro. El porcentaje de enraizamiento estuvo significativamente afectado por la variedad ($P < 0.001$), las concentraciones de IBA e IAA ($P < 0.01$ y $P < 0.001$, respectivamente) y por la interacción IBA x IAA ($P < 0.01$);

3 mg/l IBA o IBA en combinación con 1 mg/l IAA produjo los mejores resultados (Tabla 1). El uso de GA en el medio de proliferación no afectó al porcentaje de enraizamiento.

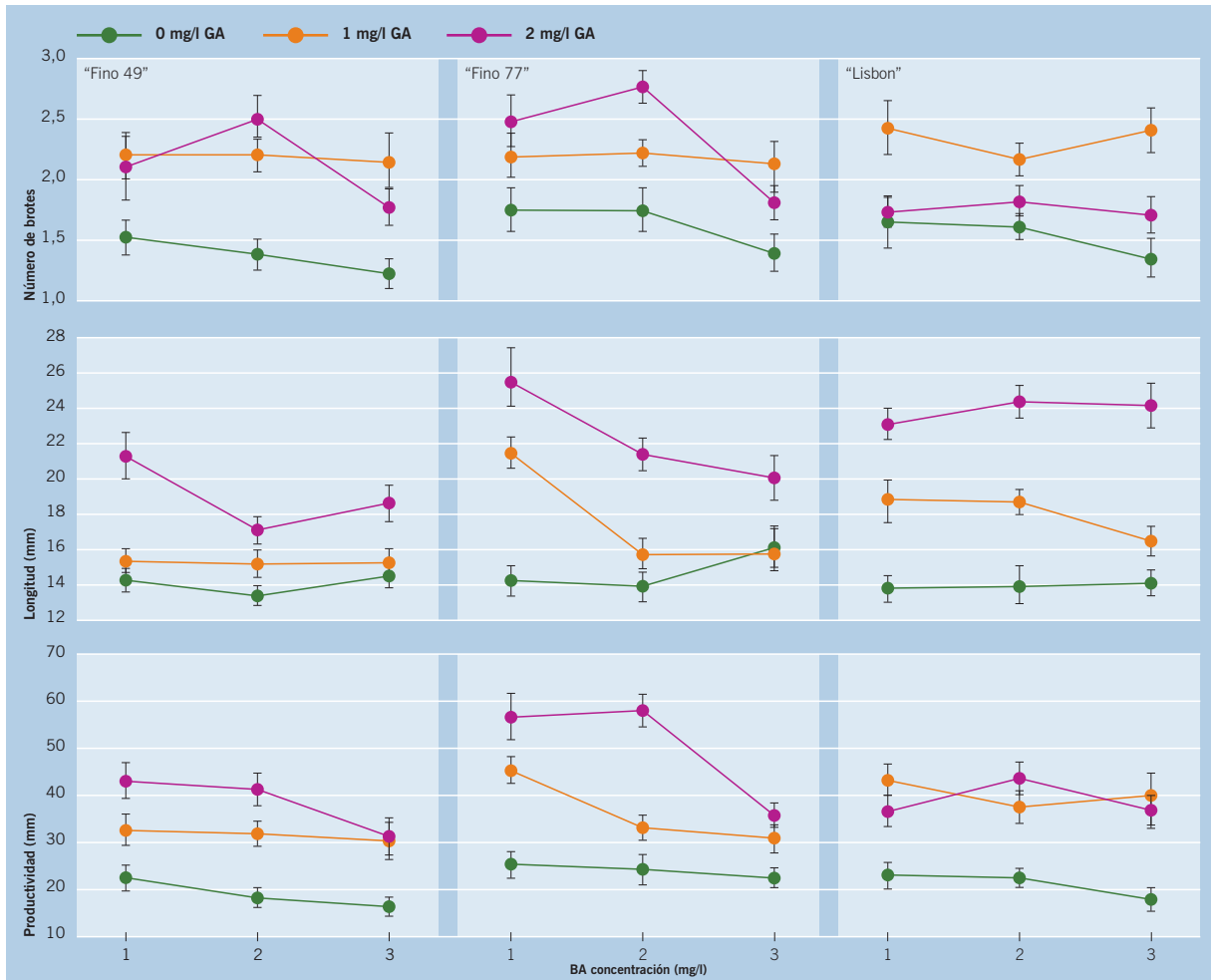


Figura 5 Número de brotes, longitud media del brote y productividad de tres variedades de limón ("Fino 49", "Fino 77" y "Lisbon") cultivadas *in vitro* con diferentes combinaciones de BA (1, 2 y 3 mg/l) y GA (0, 1 y 2 mg/l). Los datos mostrados son las medias \pm error estándar.

Tabla 1 Porcentajes de enraizamiento, número y longitud de las raíces de explantos de "Fino 49", "Fino 77" y "Lisbon" cultivados *in vitro* con diferentes combinaciones de IBA e IAA.

Variedad	IBA (mg/l)	IAA (mg/l)	Enraizamiento (%)	Número de raíces	Longitud de la raíz (mm)
"Fino 49"	1	0	27.78 \pm 7.47	1.10 \pm 0.10	31.17 \pm 2.88
	1	1	72.22 \pm 7.47	2.08 \pm 0.18	19.82 \pm 0.96
	3	0	41.67 \pm 8.22	1.33 \pm 0.16	33.87 \pm 3.17
	3	1	77.14 \pm 7.10	1.89 \pm 0.15	26.77 \pm 1.27
"Fino 77"	1	0	72.50 \pm 7.06	1.10 \pm 0.06	35.72 \pm 1.86
	1	1	97.50 \pm 2.47	2.78 \pm 0.19	22.28 \pm 0.84
	3	0	97.14 \pm 2.82	1.65 \pm 0.13	38.38 \pm 1.68
	3	1	97.44 \pm 2.53	2.32 \pm 0.16	27.56 \pm 1.03
"Lisbon"	1	0	47.50 \pm 7.90	1.00 \pm 0.00	25.56 \pm 1.68
	1	1	97.50 \pm 2.47	2.97 \pm 0.23	19.66 \pm 0.52
	3	0	96.67 \pm 3.28	1.59 \pm 0.15	37.12 \pm 1.84
	3	1	97.50 \pm 2.47	3.34 \pm 0.21	25.35 \pm 0.58

Los datos son medias \pm error estándar.

El número de raíces estuvo afectado por las concentraciones de IBA ($P < 0.05$) e IAA ($P < 0.001$), la variedad ($P < 0.001$) y las interacciones de variedad x IAA ($P < 0.01$) e IBA x IAA ($P < 0.01$); cuando se utilizó 1 mg/l IAA el número de raíces fue independiente de la concentración de IBA. El número de raíces fue más alto con 1 mg/l IAA en todas las variedades (Tabla 1).

La longitud media de las raíces estuvo significativamente afectada por las concentraciones de ($P < 0.001$) e IAA ($P < 0.001$), la variedad ($P < 0.001$) y la interacción variedad x IAA ($P < 0.05$). La longitud de la raíz fue más alta con 3 mg/l IBA y 0 mg/l IAA (Tabla 1). En este medio de enraizamiento, los explantos mostraron un mejor aspecto con hojas más verdes y más grandes.

Las plantas que sobrevivieron a la aclimatación exhibieron un crecimiento normal en suelo en las condiciones del invernadero.

Objetivo 2: Rescate y cultivo in vitro de embriones inmaduros de limonero.

Los porcentajes de supervivencia estuvieron afectados por la variedad ($P < 0.05$) y el tipo de sales utilizadas ($P < 0.01$) (Figura 2). La concentración de sacarosa no tuvo ningún efecto.

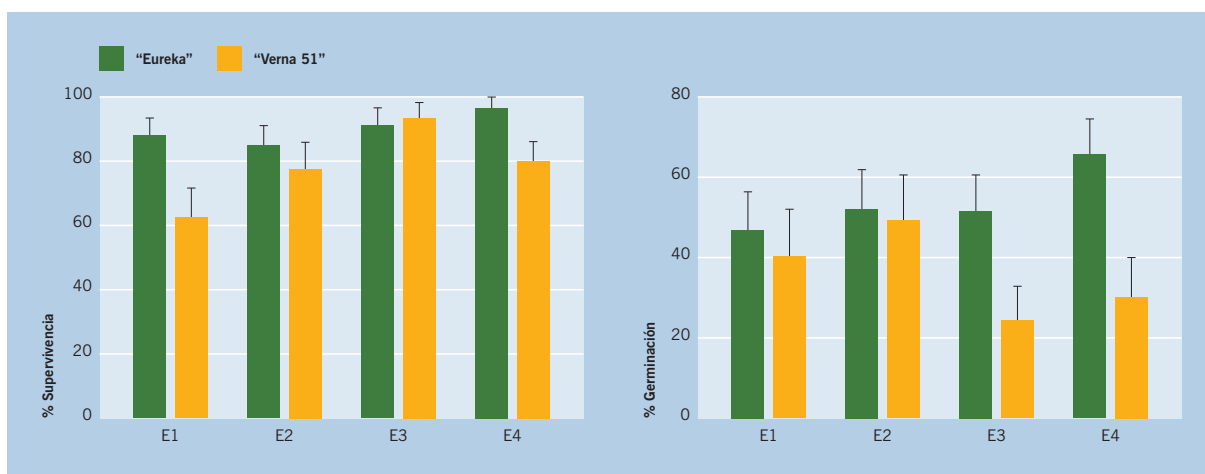


Figura 2 Porcentaje de supervivencia y germinación de los embriones de "Eureka" y "Verna 51" en los medios E1, E2, E3 y E4.

Los porcentajes de germinación solo estuvieron afectados por la variedad ($P < 0.01$) (Figura 2), y se observó una interacción entre la variedad y el tipo de sales ($P < 0.05$). Los porcentajes de germinación de 'Verna 51' fueron significativamente más altos en MS, sin embargo en 'Eureka', aunque no se observaron diferencias significativas para el tipo de sales, los porcentajes de germinación fueron superiores con las sales de G-B5 (Figura 2). La altura de la planta en el medio de crecimiento no estuvo afectada por ninguna de las variables. Sin embargo, la longitud de las raíces estuvo afectada por la variedad y el tipo de sales utilizado en el medio de germinación ($P < 0.05$ y $P < 0.01$ respectivamente) (Tabla 2). La alta concentración salina del medio de germinación con sales de MS podría resultar tóxica y haber reducido el posterior crecimiento de las raíces en el medio de crecimiento.

Tabla 2 Altura de las plántulas y longitud de las raíces de estas obtenidas después de 4 semanas en medio de crecimiento.

Variedad	Medio	Altura de la planta (mm)	Longitud de la raíz (mm)
"Eureka"	E1	7,85 ± 4,63	20,62 ± 17,48
	E2	6,64 ± 2,53	20,00 ± 15,18
	E3	6,94 ± 2,67	34,19 ± 21,11
	E4	8,10 ± 4,02	35,00 ± 23,40
"Verna 51"	E1	11,78 ± 7,93	17,89 ± 13,99
	E2	6,08 ± 3,99	15,50 ± 12,27
	E3	7,84 ± 2,99	27,17 ± 25,71
	E4	6,88 ± 2,95	20,63 ± 10,76

La altura de la planta y la longitud de la raíz vienen dados como media aritmética ± error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas $P < 0.05$ según el test de separación múltiple de medias LSD. (DDA: días aproximados después de la antesis).

Frutos de entre 50 y 80 DDA presentaban semillas demasiado pequeñas y los embriones no eran visibles, estos frutos no se utilizaron en el estudio. Por otra parte, frutos de 135-150 DDA presentaban varios embriones por semilla, y en frutos de 165 DDA las semillas estaban demasiado desarrolladas, los cotiledones estaban totalmente formados y resultaba difícil separar los distintos embriones, estos últimos frutos tampoco fueron utilizados en el estudio. En nuestro estudio, la mayoría de las semillas de limones de 100-110 DDA contenían un embrión aunque ya se podían encontrar algunas semillas con 2 ó 3 embriones. No se observaron diferencias significativas en los porcentajes de supervivencia de los embriones obtenidos de los frutos de distintas edades, la supervivencia fue bastante alta en todos los tamaños estudiados (Figura 3).

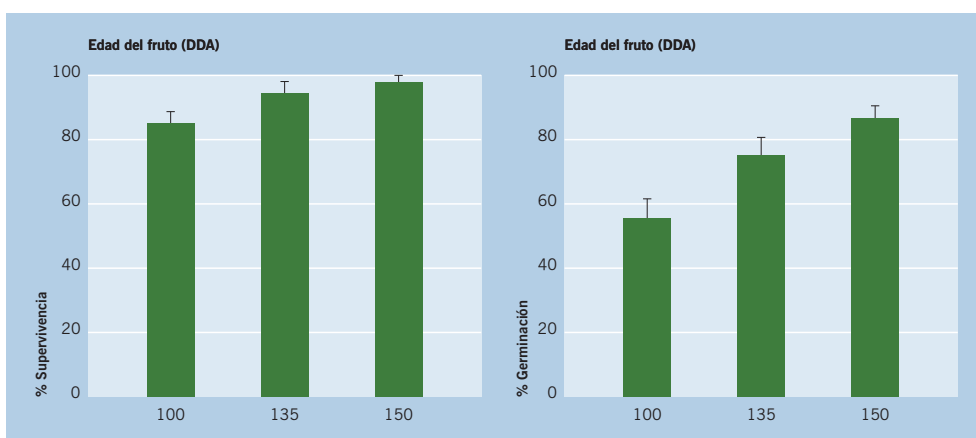


Figura 3 Porcentaje supervivencia y de germinación de embriones de "Eureka" rescatados de limones de distintas edades.

Los porcentajes de germinación de los embriones estuvieron afectados por la edad del fruto ($P < 0.01$). La germinación de embriones de frutos de 135 y 150 DDA fue superior de manera significativa ($P < 0.05$ y $P < 0.001$ respectivamente) a la obtenida con embriones de frutos de 100 DDA (Figura 1). No se observaron diferencias significativas entre embriones de frutos de 135 y 150 DDA.

En nuestro estudio, la altura de la planta en el medio de crecimiento de embriones, estuvo afectada ($P < 0.001$) por la edad del fruto (Tabla 3), Esta variable no afectó a la longitud de las raíces.

Tabla 3 Altura de las plántulas y longitud de las raíces de estas obtenidas después de 4 semanas en medio de crecimiento.

Edad del fruto (DDA)	Altura de la Planta (mm)	Longitud de la Raíz (mm)
100	7,55 ± 5,24b	46,81 ± 27,26
135	12,47 ± 4,34a	56,72 ± 24,00
150	11,60 ± 5,72a	48,84 ± 28,39

La altura de la planta y la longitud de la raíz vienen dados como media aritmética ± error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas $P < 0.05$ según el test de separación múltiple de medias LSD. (DDA: días aproximados después de la antesis).

Objetivo 3: Mejora genética de limón por hibridaciones en campo.

Recientemente, se ha iniciado, en nuestro grupo, un Programa de Mejora genética del Limonero. Se pretende obtener clones de “Fino” tardíos con la realización de cruzamientos en campo entre “Fino 95” y “Verna 51”, y clones de “Fino” muy tardíos con cruzamientos entre “Fino 49” con “Verna 51”.

Esta primavera se han realizado unos 280 cruzamientos en campo de los que se ha obtenido un 36% de fructificación. La mayoría de las especies de cítricos son apomícticas, es decir, sus semillas producen embriones nucelares idénticos a la planta madre que limitan el desarrollo del embrión cigótico, haciendo muy difícil la recuperación de progenie sexual para la selección de los caracteres deseados. Por este motivo, se hace necesario el rescate del embrión cigótico en un estado inmaduro. Después de 4 meses desde el inicio de los cruzamientos, se llevó a cabo la recogida de los frutos y el rescate de embriones inmaduros, haciendo una separación entre las semillas con un solo embrión y las de más de un embrión. El total de embriones que germinaron y fueron plantados en sustrato ha sido de 230. Estas plántulas serán llevadas próximamente al invernadero, después de su aclimatación en cámara de cultivo, para su crecimiento y posterior estudio.

Objetivo 4: Selección de plantas triploides de un semillero de limón “Verna”.

Una característica básica que deben tener las variedades de cítricos dedicadas al consumo en fresco es la carencia de semillas, y la obtención de variedades triploides es el camino más prometedor para obtener nuevas variedades sin semillas ya que las plantas triploides son generalmente estériles y en consecuencia no producen semillas. El pasado año se hizo una siembra de semillas de limón “Verna” de las que germinaron 700 plántulas. Las plantas germinadas se analizaron, utilizando un citómetro de flujo, y se encontraron 7 plantas de “Verna” triploides. Estas plantas han sido aclimatadas y crecidas en la cámara de cultivo y varias yemas se han injertado sobre patrones de “Macrophylla” para su multiplicación y posterior estudio en campo. Estos son solo los primeros pasos y este año se pretende nuevamente hacer semilleros de distintas variedades de limón como “Fino 49”, además de “Verna 51”, para la selección de nuevas plantas triploides.

MEJORA DEL CULTIVO DE LIMONERO

Uso combinado de aguas salinas y no salinas.

Desde el punto de vista de la mejora del cultivo, se están abordando a través de este proyecto algunos aspectos de vital importancia en nuestra Región como son los relacionados con el manejo del agua. Así, se llevan a cabo el Limonero Fino ensayos que combinan el uso de aguas salinas y no salinas.



Desde el punto de vista técnico se compararán diferentes situaciones de escasez de recursos hídricos que afectan al cultivo de limonero en esta región. En este estudio se pretende determinar a nivel práctico los efectos del estrés hídrico mediante el uso de aguas salinas durante los periodos menos sensibles para la planta con el fin de poder aprovechar los recursos hídricos no salinos durante el periodo de máxima demanda evaporativa. La finalidad es obtener información para optimizar la aplicación del agua de riego disponible y diseñar estrategias y nuevas tecnologías para determinar la viabilidad y eficacia del ahorro de agua y del lavado de sales.

Para ello se han planteado en una parcela experimental en el Campo de Cartagena tres tratamientos: Un tratamiento Control, regado con agua no salina (0 mM NaCl) al 100% de la ETc durante todo el ciclo del cultivo; un tratamiento de riego deficitario (RD), y un tratamiento de riego salino (RS). Tanto el tratamiento RD como el RS se aplicarán en el mismo periodo, desde el mes de octubre hasta el mes de julio, salvo en los meses de máxima demanda (julio, agosto y septiembre) donde se aplicará el 100% ETc. El tratamiento RD consistió en una reducción del riego del 75%, mientras que en el tratamiento RS se aplicó el 145% ETc con una concentración de 40 mM NaCl (Figura 4).

Resultados alcanzados: La aplicación del tratamiento RD provocó un descenso del contenido volumétrico de humedad durante las primeras semanas de reducción del riego, llegando a reducir el potencial hídrico al mediodía al final del periodo (finales de junio), alcanzando valores de -1.7 MPa (Figura 4). Por otro lado, el tratamiento RS mostró en gran parte del periodo valores de θ_v más altos que el tratamiento control, aunque estas diferencias no se vieron reflejadas en el Ψ_{md} , con valores similares en ambos tratamientos. Solo destacar, un ligero descenso del Ψ_{md} a finales del mes de mayo. Tras, la reanudación del riego (100% ETc) en ambos tratamientos (RD y RS), tanto el θ_v como el Ψ_{md} se recuperaron rápidamente igualando los valores obtenidos en el tratamiento control. La aplicación, de nuevo, de los tratamientos RD y RS en el mes de octubre no provocó cambios sustanciales en el estado hídrico de la planta en los diferentes tratamientos, pese que hubo un aumento del θ_v en el tratamiento RS (Figura 4).

Respecto al crecimiento del fruto, en el tratamiento RD se observó una ligera reducción del crecimiento a finales del mes de mayo, coincidiendo con los valores más bajos de Ψ_{md} (Figura 4). Tras la reanudación del riego, se observó una ligera recuperación del diámetro del fruto, pero no llegó a igualar el diámetro del fruto del tratamiento control, manteniéndose dichas diferencias (ligeras) hasta el final del ensayo. La aplicación del tratamiento RS no alteró la evolución del diámetro del fruto, mostrando en todo momento, valores similares al tratamiento control. Debido a que el ensayo todavía no ha finalizado su primer año, no se pueden mostrar datos de producción y de calidad del fruto. Además, es necesario aplicar dichas estrategias durante varios años más con el fin de poder obtener resultados significativos para que puedan ser transmitidos al sector con total fiabilidad.

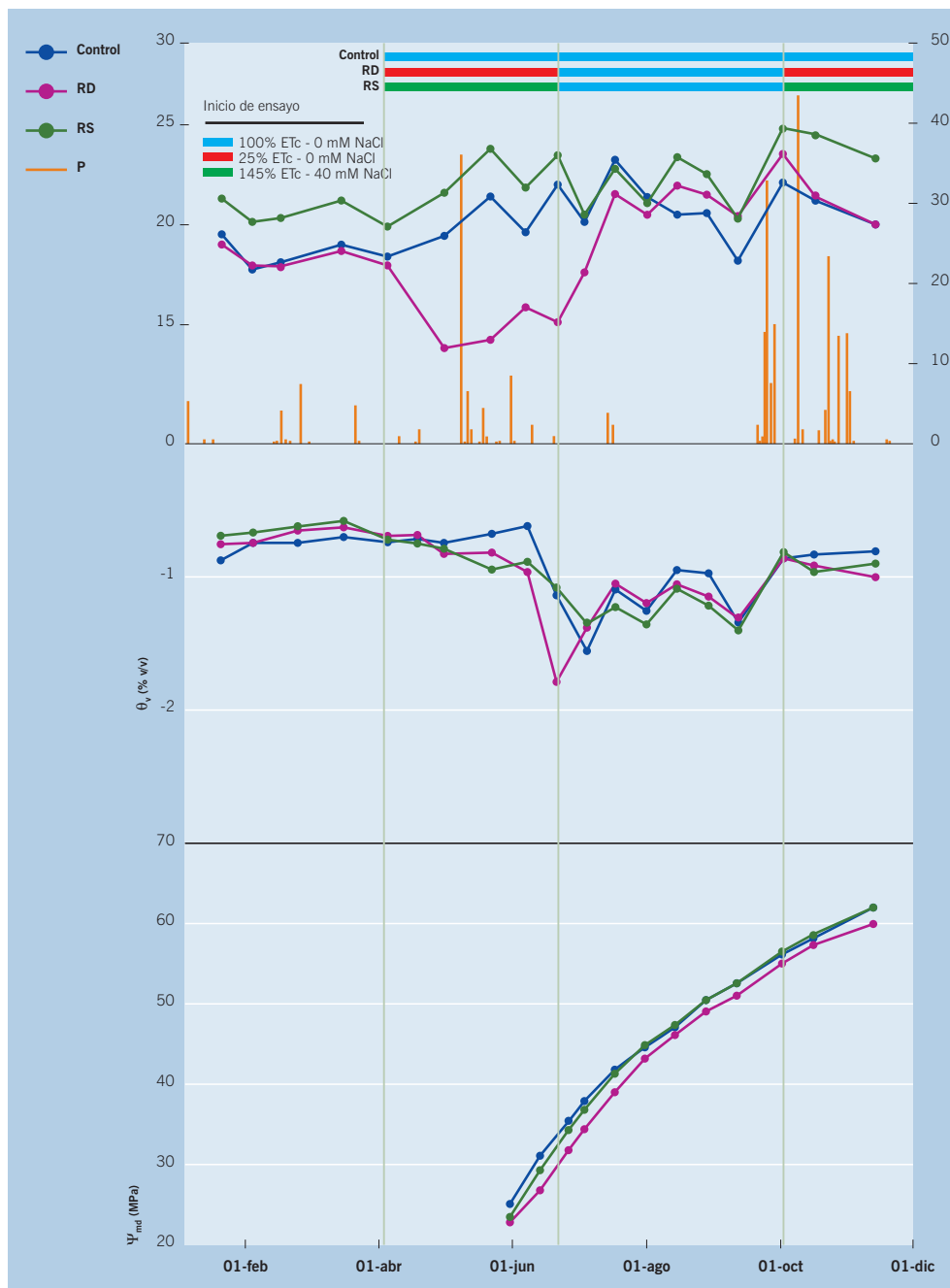


Figura 4 Evolución del contenido de humedad del suelo, potencial hídrico al mediodía y diámetro de frutos, en limonero Fino 49, sometidos a diferentes estrategias de riego con aguas salinas y no salinas.

Importancia del patrón en condiciones de RDC en Limonero Verna.

En otra de las investigaciones que se están llevando a cabo para la mejora del cultivo de limonero en condiciones de infradotación hídrica, y que puede considerarse continuación de ensayos anteriores en “Verna”, se combinan estrategias de RD y el uso de los patrones resistentes a la sequía.

Aunque la finalidad desde el punto de vista agronómico es la de aumentar la eficiencia en el uso del agua y determinar del grado de tolerancia de los patrones estudiados (naranja amargo, sensible y *Citrus macrophylla*, tolerante) evaluando su respuesta en términos de producción y calidad final del fruto, también se estudian los mecanismos fisiológicos

implicados en la respuesta de ambos patrones, haciendo especial hincapié en el comportamiento del sistema radicular. Las estrategias de RD utilizadas, consisten en un Control, regado al 100% de la ETc durante todo el ciclo del cultivo y un tratamiento deficitario (RDC) consistente en la supresión de riego durante las fase I y III de crecimiento del fruto hasta brotación, garantizando el 100% de la ETc durante el resto del ciclo. Se realizan medidas de crecimiento vegetativo y de fruto, relaciones hídricas (Potencial hídrico, parámetros de intercambio gaseoso y humedad del suelo).

Los resultados mostrados en esta memoria corresponden al tercer año de ensayo utilizando la misma estrategia de RDC. Durante el mes de abril de 2008 se controló la cosecha y calidad del fruto no observado un efecto significativo del tratamiento de riego debido principalmente a la todavía no entrada en producción de la plantación (árboles de 6 años de edad), aunque se espera que en próximos años ya puedan ser evaluados dichos parámetros. Desde el punto de vista fisiológico, de algunos resultados indican como los árboles injertados sobre naranjo amargo mostraron un mayor efecto del recorte del riego durante la fase I con valores de -2.45 MPa frente a los -1.85 MPa obtenidos en *C. macrophylla* (Figura 5). Estas diferencias también se han visto reflejadas en el desarrollo del fruto, mientras que en frutos de naranjo amargo el recorte del riego en fase I redujo el crecimiento significativamente, en *C. macrophylla* no se observaron diferencias en ambos tratamientos de riego. Estos resultados, junto con los obtenidos en años anteriores hacen indicar que *C. macrophylla* puede ser un patrón a tener en cuenta en condiciones de riego deficitario.



Figura 5 Evolución del potencial hídrico al mediodía (Ψ_{mid}) y el diámetro del fruto en condiciones de RDC en limonero "Verna".

Metabolómica de limón Verna en condiciones de estrés hídrico.

En colaboración con el equipo de los Drs. Talón e Iglesias (IVIA-Valencia), se han realizado estudios de los perfiles metabolómicos (Figura 6) en limonero Verna sometido a condiciones de estrés hídrico donde se observa una variación significativa en los niveles de al menos 20 metabolitos que pueden estar implicados en estas condiciones. Alguno de ellos como el contenido en prolina en hoja aumenta hasta 2-3 veces, de forma similar a otros osmoprotectores y pigmentos como clorofilas (Tabla 4). En este contexto, el análisis multivariante de los perfiles metabolómicos, se presenta como una herramienta muy efectiva para estudiar los cambios fisiológicos inducidos por la sequía, así como el papel que juegan los diferentes metabolitos afectados.

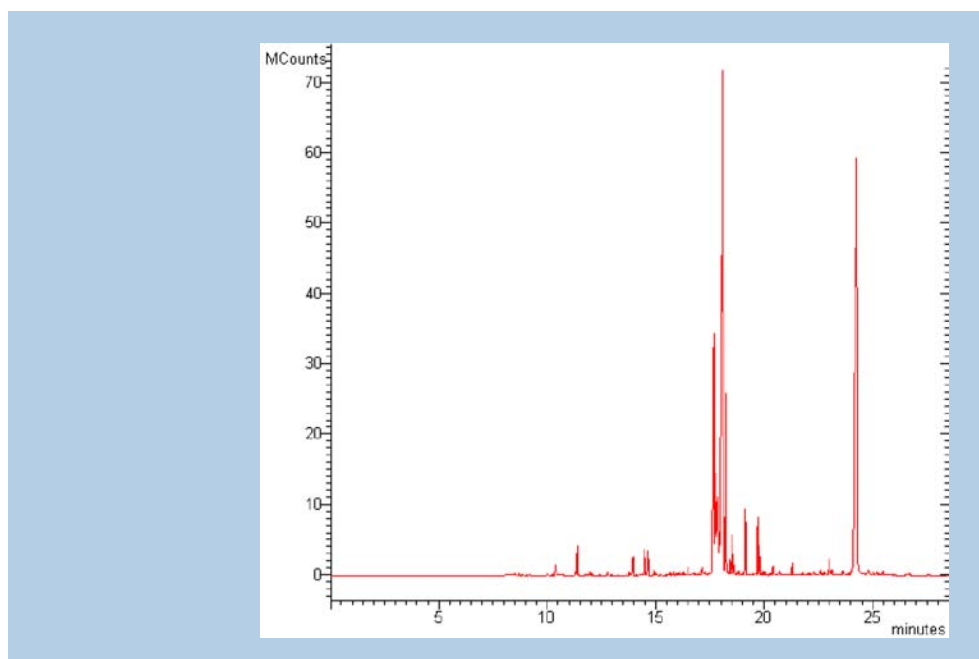


Figura 6 Ejemplo de perfil metabolómico perteneciente a un extracto polar de hojas adultas de cítricos. En las muestras se identificaron más de 500 compuestos con elevada fiabilidad para realizar una cuantificación.

Tabla 4 Concentración en hoja de clorofilas 'a' y 'b' hoja, azúcares solubles, almidón, prolina y compuestos cuaternarios de amonio (QAC) para cada tratamiento [Control y Sequía] y patrón [naranja amargo (NA) y *C. macrophylla* (CM)].

			Clor a	Clor b	Azúcares solubles	Almidón	Prolina	QAC
			mmol kg ⁻¹ PS					
Factores principales	Patrón	NA	2.54	3.42	339	230	214	147
		CM	3.11	4.14	381	233	255	174
	Tratamiento	Control	2.44	3.26	373	269	144	139
		Sequía	3.21	4.31	347	195	325	183
Interacción	NA	Control	2.21	2.98	339	284 a	115	120
		Sequía	2.87	3.87	339	176 d	314	175
	CM	Control	2.67	3.54	407	253 b	173	157
		Sequía	3.55	4.75	354	214 c	336	190
Análisis de varianza	Patrón		***	***	*	ns	ns	ns
	Tratamiento		***	***	ns	***	***	*
	Patrón x tratamiento		ns	ns	ns	**	ns	ns

*, **, *** y ns indican diferencias significativas a $P < 0.05$, 0.01 , 0.001 y no significativas respectivamente. Para cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al 95% según el test de Rango Múltiple de Duncan.

Micorrización en patrones de Limonero

Objetivo: Evaluación del efecto de dos hongos micorrícicos en la nutrición mineral, la concentración de clorofila y el crecimiento de *Citrus aurantium*.

Después de 4 meses de cultivo, las plantas de “Naranja Amargo” inoculadas con los hongos micorrícicos tuvieron un peso fresco y seco significativamente más alto - de brotes, hojas y raíces- comparadas con las no inoculadas (Figura 7; Tablas 5 y 6). También, el número de hojas y la longitud y el diámetro de los brotes fueron significativamente más grandes en las plantas inoculadas, sugiriendo que los hongos micorrícicos aceleraron el crecimiento de las plantas (Tablas 5 y 6).

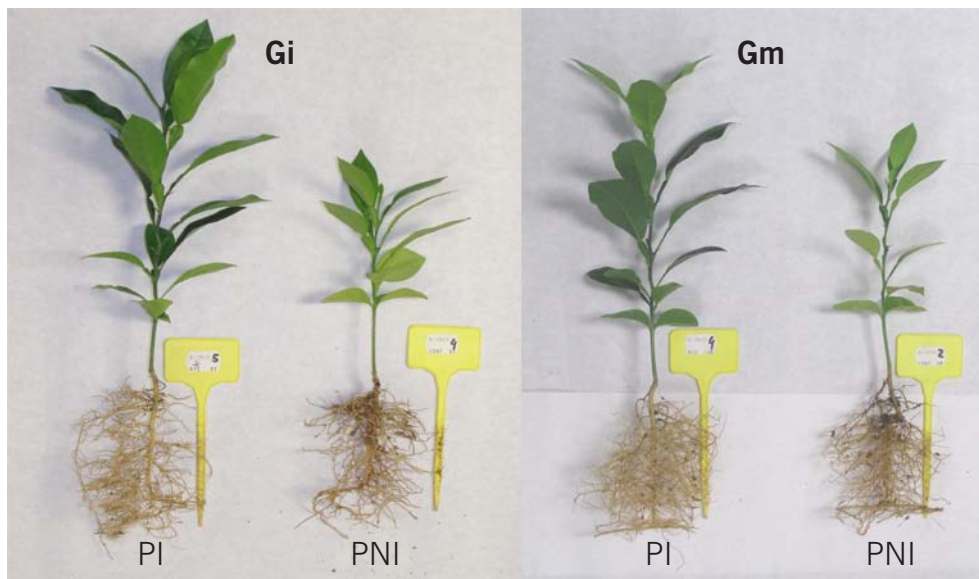


Figura 7 Efecto de dos hongos micorrícicos, *Glomus intraradices* (Gi) y *Glomus mosseae* (Gm), en el crecimiento de plántulas de *Citrus aurantium* 4 meses después de la inoculación. PNI: Plantas no inoculadas; PI: Plantas inoculadas

Tabla 5 Efecto de dos hongos micorrícicos, *Glomus intraradices* (Gi) and *Glomus mosseae* (Gm), en los pesos fresco y seco, la longitud y el diámetro de los tallos de plántulas de *Citrus aurantium*.

		Hongo	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Longitud/planta (cm)	Diámetro (cm)
Tratamiento	PNI	Gi	0.78±0.07	0.31±0.03	13.46±0.38	2.68±0.13
	PI	Gi	1.78±0.15	0.67±0.06	22.36±1.14	3.06±0.12
	PNI	Gm	0.73±0.03	0.29±0.02	13.12±0.32	2.58±0.05
	PI	Gm	1.55±0.06	0.61±0.03	20.01±0.62	2.99±0.04
Anova	Tratamiento (T)		***	***	***	***
	Hongo (F)		ns	ns	ns	ns
	T x H		ns	ns	ns	ns

PNI: Plantas no inoculadas; PI: Plantas inoculadas

*** indica diferencias significativas a un nivel de probabilidad de 0.001. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son indicadas como ns.

Tabla 6 Efecto de 2 hongos micorrícicos, *Glomus intraradices* (Gi) y *Glomus mosseae* (Gm), en el peso fresco y seco de hojas y raíces, y número de hojas de plántulas de *Citrus aurantium*.

	Hojas					Raíces	
	Hongo	Hongo	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Número de hojas	Peso fresco (g)	Peso seco(g)
Tratamiento	PNI	Gi	2.53±0.26	0.78±0.09	13.88±0.67	3.16±0.41	0.68±0.09
	PI	Gi	5.15±0.40	1.82±0.17	17.38±0.73	5.12±0.59	1.30±0.16
	PNI	Gm	1.76±0.14	0.57±0.05	10.75±0.59	2.87±0.33	0.68±0.08
	PI	Gm	4.15±0.11	1.76±0.08	14.17±0.65	5.17±0.24	1.38±0.04
Anova	Tratamiento (T)		***	***	***	***	***
	Hongo (F)		*	ns	***	ns	ns
	T x H		ns	ns	ns	ns	ns

PNI: Plantas no inoculadas; PI: Plantas inoculadas

*,*** indican diferencias significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 y 0.001 respectivamente. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son indicadas como ns.

No se observaron diferencias significativas entre hongos para los parámetros de crecimiento excepto para el peso fresco y el número de hojas donde los valores con *G. intraradices* fueron significativamente más altos (Tabla 6).

Las raíces de "Naranja Amargo" inoculadas con los dos hongos micorrícicos tuvieron muy buena colonización aunque los porcentajes de colonización fueron significativamente más altos con *G. intraradices* (Tabla 7). No se observó colonización en las plantas no inoculadas.

Tabla 7 Efecto de dos hongos micorrícicos, *Glomus intraradices* (Gi) and *Glomus mosseae* (Gm), en el porcentaje de colonización de la raíz y las concentraciones de nitrógeno y clorofila total en las hojas de plántulas de *Citrus aurantium*.

	Hongo	Colonización de la raíz (%)	Nitrógeno (mmol kg ⁻¹ DW)	Clorofila total (mg g ⁻¹ DW)
Tratamiento	PNI	Gi	0	2483.7±48.2
	PI	Gi	86.7±5.6	2498.4±62.9
	PNI	Gm	0	2151.2±44.1
	PI	Gm	64.2±1.5	2044.9±29.4
Anova	Tratamiento (T)		***	***
	Hongo (F)		***	ns
	T x H		***	ns

PNI: Plantas no inoculadas; PI: Plantas inoculadas

*** indica diferencias significativas a un nivel de probabilidad de 0.001. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son indicadas como ns.

La micorrización aumentó significativamente la concentración de clorofila; no se observaron diferencias entre los dos hongos (Tabla 7) ni en la concentración de Fe (Tabla 8).

Tabla 8 Efecto de dos hongos micorrícicos, *Glomus intraradices* (Gi) and *Glomus mosseae* (Gm), en las concentraciones de Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, Na⁺, Fe y P (mmol kg⁻¹ DW) en las hojas de las plántulas de *Citrus aurantium*.

	Hongo	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Fe	P
Tratamiento	PNI	Gi	640.7±13.9	543.4±12.5	152.9±7.9	209.9±27.4	15.9±0.5
	PI	Gi	426.2±20.7	321.1±18.4	75.0±4.0	118.3±13.2	27.8±1.7
	PNI	Gm	558.9±49.2	480.7±21.7	127.3±13.2	235.6±37.1	17.8±1.4
	PI	Gm	465.6±29.9	295.2±14.8	83.8±4.2	156.8±14.4	32.9±1.6
Anova	Tratamiento (T)		***	***	***	ns	***
	Hongo (F)		ns	ns	ns	ns	*
	T x H		ns	ns	ns	ns	ns

PNI: Plantas no inoculadas; PI: Plantas inoculadas

*,*** indican diferencias significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 y 0.001 respectivamente. Diferencias no significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 son indicadas como ns.

La micorrización disminuyó de manera significativa las concentraciones de Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , N y Mg^{2+} pero mejoró la adquisición de fósforo comparado con las plantas no inoculadas (Tablas 7 y 8). No se observaron diferencias significativas entre los hongos micorrícicos para los parámetros fisiológicos, excepto para la concentración de P, la cual fue significativamente más alta con *G. mosseae* (Tabla 8)

Los resultados indican que la inoculación con hongos micorrícicos puede ser una herramienta útil para incrementar el crecimiento de plántulas de “naranja amarga”, de esta manera podrían ser utilizados como bio-fertilizadores en cultivo ecológico de las plántulas de este patrón. Además, la introducción de estos hongos micorrícicos en los sistemas de producción de cítricos podría permitir una reducción significativa de la aplicación de fertilizantes y del tiempo de crecimiento, así como también se podría reducir el coste del cultivo.

Poda mecánica en limonero

Objetivo: Evaluar la poda mecánica en limonero sobre diferentes parámetros productivos y de crecimiento. Adecuación de la poda mecánica a las plantaciones tradicionales.

Aunque la poda en cítricos en general disminuye la producción total de las plantaciones, esta se hace necesaria para obtener una mejora de la regularización de la producción, aumentar la calidad de los frutos y mejorar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios entre otros.

La poda tradicionalmente se ha realizado manualmente, pero ante los altos costes que supone esta práctica de cultivo últimamente se está introduciendo en España la práctica de la poda mecánica (Figuras 7 y 8). No debe de hacerse con árboles de menos de seis años. La poda de formación debe de hacerse de forma manual.

Los ensayos que se realizan son a largo plazo ya que una vez realizada la poda se ha de esperar al menos dos años para analizar los resultados.

Los resultados preliminares muestran que el tiempo de dar un corte lateral ó a la copa es de 20 s. La eficiencia del rendimiento aumenta mientras más largas sean las calles. Detrás de la máquina conviene que vaya un operario dando un ligero repaso y quitando posibles ramas que hayan quedado colgando, echándolas al centro de la calle para que posteriormente sean trituradas. El análisis de costes supone un ahorro de hasta un 85% en algunos casos. ■



Figura 8 Poda mecánica lateral.



Figura 9 Poda mecánica de copa.

■ Ensayo de riego para la evaluación tanto del sistema SIP, como del uso de registros dendrométricos y de flujo de savia en la gestión del riego de la vid para vinificación y el limonero

Entidad financiadora y Referencia	VERDTECH S.A.
Investigador responsable	Pablo Botía Ordaz y Pascual Romero Azorín
Equipo	Juan Gabriel Pérez Pérez Juan Miguel Robles García Isabel García Oller

OBJETIVOS

Proyecto coordinado por la empresa VERDTECH S.A. en el que intervienen diversos instituciones y Centros de investigación de todo el territorio nacional, cuyo objetivo global es el de dar publicidad al uso de la dendrometría como indicador de gestión hídrica.

Dentro de este proyecto, el grupo de Citricultura del IMIDA aborda los siguientes objetivos:

- Utilizar la dendrometría para la gestión del engorde de frutos cítricos. Establecer una posible correlación entre engorde de fruto y de tronco.
- Utilizar la dendrometría para la gestión del cuajado de frutos cítricos. Establecer una posible correlación entre parámetros dendrométricos y el estado hídrico de la planta según criterios objetivos en base a parámetros de relaciones hídricas e intercambio gaseoso en condiciones de carencia hídrica. Posible relación con el aumento de caída de frutos durante el cuajado.
- Complementar ensayos anteriores de campo con dendrómetros utilizando un tratamiento basado en el sistema experto desarrollado por Verdtech.
- Diseñar ensayos orientados a resolver dudas prácticas que faciliten la utilización de la dendrometría como un indicador de progreso para el control del comportamiento del cultivo de cítricos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Algunos de los resultados de los que se disponen hasta la fecha, son fruto del estudio de datos provenientes de ensayos llevados a cabo en años anteriores. En concreto, a partir de un experimento en naranjos de la variedad Lane Late injertados sobre Carrizo, en el que se comparó el comportamiento de un tratamiento control, frente a un tratamiento de riego deficitario en el que se aplicó un recorte del riego (0% ETc) durante la fase I de crecimiento del fruto y posteriormente fue recuperado (100% ETc). Del análisis de los registros dendrométricos y otros controles realizados en este ensayo se pretende abordar los siguientes aspectos:

- Comparar los parámetros derivados de las fluctuaciones del diámetro del tronco con el potencial hídrico de tallo medido a medio día y los parámetros de intercambio gaseoso.
- Evaluar el grado de sensibilidad de los distintos indicadores al déficit hídrico producido.

- Establecer valores umbrales de MCD y CMXDT, a partir de los cuales la planta entra en estrés.

El ensayo al que se hace referencia, se llevó a cabo en la finca experimental del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), de 2 ha, ubicada en los terrenos de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, en Torre Pacheco (Murcia). Para medir de forma continua y automática las variaciones micrométricas de diámetro de los troncos, se utilizaron sensores de tipo extensiométricos (Verdtech, modelo D-5) con un recorrido máximo de 5.300 μm . montados sobre un portasensor (Verdtech, modelo H-4 100-300 mm frutales) que mantiene el sensor a una distancia fija del tronco mediante un armazón unido a dos varillas, como se aprecia en la fotografía adjunta (figura 1.). Dicho armazón es una aleación de hierro y níquel (invar). En el transcurso del ensayo se realizaron medidas periódicas del estado hídrico de la planta (potencial hídrico de xilema), contenido volumétrico de la humedad del suelo mediante sonda de neutrones, y parámetros de intercambio gaseoso, (fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración).



Figura 1 Detalle de uno de los dendrómetros utilizados en el ensayo.

Resultados: El tratamiento control presentó un contenido volumétrico de humedad (θ_v) en la zona radicular con valores entre el 20-22% durante todo el período de ensayo. La eliminación de riego provocó en el tratamiento de estrés un descenso progresivo del θ_v , en la zona radicular, durante los 13 primeros días del estrés, siendo más ralentizado el resto del período, alcanzando en el momento de máximo estrés hídrico valores de θ_v de 9.9 % (15 de junio) (figura 2.A). La reanudación del riego durante la fase II produjo un rápido aumento de θ_v , alcanzando valores del 16.2 % el primer día de riego (16 de junio), y produciéndose posteriormente una recuperación progresiva, llegando a alcanzar contenidos similares al tratamiento control tras 27 días de riego.

En árboles del tratamiento control los valores de potencial hídrico de xilema (Ψ_x) a mediodía presentaron un valor medio de -0.90 MPa, y no descendieron en ningún caso de -1.1 MPa. El agotamiento de los recursos hídricos del suelo en el tratamiento de supresión del riego, causó un descenso del Ψ_x conforme el θ_v fue descendiendo, encontrándose diferencias significativas a partir del cuarto día, alcanzando en el momento de máximo estrés hídrico (15 junio) un valor mínimo de -2.38 Mpa (figura 2 B). Tras la reanudación del riego (16 de junio) la recuperación del estado hídrico del cultivo fue progresiva, llegándose a igualar los valores de Ψ_x con el control a partir del 3 de agosto (tras 49 días de riego).

Los parámetros de intercambio gaseoso A, g_s y E, descendieron en el tratamiento de estrés a partir de la mitad del periodo sin riego, obteniendo diferencias entre ambos tratamientos de riego al final de la fase I. (Figura 3. F, G, H). Con la reanudación del riego, y la consiguiente mejora del estado hídrico del cultivo, la recuperación de A, g_s y E, fue rápida, igualando al control a los 14 días de devolver el riego.

La evolución de los valores de la máxima contracción diaria (MCD) obtenidos en el tratamiento control siguieron una tendencia de contracción creciente durante todo el período del ensayo, con un valor medio de 59 micras/día, mientras que en el tratamiento de supresión del riego presentaron una pauta típica, en forma de “U” invertida, es decir, una vez iniciado el periodo de supresión del riego, la tendencia de la MCD fue a ir aumentando, apreciándose diferencias significativas entre tratamientos a los 16 días de la supresión del riego (Ψ_x entorno a 1.5 Mpa y 11.8 % de contenido de humedad del suelo), hasta alcanzar un valor máximo (6 junio) y posteriormente disminuir al final del periodo de estrés cuando los valores de Ψ_x y θ_v se ven más afectados (Figura 2.C). Tras ocho días de la reanudación del riego, los valores de la MCD fueron similares al control.

La Tasa de crecimiento del máximo diámetro del tronco (CMXDT) (figura 2.C), experimento un crecimiento paralelo en ambos tratamientos, sin mostrar diferencias significativas hasta bien entrados en el período de estrés, (33 días después de haber aplicado el recorte del riego, con Ψ_x entorno a 2.28 Mpa y 10.4 % de contenido de humedad del suelo). A partir de esta fecha, el CMXDT del tratamiento deficitario alcanzó valores progresivamente menores a los del tratamiento control a medida que el estrés se hizo más severo, e incluso, no solo se redujo el crecimiento, sino que llegó a un punto donde se obtuvieron valores negativos, llegando a un valor mínimo (-41 micras) justo al final del estrés. Una vez devuelto el riego, la recuperación del CMXDT se produjo a los siete días con valores similares a los del control.

El máximo crecimiento del tronco (MXTD) (Figura 2.E), mostró a los 33 días después de haber aplicado el recorte del riego, una disminución con respecto al control, aunque no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en el periodo de ensayo. Sin embargo, una vez que se reanuda el riego, el estrés provocado en el tratamiento de supresión de riego provocó un cambio en la tendencia de crecimiento del diámetro del tronco, llegando a superar al control y encontrando diferencias significativas al final de la Fase II de crecimiento del fruto (datos no mostrados).

La eliminación del riego puso de manifiesto diferencias en la sensibilidad de los parámetros utilizados para detectar el estrés hídrico producido. Durante los primeros días sin riego,

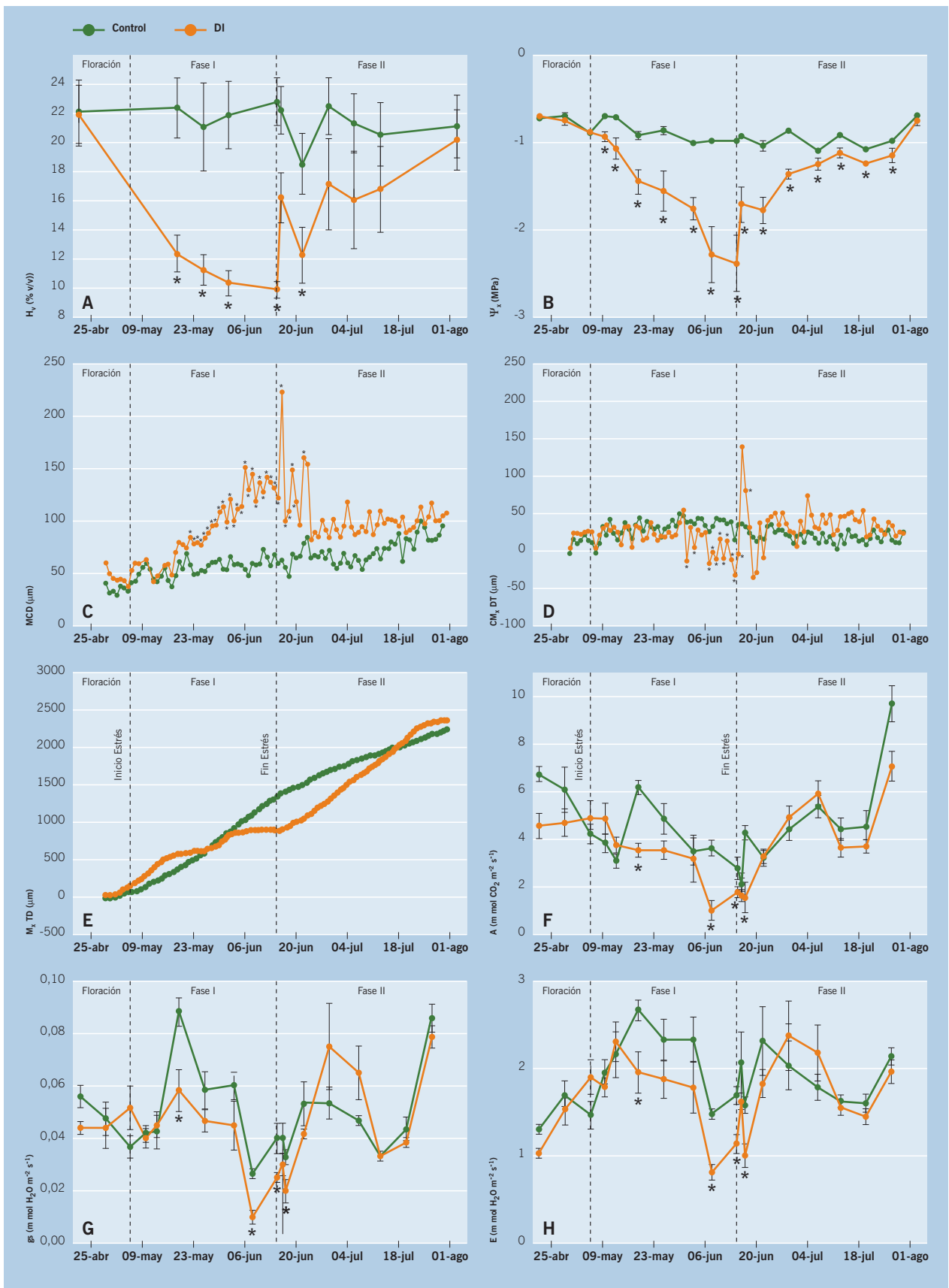


Figura 2 Evolución durante el periodo de ensayo del contenido de la humedad del suelo (A), potencial hídrico de xilema (B), máxima contracción del tronco (MCD) (C), tasa de crecimiento máximo del diámetro del tronco (CMXDT) (D), máximo crecimiento del tronco (MXDT) (E) y parámetros de intercambio gaseoso (F,G y H).(*) indica diferencias significativas al 95%.

el potencial hídrico de xilema (Ψ_x) a mediodía fue el primer indicador que detectó cambios en la planta, (a los 4 días sin riego), posteriormente el MCD, a los 16 días del recorte y el CMXDT a los 33 días. Los parámetros de intercambio gaseoso también mostraron una menor sensibilidad en la detección del estrés hídrico, posiblemente causado por una mayor influencia de los parámetros ambientales sobre el control estomático de la planta.

Relación de los parámetros dendrométricos MCD y CMXDT con las medidas discretas de humedad del suelo, de potencial hídrico de xilema y de los parámetros de intercambio gaseoso.

Como se ha visto anteriormente, tanto la MCD como la CMXDT responden a cambios en el contenido volumétrico de agua del suelo en la zona radicular y, por lo tanto, a las variaciones en el estado hídrico del cultivo que estos provocan. La influencia del θ_v y del Ψ_x sobre los parámetros dendrométricos MCD y CMXDT se muestra en la Figura 4. Para valores elevados de humedad, superiores al 12%, los valores de MCD se mantuvieron en valores próximos a 100 micras, al igual que ocurrió con el CD, que mantuvo valores entorno a 20 micras/día para el periodo de estudio (figura 3. A y B). El descenso del contenido de humedad por debajo de 11.5% provocó un aumento de la MCD y un descenso del CMXDT, estableciendo así un valor umbral de humedad a partir del cual los parámetros dendrométricos mostraron síntomas de estrés hídrico. La relación entre el contenido de humedad y el potencial hídrico de xilema, estudiada en la parcela de ensayo para esta variedad y patrón mostró un umbral de -1.4 MPa para un contenido de humedad del 14.1%. El umbral de humedad obtenido por la dendrometría es inferior al obtenido por el potencial hídrico, lo que indica que el potencial hídrico es un parámetro más sensible para detectar el estrés hídrico en cítricos, detectando cambios en el estado hídrico a valores más elevados.

Por otro lado, se ha encontrado una estrecha relación entre la MCD y el CMXDT con el Ψ_x (figura 3.C y D) observándose un aumento de la MCD y un descenso de CMXDT a medida que el Ψ_x fue disminuyendo. Teniendo en cuenta el umbral de potencial hídrico de xilema indicado anteriormente de -1.4 MPa, a partir del cual se considera que la planta incurre en una situación de estrés hídrico, el umbral de la MCD es de 115 micras y el de CMXDT es de 18 micras/día. Sin embargo hay que destacar el punto de inflexión obtenido en la relación Ψ_x y la MCD (figura 3. C), que indica que para valores de Ψ_x inferiores a -2.3 MPa la MCD disminuye. Este hecho indica que existe un punto a partir del cual el agotamiento de los recursos hídricos, tanto en el suelo como en la planta, impiden que ésta reestablezca el estado hídrico durante el periodo de rehidratación del día. Estos umbrales hay que tomarlos con las debidas precauciones, ya que se trata del primer año de ensayo, para un periodo fenológico concreto (Fase I de crecimiento del fruto) y sobre una parcela con unas características de clima, suelo y agua de riego propias. Además hay que tener en cuenta, que la variabilidad obtenida con este tipo de equipos es alta, lo que conlleva a tener un elevado número de repeticiones en la parcela.

Las relaciones obtenidas entre los parámetros de intercambio gaseoso con la MCD y el CMXDT, también fueron significativas, como se aprecia en la figura 5. Las relaciones lineales obtenidas entre el MCD y los parámetros de intercambio gaseoso indican que a medida que el MCD va aumentando, los parámetros de intercambio gaseoso disminuyen.

Por otro lado, el CMXDT también estuvo relacionado con los parámetros de intercambio gaseoso, pero de forma diferente al MCD. A medida que aumenta el CMXDT, se produce un aumento de los parámetros de intercambio gaseoso, hasta llegar a un valor máximo, para un CMXDT de 35-40 micras, a partir del cual, intervienen otros factores externos que enmascaran los valores de intercambio gaseoso. ■

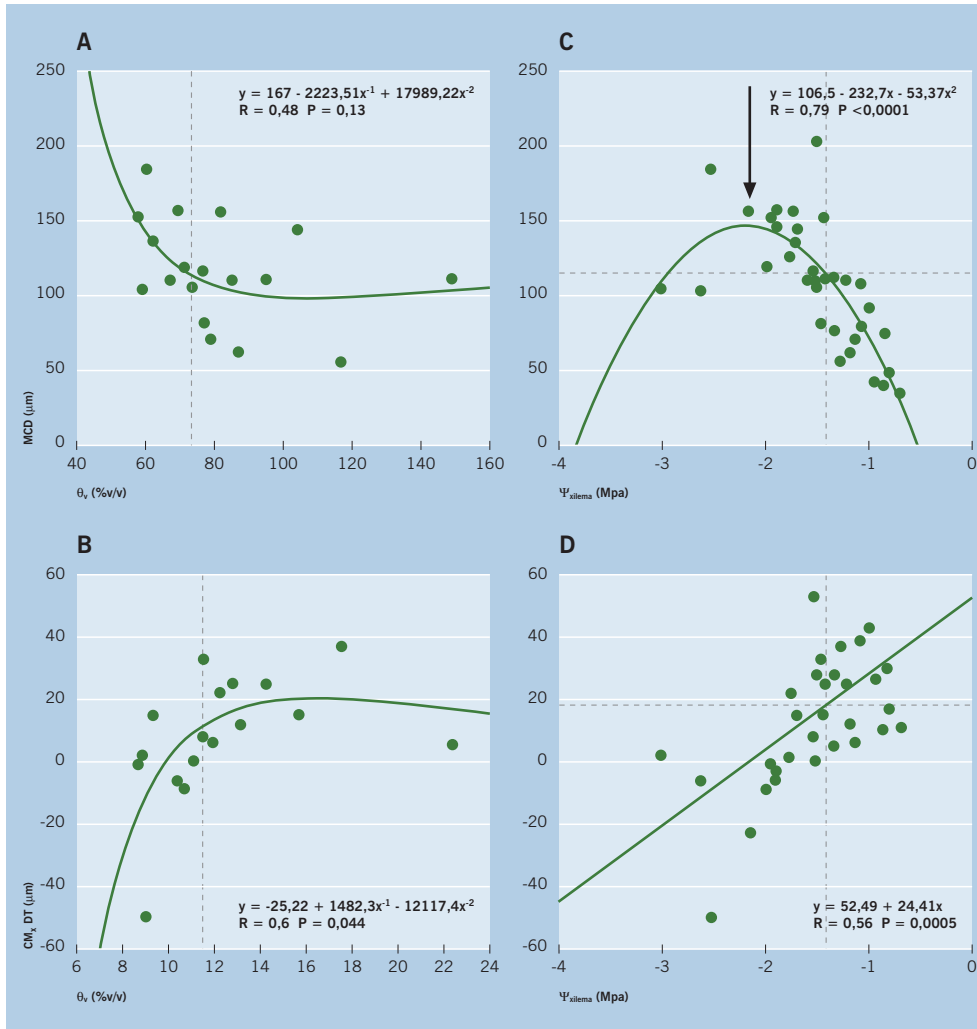


Figura 3 Relación de la máxima contracción diaria (MCD) y la tasa de crecimiento máximo del diámetro del tronco (CMXDT) con el contenido volumétrico de agua en el suelo (θ_v) en la zona radicular (0-60 cm) y con el del potencial hídrico del xilema (Ψ_x) medido al mediodía.

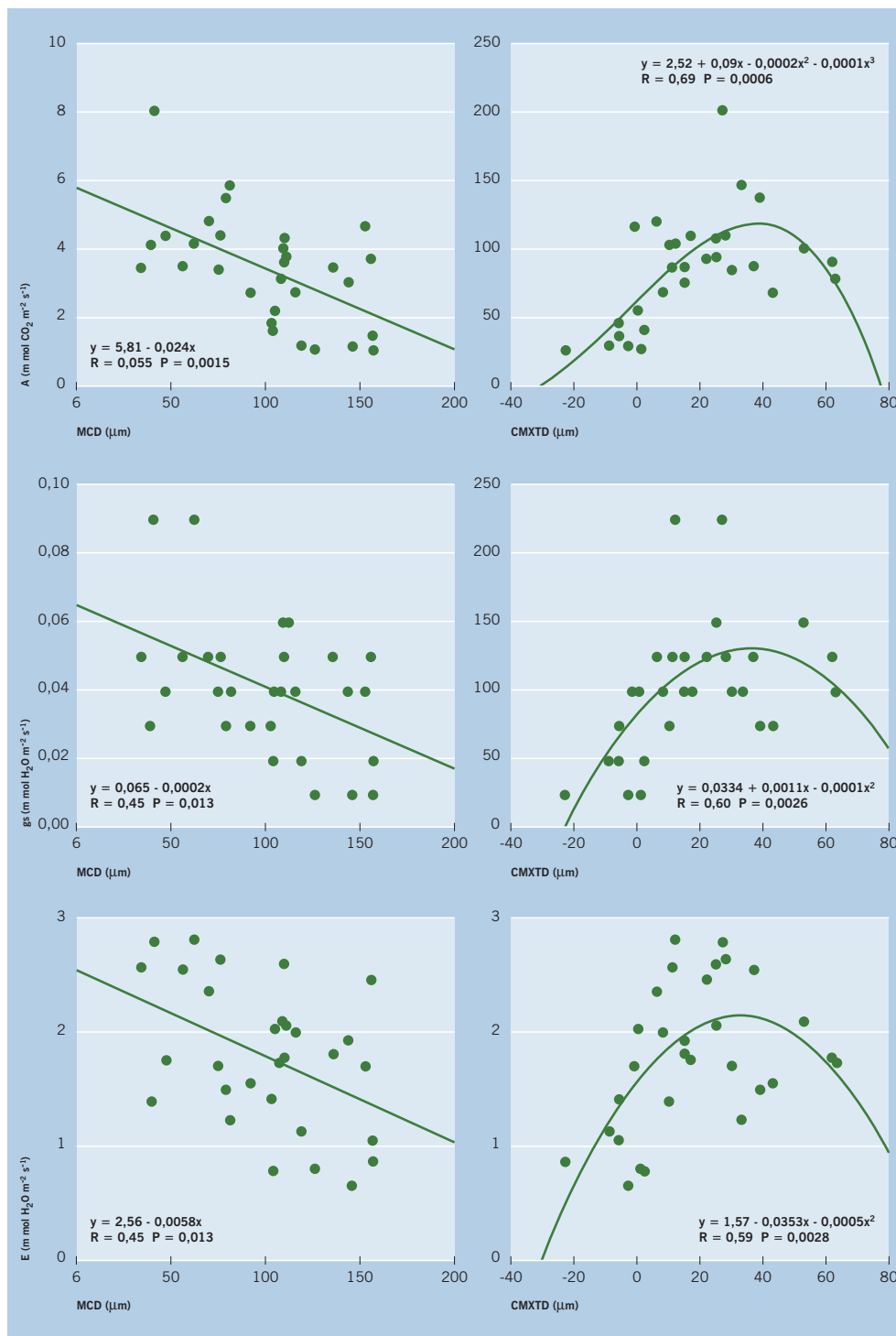


Figura 4 Relación de los parámetros de intercambio gaseoso (A, gs, y E) con la máxima contracción diaria (MCD) y la tasa de crecimiento máximo del diámetro del tronco (CMXTD).

■ Publicaciones científicas y de divulgación

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; SYVERTSEN J.P.; GIMENO, V.; BOTÍA, P. PEREZ-PEREZ, J.G. 2007. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Physiologia Plantarum*. 130-4: 532-542.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; MANERA, F. J.; GÁLVEZ, A.; PORRAS, I. 2008. Caracterización colorimétrica en clavel de variedades del grupo Sprint, y del punto de marchitamiento en variedades del grupo Carnelia. *Óptica Pura y Aplicada*. 41(3): 267-272.

MANERA, J.; RUIZ, G.; FERNÁNDEZ, J.C.; CONESA, A.; ROBLES, J.M.; PORRAS, I. 2008. Influencia de la temperatura sobre las coordenadas colorimétricas L, a y b en la evolución del color externo en los frutos de limón. *Levante Agrícola*, 47(1): 65-70.

NAVARRO, J.M.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.G.; PÉREZ-TORNERO, O.; ARQUÉS, E.; PORRAS, I.; BOTÍA, P. 2007. Respuesta a la fertilización nitrogenada de Clementina Clemenules bajo condiciones salinas. *Actas de Horticultura*. 48: 9-12.

ORTUÑO, A.; NEMSA, I.; HERNÁNDEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; LACASA, A.; PORRAS, I.; GARCÍA LIDÓN, A.; DEL RÍO, J.A. 2008. Estudio de la tolerancia de los frutos cítricos frente a *Alternaria alternata* pv. citri. *Levante Agrícola*, 47(1): 32-42.

ORTUÑO, A.; NEMSA, I.; ALVAREZ, N.; LACASA, A.; PORRAS, I.; GARCÍA LIDÓN, A.; DEL RÍO, J.A. 2008. Correlation of ethylene synthesis in Citrus fruits and their susceptibility to *Alternaria alternata* pv. citri. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 72(4-6): 162-166.

PÉREZ CUTILLAS, P.; ERENA ARRABAL, M.; JUAN MIGUEL ROBLES GARCÍA; MARÍA ISABEL GARCÍA OLLER; BOTIA ORDAZ, P.; PÉREZ-PÉREZ, J.G. 2008. Relation between precision remote sensing and water relations and gas exchange parameters in “verna” Lemon. *Options Méditerranéennes. Drought management: Scientific and technological innovations. Serie A/ N° 80*: 372-374.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROMERO, P.; NAVARRO, J.M.; BOTÍA, P. 2008. Response of sweet orange cv “Lane late” to deficit-irrigation strategy in two rootstocks. I. Water relations, leaf gas exchange and vegetative growth. *Irrigation Science*. 26:415-425.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROMERO, P.; NAVARRO, J.M.; BOTÍA, P. 2008. Response of sweet orange cv “Lane late” to deficit-irrigation strategy in two rootstocks. II. Flowering, fruit growth, yield and fruit quality. *Irrigation Science*. 26:519-529.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; SYVERTSEN, J.P.; BOTÍA, P.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F. 2007. Leaf water relations and net gas exchange responses of salinized carrizo citrange seedlings during drought stress and recovery. *Annals of Botany*. 100:335-345.

PÉREZ-TORNERO, O.; BURGOS, L. 2007. Apricot micropropagation. (Chapter 25) S.M. Jain and H. Häggman (eds.), *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits*, pp. 267-278. © Springer.

PÉREZ-TORNERO, O.; LÓPEZ-PÉREZ, N.; PORRAS, I. 2007. Rescate y cultivo in vitro de embriones inmaduros de limonero. *Actas de Horticultura* 48: 85-88

- PÉREZ-PÉREZ, J.G.; NAVARRO, J.M.; GARCÍA-OLLER, I.; ROBLES, J.M.; SÁNCHEZ-BAÑÓS, M.; BOTÍA, P. 2007. Respuesta al riego deficitario aplicado durante diferentes fases fenológicas en naranja va. "Lane late". *Actas de Horticultura*. 48:25-28.
- PÉREZ TORNERO, O.; PORRAS, I. 2008. Assesment of polyembryony in lemon: rescue and in vitro culture of immature embryos. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 93(2): 173-180.
- PÉREZ-TORNERO, O.; Tallon, C. I.; PORRAS, I. 2008. Plant micropropagation of lemon (*Citrus limon*) from mature nodal segments. *Biologia Plantarum* (En prensa).
- PORRAS, I. 2007. Nuevas tendencias en el cultivo del limonero. *Agricultura*. N° 895: 285-292.
- PORRAS, I. 2008. Líneas de trabajo del IMIDA. *Valencia Fruits*, 11 de noviembre.
- PORRAS, I.; LEGUA, P.; CONESA, A.; MANERA, F.J.; PÉREZ-TORNERO, O.; NAVARRO, J.M. 2007. Utilización de distintas maderas intermedias sobre limonero Verna. Efecto sobre los ácidos orgánicos. *Actas de Horticultura*. 48:13-16.
- PORRAS, I.; LOSANA, L.; MOSQUERA, B.; SÁNCHEZ-BAÑÓS, M.; NAVARRO, J.M. 2007. Estudio preliminar del limonero Bétera en el Campo de Cartagena. *Actas de Horticultura*. 48:1-4.
- PORRAS, I.; LOSANA, L.; PEREGRIN, E.; RIQUELME, F. 2008. Influencia de las giberelinas en el retraso de la recolección y en la calidad del fruto de limón Fino. *Levante Agrícola* 47(3): 290-295.
- PORRAS, I.; LOSANA, L.; PÉREZ-TORNERO, O., MOSQUERA, B.; VERA, J.; LEGUA, P.; NAVARRO, J.M. 2007. El limonero Bétera I: Parámetros físico-químicos del fruto. *Levante Agrícola* 46(1): 35-38.
- PORRAS, I.; LOSANA, L.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; MOSQUERA, B.; VERA, J.; SÁNCHEZ BAÑÓS, M. 2007. El limonero Bétera II: Caracteres del árbol. *Levante Agrícola* 46(2): 244-251.
- PORRAS, I.; MACIÁ, F.; NAVARRO, J.M.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; PÉREZ-TORNERO, O.; GARCÍA-OLLER, I. 2007. Estudio preliminar de la mandarina TER-1 en Almería. *Actas de Horticultura*. 48:49-52.
- PORRAS, I.; PÉREZ TORNERO, O. 2007. Colecciones de limonero *Revista I.M.I.D.A.* 1: 47-52.
- PORRAS, I.; SÁNCHEZ-BAÑÓS, M.; BOTÍA, P.; NAVARRO, J.M.; ROBLES, J.M.; PÉREZ-TORNERO, O.; GARCÍA-OLLER, I. 2007. Estudio preliminar de la naranja Barberina en el Campo de Cartagena. *Actas de Horticultura*. 48:45-48.
- RIQUELME, M.T.; PORRAS, I.; RIQUELME, F. 2008. The rootstock and interstock relations with the mechanical susceptibility of lemon "Verna". *Acta Hort.* 773: 103-109.
- SYVERTSEN, J; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; BOTÍA, P.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F. 2007. Water relations and net gas exchange of salinized carrizo citrange seedlings during drought stress and recovery. *HortScience*. 42 (4): 849

■ Participación en congresos y reuniones científicas

CONESA, A.; GARCÍA LIDÓN, A.; MANERA, F.J.; SÁNCHEZ BAÑOS, PORRAS, I NAVARRO, J.M. 2007. Estudio de la distribución de los frutos en diferentes variedades de pomelo (*Citrus paradisi*). *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Nº 48: 5-8. Albacete.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; PORRAS, I. 2007. Fijación de C por los ecosistemas agrarios. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 864-867. Albacete.

DEL RÍO, J. A.; PORRAS, I.; MARTÍNEZ, D.; GÓMEZ, P.; DÍAZ, L.; GARCÍA LIDÓN, A.; RIQUELME, F.; ORTUÑO, A. 2007. Efecto de la conservación en frío y manipulación post-cosecha de frutos de *Citrus limon* (cv. Fino-49) sobre los niveles de flavonoides y resistencia a *Penicillium digitatum*. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones*. Cartagena (Murcia). 29 de mayo a 1 de junio. 299-304. ISBN: 978-84-95781-85-7.

ERENA, M.; ATENZA, J.F.; GARCÍA, P.; SÁNCHEZ, D.; PAYA, D.; PÉREZ, P.; OCHOA, J.; ROSA, J.P.; PORRAS, I. 2007. El SIG cítrico de la Región de Murcia: Proyecto SIGEAM. *IV Congreso Nacional I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. I: 253. Albacete.

ERENA, M.; PORRAS, I.; GARCÍA, P.; ATENZA, J.F.; OCHOA, J.; JOVER, A.J.; PAYA, D.; PALOMARES, I. 2007. Primeros resultados del SIG cítrico de Murcia: Proyecto SIGEAM. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 872-875. Albacete.

FERNÁNDEZ ZAPATA, J.C.; MANERA, F.J.; RUIZ, G.; MELGAREJO, P.; HERNÁNDEZ, FCA.; LEGUA, P.; CONESA, A.; PORRAS, I. 2007. La coloración de diversos frutos de granado. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid, 19-21 septiembre. 161-162.

GONZÁLEZ MARTÍNEZ, D.; MELGARES DE AGUILAR, J.; ARQUÉS, E.; PORRAS, I. 2007. Calidad del fruto de la clementina Marisol/ mandarino Cleopatra en cultivo ecológico. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 554-557. Albacete.

GUERRERO, M.M.; HERNÁNDEZ, M.A.; NEMSA, I.; MARTÍNEZ, M.C.; MARTÍNEZ, M.A.; LACASA, C.M.; PORRAS, I.; LACASA, A. 2008. Manejo de los restos de poda para el control de *Alternaria alternata* pv. *citri* en mandarinos Fortune en el Campo de Cartagena. *2º Congreso Nacional de Citricultura*. Faro (Portugal), 24 a 26 de enero. 50.

GUERRERO, M.M.; NEMSA, I.; MARTÍNEZ, M.C.; LACASA, C.M.; PORRAS, I.; LACASA, A. 2007. Manejo de los restos de poda para el control de *Alternaria alternata* pv. *citri* en mandarinos Fortuna en el Campo de Cartagena. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Libro de Resúmenes. pag. 2. Albacete.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; PORRAS, I. 2007. Definición colorimétrica de distintas variedades de clavel del grupo Sprint. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid, 19-21 septiembre. 167-168.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; MANERA, F.J.; PORRAS, I. 2007. Caracterización colorimétrica de los pétalos y punto de marchitamiento de distintas variedades de clavel. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid, 19-21 septiembre. 121-122.

MANERA, F.J.; FERNÁNDEZ ZAPATA, J.C.; RUIZ, G.; CONESA, A.; LÉGUA, P.; LÓPEZ, J.; PORRAS, I. 2007. Correlación lineal entre varios índices colorimétricos y la apreciación visual en la corteza de los frutos de pomelo. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid, 19-21 septiembre. 83-84.

MANERA, J.; RUIZ, G.; FERNÁNDEZ, J.C.; CONESA, A.; ROBLES, J.M.; PORRAS, I. 2007. Correlación de la temperatura con el parámetro "a" de la corteza en frutos del pomelo (*Citrus paradisi* Macf.). *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 37-40. Albacete.

MANERA, J.; RUIZ, G.; FERNÁNDEZ, J.C.; CONESA, A.; PORRAS, I. 2007. Influencia de la temperatura en la evolución del color externo de los frutos de limón. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 41-44. Albacete.

NAVARRO, J.M.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.G.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; PORRAS, I.; BOTÍA, P. 2008. Effects of differing deficit irrigation treatments on fruit quality of *Citrus reticulata* Blanco. *XI Int. Citrus Congress*, Wuhan (China). Abstracts 189.

NAVARRO, J.M.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.G.; PORRAS, I.; ROMERO, P.; BOTÍA, P. 2008. Importancia del patrón y del injerto en la absorción y transporte de iones en cítricos sometidos a estrés salino. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Libro de Resúmenes, pag. 60.

NAVARRO, J.M.; MORTE, A.; LÓPEZ-PUJANTE, A.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; PORRAS, I.; PÉREZ-TORNERO, O. 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, nutrient uptake and chlorophyll concentration of *Citrus aurantium* seedlings. *11th International Citrus Congress*. Wuhan (China).

NAVARRO, J.M.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.G.; PÉREZ-TORNERO, O.; ARQUÉS, E.; PORRAS, I.; BOTÍA, P. 2007. Respuesta de la fertilización nitrogenada de clementina *Clemenules* bajo condiciones salinas. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 9-12. Albacete.

NAVARRO, J.M.; PORRAS, I.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.G.; PÉREZ-TORNERO, O.; ROMERO, P.; BOTÍA, P. 2008. The influence of NaCl on water relations and leaf Exchange for Lane late citrus plants and different rootstocks. *11th International Citrus Congress*. Wuhan (China).

NAVARRO, J.M.; PORRAS, I.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.G.; PÉREZ-TORNERO, O.; ROMERO, P.; BOTÍA, P. 2008. Effects of differing deficit irrigation treatments on fruit quality of *Citrus reticulata* Blanco. *XI Int. Citrus Congress*, Wuhan (China). Abstracts 189.

NEMSA, I.; HERNÁNDEZ, M.A.; ÁLVAREZ, N.; MARTÍNEZ, M.C.; GUERRERO, M.M.; PORRAS, I.; ORTUÑO, A.; DEL RIO, J.A.; LACASA, A. 2008. Sensibilidad del fruto de la mandarina Fortune a *Alternaria alternata* pv. *citri* según el estado de desarrollo. *XIV Congreso de la Soc. Española de Fitopatología*. 15-19 de septiembre. Lugo. 310.

NEMSA, I.; HERNÁNDEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; LACASA, A.; PORRAS, I.; GARCÍA-LIDÓN, A.; ORTUÑO, A. DEL RÍO, J.A. 2008. Localización tisular de la tolerancia a *Alternaria alternata* pv. *citri* de los frutos cítricos. *2º Congreso Nacional de Citricultura*. Faro (Portugal), 24 a 26 de enero. 52.

NEMSA, I.; HERNÁNDEZ, M.A.; GUERRERO, M.M.; MARTÍNEZ, M.C.; LACASA, C.M.; PORRAS, I.; LACASA, A. 2008. Caracterización patogénica de aislados de *Alternaria alternata* de plantaciones de mandarinos Fortune de la Región de Murcia. *2º Congreso Nacional de Citricultura*. Faro (Portugal), 24 a 26 de enero. 51.

PAGÁN, E.; PÉREZ-PASTOR, A.; DOMINGO, R.; CONESA, M.R.; ROBLES, J.M.; BOTÍA, P.; GARCÍA-OLLER, I.; CARO, M. 2008. Daily trunk shrinkage for scheduling mandarin trees irrigation. *10th Congress of the European Society for Agronomy (ESA) "Agriculture as Resource for Energy and Environmental Preservation- Multifunctional Agriculture"*. Bologna (Italia).

PÉREZ CUTILLAS, P.; ERENA ARRABAL, M.; JUAN MIGUEL ROBLES GARCÍA; MARÍA ISABEL GARCÍA OLLER; BOTIA ORDAZ, P.; PÉREZ-PÉREZ, J.G. 2008. Relation between precision remote sensing and water relations and gas exchange parameters in "Verna" Lemon. *Options Méditerranéennes. Drought management: Scientific and technological innovations*. Zaragoza.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; BRUMÓS, J.; TALÓN, M.; BOTÍA, P. Y COLMENERO-FLORES, J. M. 2007. Análisis de los perfiles transcripcionales de hojas de cítricos aclimatados a la salinidad. *XVII Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal y X Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal*. Alcalá de Henares.

PÉREZ-PÉREZ, J. G.; GARCÍA-OLLER, I.M.; SÁNCHEZ-BAÑOS, M.; ROBLES, J.M.; ARQUES, E.; BOTÍA, P. 2007. Efecto del déficit hídrico durante otoño-invierno sobre la floración y el cuajado de fruto en naranjo "Lane Late". *XVII Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal y X Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal*. Alcalá de Henares.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; MORENO CÁNOVAS, I.; ROBLES, J.M.; PORRAS, I. 2007. Influencia de la posición del fruto en el árbol sobre la calidad de pomelo Star Ruby. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 21-24. Albacete.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; NAVARRO, J.M.; GARCÍA-OLLER, M.I.; ROBLES, J.M.; SÁNCHEZ-BAÑOS, M.; BOTÍA, P. 2007. Respuesta del riego deficitario aplicado durante diferentes fases fenológicas en naranjo var. "Lane late". *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 25-28. Albacete.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROBLES, J.M.; BOTÍA, P.; TALÓN, M. AND IGLESIAS, D.J. 2008. Response of "Verna" Lemon under drought stress: physiological changes and metabolomic approach. *11th International Citrus Congress. Diversity and Development*. Wuhan, P.R. China

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROBLES, J.M.; GARCÍA-OLLER, M.I.; BOTÍA, P. 2008. Influence of deficit irrigation in phase III of fruit growth on final fruit quality in later sweet orange "lane late". *11th International Citrus Congress. Diversity and Development*. Wuhan, P.R. China

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROBLES, J.M.; GARCÍA-OLLER, I.; BOTIA, P. 2008. Influencia del patrón sobre las relaciones hídricas, intercambio gaseoso y crecimiento vegetativo en naranjo "lane late" en condiciones de riego deficitario. *IX Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en Plantas*. Lloret de Mar. Girona. (España).

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROBLES, J.M.; GARCÍA-OLLER, M.I.; BOTÍA, P. 2008. Influencia del patrón sobre el estado nutricional del cultivo naranjo "Lane late" en condiciones de riego deficitario. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Libro de Resúmenes, pag. 56. Granada.

PÉREZ-PÉREZ, J.G.; ROBLES, J.M.; GARCÍA-OLLER, I.; TOVAR, J.C.; ARQUÉS, E.; BOTIA, P. 2008. Efectos de la salinidad y la sequía sobre las relaciones hídricas, ajuste osmótico y parámetros de intercambio gaseoso en limonero "Fino 49". *IX Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en Plantas*. Lloret de Mar. Girona. (España).

PÉREZ-TORNERO, O.; LÓPEZ-PÉREZ, N.; PORRAS, I. 2007. Rescate y cultivo in vitro de embriones inmaduros de limonero. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 85-88. Albacete.

PEREZ-TORNERO, O; LOPEZ-PUJANTE, A; TALLON, C. I.; GARCÍA-OLMOS, B; PORRAS, I.; NAVARRO, J. M. 2008. Growth and physiological characterisation of micropropagated *Citrus macrophylla* explants as affected by NaCl stress. *11th Internacional Citrus Congres*. Wuhan (China). Abstracts 190.

PÉREZ-TORNERO, O.; LÓPEZ-PUJANTE, A.; TALLÓN, C.I.; PORRAS, I.; NAVARRO, J.M. 2008. Efecto de diferentes dosis de NO₃⁻ y K⁺ en el crecimiento de brotes micropropagados de *Citrus macrophylla* sometidos a estrés salino. *XII Simposio de Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada. Libro de Resúmenes, pag. 59.

PÉREZ TORNERO, O.; NAVARRO, J.M.; ARQUÉS-PARDO, E.M.; PORRAS, I. 2007. Efecto del estrés salino en el crecimiento y la adquisición de nutrientes de brotes micropropagados de cítricos. *VII reunión de la Soc. Española de cultivo in vitro de Tejidos Vegetales*. Alcalá de Henares, 25-27 de junio. 108-109.

PÉREZ TORNERO, O.; TALLÓN, C.; PORRAS, I. 2008. "Citrus limon micropropagation: effect of different phytohormones on multiplication and rooting": *First Internacional Symposium on Biotechnology of Fruti Species. Biotechfruit*. Dresde (Alemania). 1-5 septiembre de 2008. Pag. 59-59.

PORRAS, I.; LEGUA, P.; CONESA, A.; MANERA, F.J.; PÉREZ-TORNERO, O.; NAVARRO, J.M. 2007. Utilización de distintas maderas intermedias sobre limonero Verna. Efecto sobre los ácidos orgánicos. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Nº 48: 13-16. Albacete.

PORRAS, I.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; MANERA, F.J.; LEGUA, P. 2007. Coloración en variedades de naranjas tardías. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid, 19-21 septiembre. 197-198.

PORRAS, I.; LOSANA, L.; MOSQUERA, B.; SÁNCHEZ BAÑOS, M.; NAVARRO, J.M. 2007. Estudio preliminar del limonero Bétera en el Campo de Cartagena. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 1-4. Albacete.

PORRAS, I.; MACIÁ, F.; NAVARRO, J.M.; PÉREZ-PÉREZ, J.G.; PÉREZ TORNERO, O.; GARCÍA-OLLER, I. 2007. Estudio preliminar de la mandarina TER-1 en Almería. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 49-52. Albacete.

PORRAS, I.; SÁNCHEZ-BAÑOS, M.; BOTÍA, P.; NAVARRO, J.M.; ROBLES, J.M.; PÉREZ TORNERO, O.; GARCÍA-OLLER, I. 2007. Estudio preliminar de la naranja Barberina en el Campo de Cartagena. 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. 45-48. Albacete.

SYVERTSEN, J; PÉREZ-PÉREZ, J:G.; BOTÍA, P.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F. 2007. Water relations and net gas exchange of salinized carrizo citrange seedlings during drought stress and recovery. *104th Annual International Conference of the American Society for Horticultural Science*. Westin Kierland Resort and Spa, Scottsdale, Arizona.

TORREGROSA A.; PORRAS I.; MARTÍN B.; ARAGÓN, R. 2007. Recolección mecánica de limón cv. Fino mediante vibradores de ramas y la aplicación de abscisores. *IV Congreso Nacional I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. I: 315-316.

TORREGROSA, A.; PORRAS, I.; MARTÍN, B.; ARAGON, R. 2008. Mechanical harvesting of lemons in Murcia-Spain. *Int. Conference on Agricultural Engineering*. Hersonissos, Creta, Grecia, 23-25 junio. Pág. 38.

Equipo de Calidad Agroalimentaria

■ Persistencia y distribución medioambiental de plaguicidas en un cultivo de pimiento bajo invernadero, antes y durante el proceso de conversión a Agricultura Ecológica. Efecto de la biofumigación con solarización

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2005-00127-00-00
Investigador responsable	José Fenoll Serrano
Equipo	M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil M ^a Pilar Hellín García Simón Navarro García Encarnación Ruiz Martínez María Martínez Martínez M ^a Virtudes Molina Menor Marcos Ruiz Rubio

OBJETIVOS

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Estudiar la persistencia y degradación en el suelo de los plaguicidas aplicados durante el desarrollo del cultivo del pimiento a nivel de campo y de laboratorio.
2. Evaluar la posible contaminación por plaguicidas en aguas subterráneas y acuíferos mediante estudios de lixiviación a nivel de campo y de laboratorio.
3. Evaluar el efecto de las alternativas no químicas al bromuro de metilo solarización + biofumigación, sobre la persistencia y degradación de diferentes plaguicidas contemplados en las normas técnicas de producción integrada para el cultivo de pimiento bajo invernadero en la Región de Murcia.
4. Estudiar el riesgo de una posible contaminación del fruto de pimiento antes y durante el periodo de conversión del cultivo a Agricultura Ecológica.

RESULTADOS OBTENIDOS

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN SUELO

Se han realizado estudios de persistencia y degradación en el suelo de un total de 20 plaguicidas autorizados en el cultivo del pimiento, tanto a nivel de campo como de laboratorio (Figura 1). Al mismo tiempo se han obtenido datos que han permitido conocer la movilidad de dichos compuestos en el suelo mediante el análisis de sus residuos a diferentes profundidades.

Además, se ha valorado el efecto de diferentes técnicas de desinfección alternativas al bromuro de metilo tales como solarización + biofumigación, sobre la persistencia y degradación de aquellos plaguicidas contemplados en las normas técnicas de producción

integrada para el cultivo de pimiento bajo invernadero en la Región de Murcia (Fotografía 1). Observándose una mayor velocidad de disipación de algunos plaguicidas en suelos desinfectados mediante estas técnicas respetuosas con el medio ambiente si se compara con un suelo sin desinfectar (Figura 2). Estas diferencias observadas son debidas probablemente al incremento en la actividad microbiana y a las altas temperaturas alcanzadas en suelos solarizados y biosolarizados.

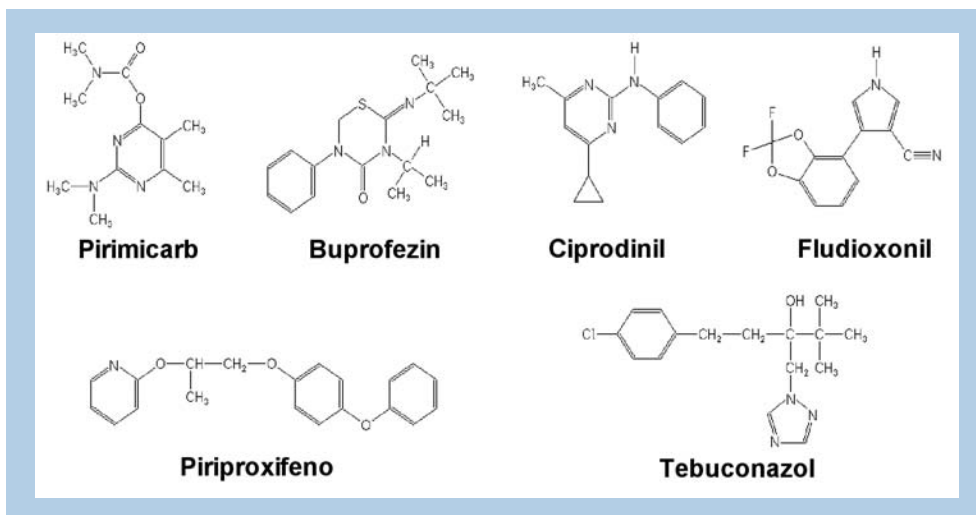


Figura 1 Estructuras moleculares de algunos insecticidas y fungicidas estudiados.

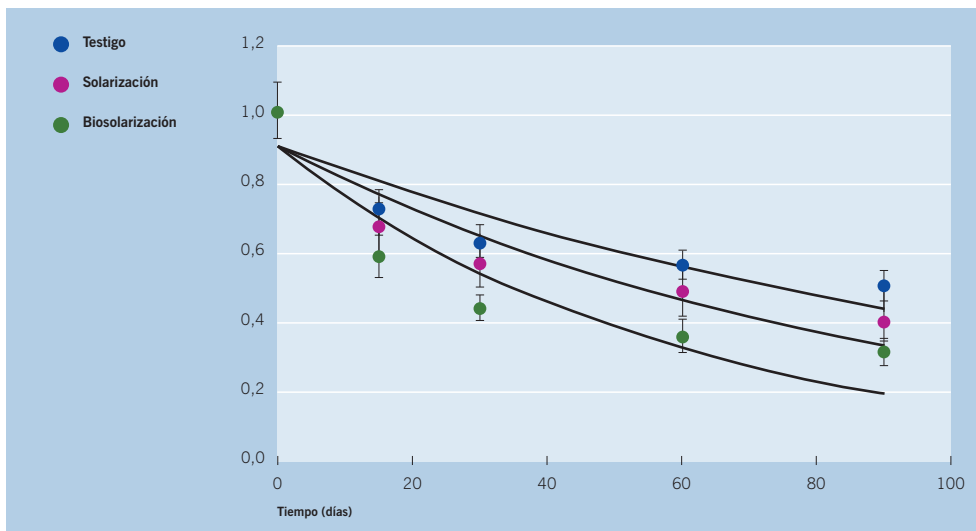


Figura 2 Curvas de disipación de pirimicarb en suelo desinfectado mediante solarización y biosolarización.

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN AGUAS

Además, se ha evaluado el riesgo de una posible contaminación de diversos plaguicidas en aguas subterráneas y acuíferos mediante estudios de lixiviación a nivel de campo y de laboratorio. Los resultados han permitido estudiar la movilidad de varios insecticidas, fungicidas y herbicidas en diferentes tipos de suelos (Figura 3).

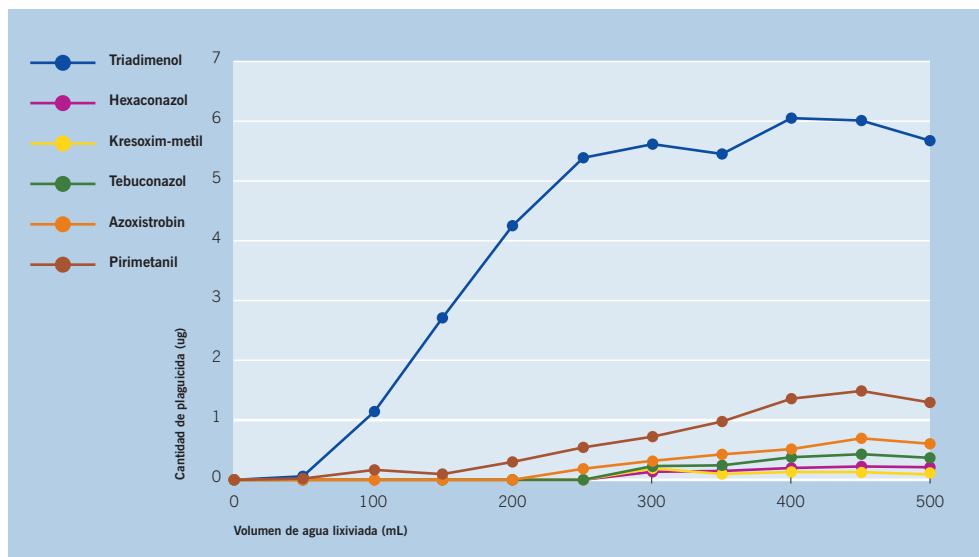


Figura 3 Lixiviación de fungicidas en condiciones de laboratorio.

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN PIMIENTO

Finalmente se ha evaluado el riesgo de una posible contaminación del fruto de pimiento antes y durante el periodo de conversión del cultivo a Agricultura Ecológica para varios insecticidas y fungicidas utilizados en este cultivo. El estudio ha permitido obtener y comparar las curvas de disipación en invernadero y en cámara frigorífica de estos compuestos en pimiento después de dos aplicaciones en campo (Tabla 1). Además, se han obtenido datos de absorción, por parte de la planta de pimiento, de plaguicidas presentes en el suelo con el consiguiente riesgo de aparición de residuos en frutos de pimiento cultivados en estos suelos contaminados. ■



Figura 4 Invernadero experimental de pimiento sometido a diferentes técnicas de desinfección.

Tabla 1 Disipación de residuos de plaguicidas (mg/kg)^a en pimiento bajo condiciones de campo.

	días	Primera aplicación	Segunda aplicación
Piriproxifeno	0	0.121 ± 0.015	0.242 ± 0.023
	1	0.136 ± 0.018	0.249 ± 0.028
	3	0.126 ± 0.014	0.276 ± 0.029
	7	0.110 ± 0.007	0.224 ± 0.031
	15	0.080 ± 0.013	0.162 ± 0.019
	21	-	0.116 ± 0.023
Buprofezin	0	0.274 ± 0.035	0.442 ± 0.046
	1	0.313 ± 0.037	0.430 ± 0.038
	3	0.250 ± 0.019	0.459 ± 0.032
	7	0.225 ± 0.027	0.400 ± 0.041
	15	0.154 ± 0.015	0.233 ± 0.017
	21	-	0.153 ± 0.024
Ciprodinil	0	0.399 ± 0.043	0.458 ± 0.051
	1	0.480 ± 0.037	0.589 ± 0.052
	3	0.365 ± 0.022	0.430 ± 0.042
	7	0.247 ± 0.024	0.282 ± 0.036
	15	0.090 ± 0.012	0.158 ± 0.016
	21	-	0.068 ± 0.009
Fludioxonil	0	0.292 ± 0.031	0.404 ± 0.013
	1	0.341 ± 0.038	0.438 ± 0.025
	3	0.231 ± 0.029	0.348 ± 0.047
	7	0.178 ± 0.018	0.290 ± 0.036
	15	0.098 ± 0.014	0.180 ± 0.013
	21	-	0.085 ± 0.016

^a Media ± SD (n=4).

■ Evaluación de la respuesta fisiológica y agronómica de diferentes estrategias de fertilización enfocadas a la reducción de la contaminación por nitratos

Entidad financiadora y Referencia	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. RTA2005-00087-C02-01
Investigador responsable	Francisco M. del Amor
Equipo	Paula Cuadra-Crespo Placido Varó José María Cámara María del Carmen Gómez Andrés López Luis F. Condés Alberto González Antonio Montserrat

OBJETIVOS

La horticultura intensiva requiere del preciso control del agua y los nutrientes suministrados con el objetivo de optimizar la producción y minimizar la contaminación. Actualmente, en los invernaderos se aplica un exceso de la disolución nutritiva del orden de un 30% para lixiviar los nutrientes acumulados. De esta manera se evita el incremento del potencial osmótico y la toxicidad en la zona radicular. El agua y los nutrientes son siempre suministrados de manera conjunta y en exceso, sin tener en cuenta la variable demanda de la planta. Esta demanda de la planta por los distintos nutrientes no es la misma que la demanda por el agua, resultando de este modo un derroche de recursos.

Como consecuencia de dichas prácticas de manejo, frecuentemente los invernaderos se convierten en la principal fuente de eutrofización de los ecosistemas locales. Por ello se requiere una transición hacia sistemas de cultivo sostenibles y medioambientalmente menos agresivos, en un proceso de mejora de la eficiencia, sustitución y rediseño. Aunque hoy día nuevas legislaciones medioambientales fuerzan a los agricultores a hacia producciones más ecológicas, la introducción de prácticas más sostenibles que mejoren la eficiencia de producción son económicamente más ventajosas para los agricultores así como de más fácil y rápida introducción.

Este proyecto de investigación se basa en la disminución de la contaminación por nitratos mediante el incremento de la eficiencia en la aplicación, absorción y distribución en la planta del abonado nitrogenado aplicado vía foliar. Para aprovechar todo el potencial de los beneficios de la aplicación foliar nitrogenada, se estudiarán los mecanismos de absorción y movilización del nitrógeno en la planta, tanto para prevenir pérdidas desde el cubierta vegetal como para reducir los posibles efectos fitotóxicos en el cultivo. De igual modo, se

llevará a cabo un amplio estudio sobre la incidencia de los diferentes tratamientos estudiados sobre la producción y especialmente calidad de los frutos obtenidos.

Objetivos agronómicos:

- Reducción de la contaminación por nitratos.
- Identificar la frecuencia y concentración de abonado foliar en plantas de pimiento para compensar la reducción de N aplicado vía radicular.
- Determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre la eficiencia en la absorción foliar.
- Caracterizar el efecto de la fertilización foliar sobre la producción y calidad comercial de los frutos.
- Evaluación de los parámetros de fitomonitorización como metodología de cuantificación del estrés nutricional.
- Implementación del Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia.

Objetivos fisiológicos:

- Identificar el efecto de la fertilización foliar nitrogenada (frecuencia y dosis) sobre la distribución de biomasa y la absorción y distribución del N en la planta.
- Caracterización del metabolismo de carbohidratos. Identificación del contenido en clorofilas, flavonoides y antocianos en hoja en respuesta al contenido de nitrógeno.
- Identificación de capacidad de Rubisco y de la tasa de transporte de electrones, en función de la superficie foliar específica, el contenido foliar de nitrógeno, y su relación con la demanda de los frutos.
- Elaboración de un modelo bioquímico de fotosíntesis. Determinación de la relación entre el contenido foliar en nitrógeno y el espectro de reflexión de las hojas, como método de estimación el contenido de N foliar.
- Caracterización del efecto de la estrategia de fertilización sobre la calidad de los frutos: análisis mineral, contenido en licopenos, clorofilas y carotenoides, así como su efecto sobre los compuestos aromáticos de los frutos.

RESULTADOS OBTENIDOS

En la última fase de este estudio, y siguiendo con el análisis de la respuesta del pimiento a la fertilización foliar nitrogenada, una vez determinada la concentración de urea más adecuada, se procedió a analizar la frecuencia de aplicación óptima. Posteriormente se ha evaluado la frecuencia y concentración óptima, bajo diferentes condiciones ambientales (temperatura) y así identificar los umbrales óptimos de aplicación.

La frecuencia de aplicación más elevada (dos veces por semana), originó daños en la hoja al inicio del cultivo (Figura 2), sin embargo, los daños por fitotoxicidad disminuyeron al avanzar el desarrollo de la planta. Las producciones totales de los tratamientos de frecuencias de aplicación de una y dos veces por semana fueron muy similares a las del control, mientras que el tratamiento con una frecuencia de aplicación de dos veces por semana incrementó su producción total en un 25.7% con respecto al control. Sin embargo, los frutos considerados destruído o no comerciales se incrementaron considerablemente en este tratamiento y en menor medida en los tratamientos con una menor frecuencia de aplicación. Este estudio nos mostró que si bien se lograron periodos de cultivo una mínima o nula contaminación por nitratos, es necesario asumir una relativa disminución de la calidad de fruto en la



Figura 1 La respuesta del pimiento a la fertilización foliar se evaluó en invernadero y en cámara climática.

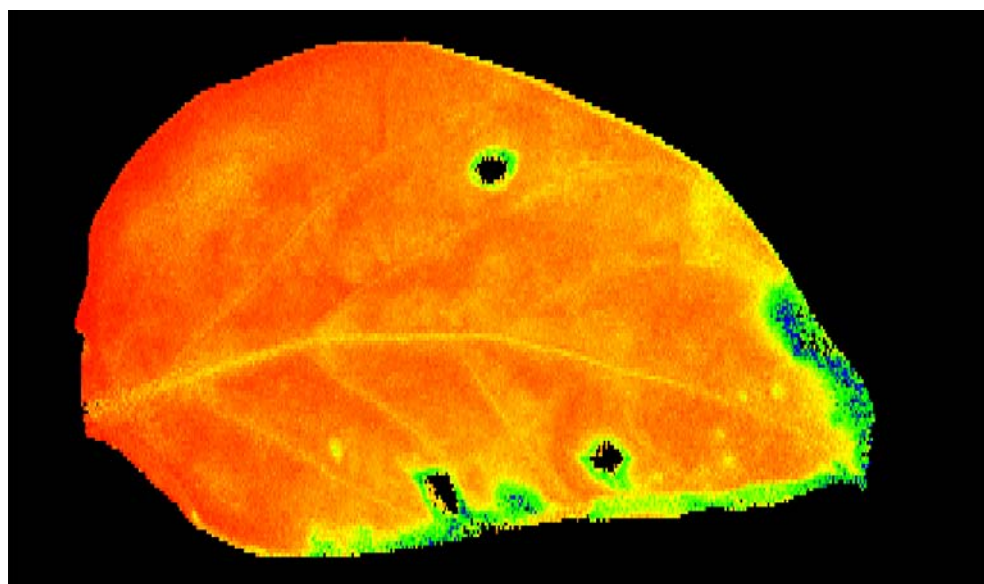


Figura 2 Análisis por imagen de la fluorescencia de las clorofilas en hoja ($QY_{max} = Fv/Fm$) donde se detecta toxicidad por urea (alta concentración/frecuencia). Esta técnica nos permite la detección de daño previa a la aparición de síntomas visuales.

aplicación de esta estrategia de fertilización, siempre que se empleen frecuencias elevadas. Los resultados obtenidos en el análisis de otros parámetros de calidad, color del fruto (Figura 3) o peroxidación lipídica (Figura 4) nos muestran los efectos positivos de la aplicación de urea foliar, con respecto a aquellos frutos de plantas con un suministro deficiente de N y a los que no se aplicó urea (T6). Por lo tanto, el incremento de la tolerancia de contaminación (reducciones en la aplicación de N vía radicular inferiores al 70%) podría establecer un mejor equilibrio en cuanto a la calidad final obtenida.

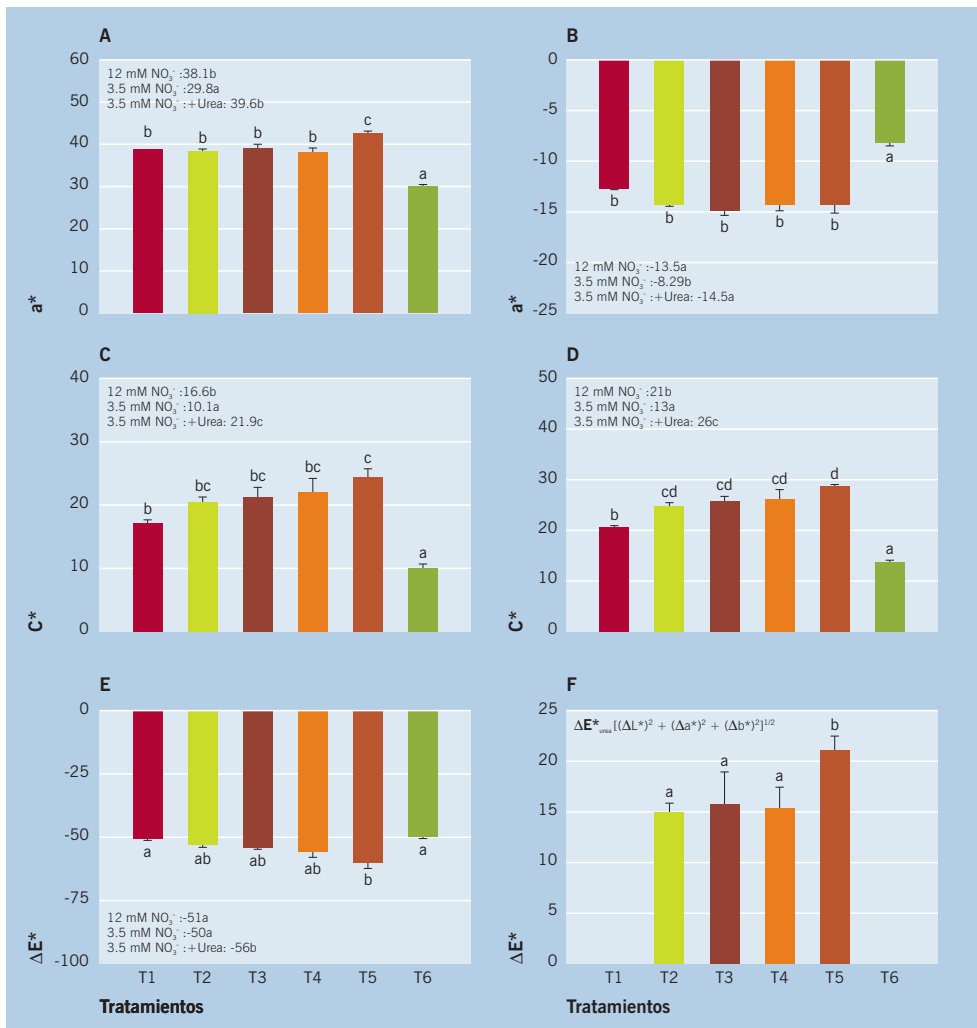


Figura 3 Influencia de la frecuencia de aplicación de urea foliar sobre los parámetros de color de los frutos de pimiento. T1: riego con 12 mM NO₃⁻ sin fertilización foliar. T2,T3,T4,T5 y T6: riego con 3.5 mM NO₃⁻ y aplicación foliar cada 14d (T2), 7d (T3), cada 14d y después de los 120 DDT cada 7 días (T4), 2 veces por semana (T5), y sin aplicación foliar (T6).

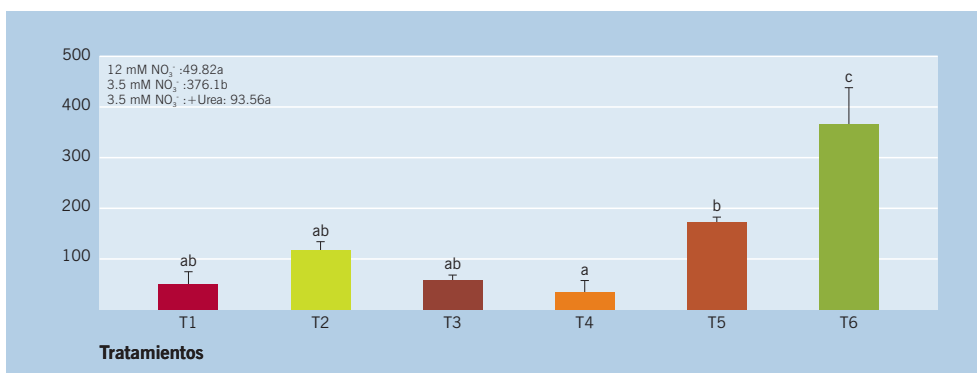


Figura 4 Influencia de la frecuencia de aplicación de urea foliar sobre la actividad ascorbato peroxidada en los frutos de pimiento.

Con respecto a los experimentos donde se varió la temperatura de aplicación de la urea foliar (Tabla 1 y 2). A baja temperatura (10°C) se observó que la tasa de asimilación foliar de CO₂ y respiración radicular no originó una respuesta frente a la aplicación de urea, sin embargo, para las aplicaciones a 20 y 30°C, la respuesta fue más significativa, con respecto a aquellas plantas sin aplicación de urea.

Tabla 1 Efecto de la temperatura y la urea foliar en la fotosíntesis bajo condiciones limitantes de N en la disolución nutritiva.

Temperatura (°C)	N disolución (mM)	Urea foliar (gL ⁻¹)	Fotosíntesis (μmolCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)
10	12	0	2,22 a
10	0	0	1,93 a
10	0	15	2,05 a
20	12	0	6,00 c
20	0	0	2,22 a
20	0	15	4,35 b
30	12	0	9,85 e
30	0	0	5,70 bc
30	0	15	8,17 d

Los valores seguidos de letras distintas son significativamente diferentes para P<0.05 según el test de rango múltiple de Duncan.

Tabla 1 Efecto de la temperatura y la urea foliar en la respiración radicular bajo condiciones limitantes de N en la disolución nutritiva.

Temperatura (°C)	N disolución (mM)	Urea foliar (gL ⁻¹)	Respiración suelo (μmolCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)
10	12	0	3,04 a
10	0	0	2,90 a
10	0	15	3,09 a
20	12	0	7,31 c,d
20	0	0	6,00 b,c
20	0	15	5,13 b
30	12	0	8,58 d
30	0	0	5,51 b
30	0	15	5,12 b

Los valores seguidos de letras distintas son significativamente diferentes para P<0.05 según el test de rango múltiple de Duncan.

La mayoría de los sistemas actuales de monitorización y control del riego están basados en la recogida de datos ambientales (temperatura, radiación, humedad de suelo). Sin embargo, estas tecnologías han sido superadas en comparación con los relativamente nuevos sistemas de control basados en instrumentos de monitorización de parámetros en la propia planta. Tales instrumentos de medición (fitomonitorización) basados en características tales como micro variaciones en el tamaño del tallo y del fruto o variaciones en el flujo de savia, nos proporcionan información más fiable sobre el estado real de la planta. Esta tecnología nos permite determinar de manera más rápida las posibles situaciones de estrés en la planta y por tanto la aplicación de medidas de para minimizarlo. Sin embargo, como toda nueva tecnología, y a pesar de sus numerosas ventajas, requiere de un proceso de adaptación y calibrado a la especie vegetal, en la identificación y cuantificación de las respuestas fisiológicas implicadas en los parámetros medidos en la planta. Una vez calibrado de acuerdo a su nivel de respuesta y nivel de tolerancia al estrés, esta herramienta se podría emplear eficientemente para el control del crecimiento de la planta, evitando más rápidamente cualquier situación real de estrés. ■

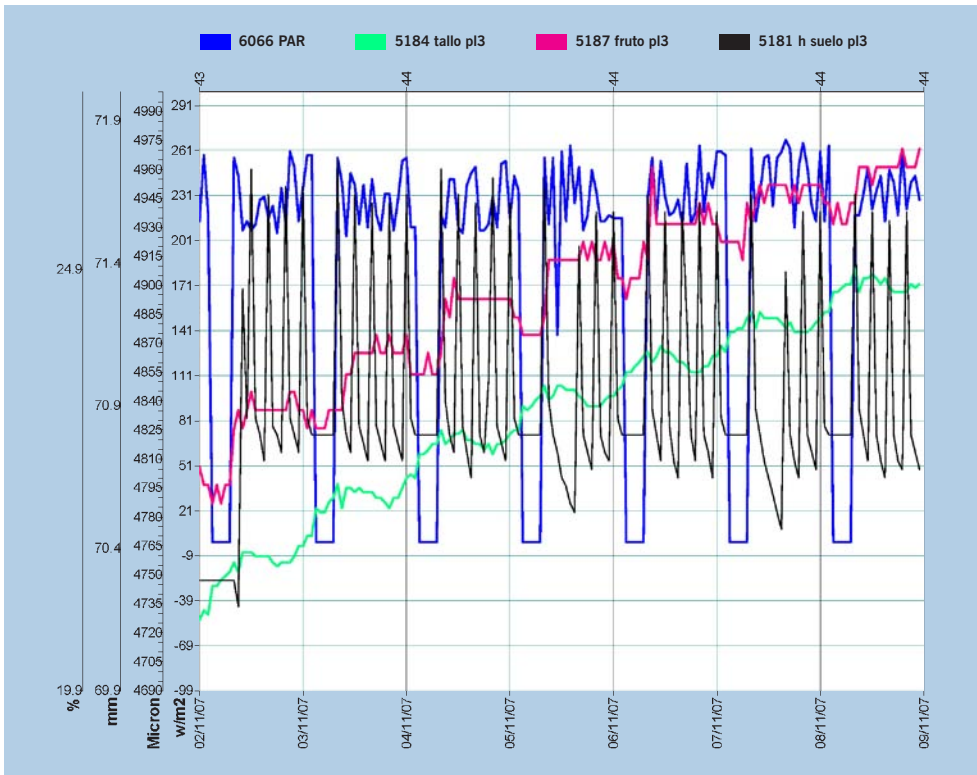


Figura 5 Aplicación de nuevas tecnologías para un riego de precisión mediante fitomonitorización.

■ Estudio del cultivo de pimiento en producción integrada y ecológica: calidad, seguridad, garantía y minimización del impacto medioambiental

Subproyecto 1: Calidad y garantía del pimiento cultivado bajo sistemas de producción sostenibles

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2005-00224-C02-00
Investigador responsable	M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil
Equipo	M ^a Pilar Hellín García José Fenoll Serrano Marcos Ruiz Rubio Ester Herrera Martínez M ^a del Mar Davó Beltrán Alicia López Martínez

OBJETIVOS

Este proyecto consta de dos subproyectos coordinados entre el grupo de Calidad y Garantía Alimentaria (subproyecto 1) y el grupo de Riegos (subproyecto 2) del IMIDA. El objetivo general es estudiar la calidad y la garantía del pimiento de carne gruesa para consumo en fresco, cultivado bajo diferentes sistemas de producción. Además se pretende minimizar el riesgo de contaminación de suelos y acuíferos en estos cultivos, mediante la optimización de la nutrición nitrogenada. En este estudio se evalúan los parámetros de calidad organoléptica y nutricional del pimiento y se determinan en que medida se ven afectados por las técnicas agrícolas utilizadas, ahondando en los posibles beneficios que los diferentes sistemas de producción puede presentar sobre diferentes aspectos de la calidad del fruto. También se estudian aspectos relacionados con la seguridad alimentaria, incluyendo el análisis de residuos de fitosanitarios en el fruto y la puesta a punto de una metodología, basada en el análisis de $\delta^{15}\text{N}$, para determinar el origen de la fuente de nitrógeno. Por último, este estudio tiene como objetivo minimizar el riesgo de contaminación de suelos y acuíferos, a través de la optimización de la nutrición nitrogenada en el cultivo de pimiento, mediante la aplicación de técnicas agrícolas alternativas (biofumigación y uso de bacterias fijadoras de N_2) aplicables tanto a Agricultura Ecológica como al resto de sistemas de producción. Con ello se pretende reducir el aporte de sales fertilizantes nitrogenadas, utilizadas en agricultura convencional y en producción integrada, asegurando la producción y calidad de los frutos y reduciendo las pérdidas de nitratos por lixiviación. Los objetivos específicos del proyecto y las actividades planteadas para la consecución de dichos objetivos, son los siguientes:

1. Estudiar el efecto de los diferentes sistemas de producción, sobre la calidad organoléptica del pimiento fresco, considerando los aspectos físicos y químicos del

- fruto que son fácilmente percibidos por el consumidor: sabor, color, forma, calibre, espesor de pulpa, contenido en sólidos solubles, etc.
2. Determinar la influencia del sistema de producción adoptado sobre la composición mineral y nutritiva del pimiento.
 3. Correlacionar la calidad organoléptica y nutricional obtenida bajo los diferentes sistemas de producción, con la producción de los mismos y con el estado nutricional de la planta.
 4. Estudiar la acumulación de sustancias nocivas para la salud determinándose el efecto del sistema de cultivo sobre el contenido de estos compuestos en el tejido.
 5. Minimizar el impacto medioambiental derivado del uso de abonos orgánicos e inorgánicos. Optimización de la nutrición nitrogenada.
 6. Evaluar la posibilidad de utilizar el valor de $\delta^{15}\text{N}$, como indicador del tipo de fertilización utilizada en pimiento.

RESULTADOS OBTENIDOS

1. El estudio del efecto del sistema de cultivo sobre la calidad organoléptica y nutricional del pimiento cultivado bajo diferentes sistemas de producción, se realizó sobre dos variedades comerciales (Almudén y Quito) que se cultivaron en un invernadero experimental del IMIDA durante tres años consecutivos (2006-2008). Los frutos se recolectaron en diferentes cosechas dentro de cada campaña. Entre los parámetros físico-químicos de calidad estudiados, destaca las diferencias encontradas entre la firmeza de los frutos cultivados bajo sistema de cultivo en suelo y sin suelo (Figura 1)

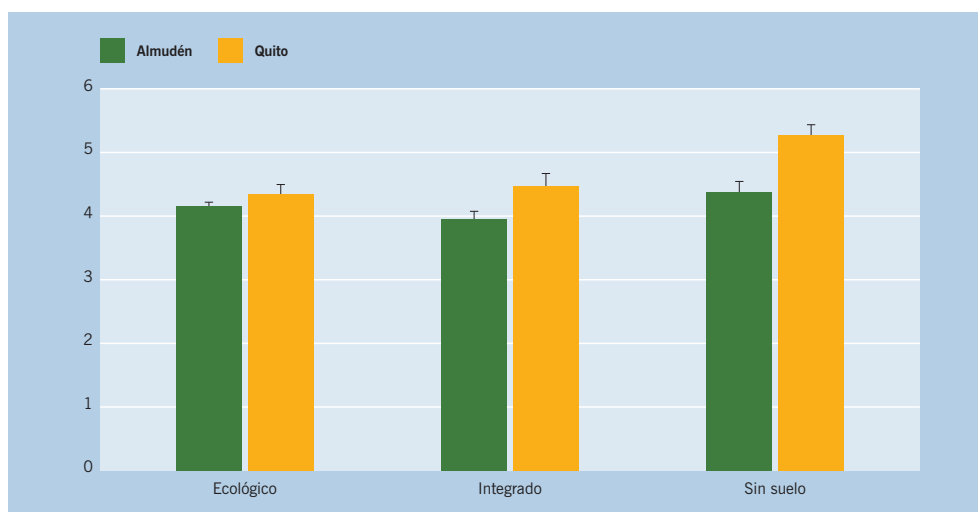


Figura 1 Firmeza (kg·cm⁻²) de frutos de pimiento Almudén y Quito, cultivados bajo sistemas de producción ecológico, integrado y sin suelo.

Dentro de los parámetros de calidad estudiados, el ácido ascórbico resulta de gran interés por sus propiedades antioxidantes y su papel en múltiples funciones biológicas. El efecto del sistema de cultivo fue diferente según la variedad estudiada (Figura 2). En Almudén, los valores mayores correspondieron al sistema sin suelo, mientras que en Quito, correspondieron a la producción ecológica.

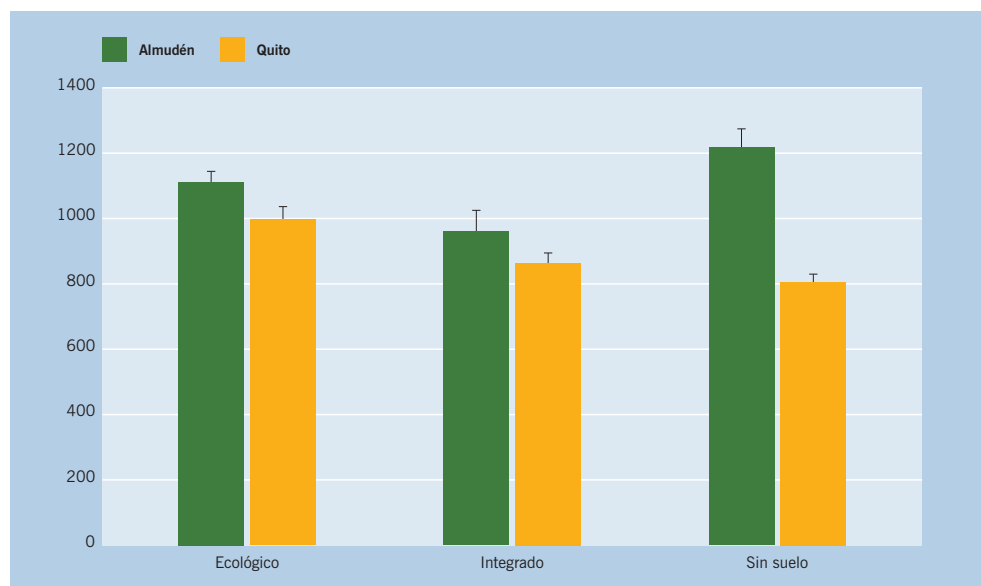


Figura 2 Concentración de ácido ascórbico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) en pimientos Almudén y Quito, cultivados bajo sistemas de producción ecológico, integrado y sin suelo.

Otros parámetros determinados en este estudio fueron, composición mineral, compuestos fenólicos, carotenoides, azúcares y actividad antioxidante de la fracción hidrofílica y lipofílica del fruto.

2. Una de las aplicaciones del análisis de la abundancia natural de isótopos estables de N ($\delta^{15}\text{N}$), es la estimación de la contribución relativa de diferentes fuentes de N a un sumidero común. En plantas, las diferencias en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre fertilizantes de origen orgánico y de síntesis o procedentes de la fijación de N_2 atmosférico, pueden ser utilizadas para estimar la contribución de dichas fuentes al contenido de N de la planta. Con el fin de evaluar el efecto de la dosis y la fuente de N sobre la composición isotópica, se cultivaron plantas de pimiento con diferentes dosis de NO_3^- (0, 1, 3 y 7 mM) y diferentes fuentes de N (0/100, 50/50 y 100/0 $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$)



Plantas control regadas con 0, 1, 3 y 7 nM de NO_3^-

En plantas cultivadas con NO_3^- como única fuente de N, el fraccionamiento isotópico a nivel de planta entera fue despreciable y el aumento de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en planta, como consecuencia del incremento de la dosis de N, correspondió con la cantidad de fertilizante aplicada y con su valor de $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 3). En plantas cultivadas con NO_3^- y NH_4^+ (en proporción 50:50) o exclusivamente con NH_4^+ , los valores teóricos de $\delta^{15}\text{N}$ en

planta, calculados a partir de los valores de las plantas control (sin fertilizar) y de los fertilizantes aplicados, difirieron de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ reales, probablemente debido a una mayor contribución del fertilizante nítrico o del suelo respecto al fertilizante amónico. Para todos los tratamientos se observó un fraccionamiento entre la parte aérea y la raíz, atribuido a la discriminación entre isótopos durante la asimilación de N en la raíz.

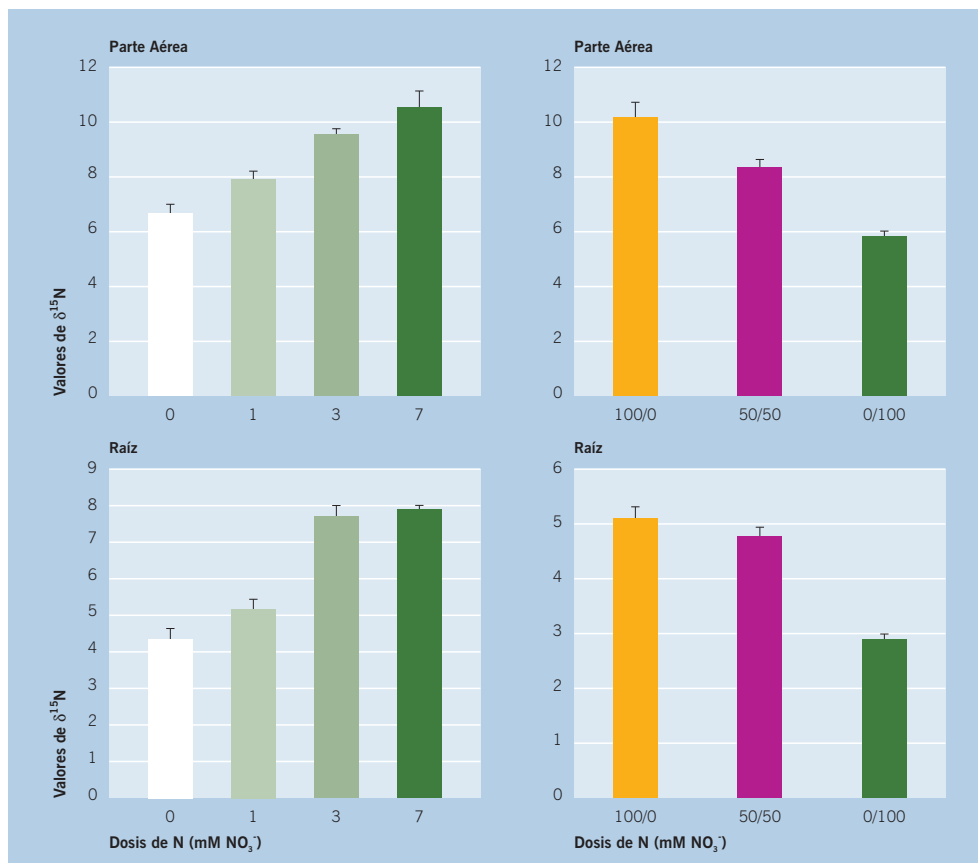


Figura 3 Valores de $\delta^{15}\text{N}$ en parte aérea y raíz de plántulas de pimienta cultivadas con diferentes dosis de N y relaciones $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$.

3. Entre las prácticas agronómicas que pueden modificar la composición isotópica del suelo, y por tanto de la planta, se encuentran: aplicaciones de materia orgánica para la desinfección del suelo (biofumigación), aplicaciones de abonados de fondo y la fertirrigación con fertilizantes de origen orgánico y/o mineral. Con el fin de estudiar, sobre un cultivo de pimienta, el efecto de dichas prácticas sobre la composición isotópica del suelo y la planta, se cultivaron plantas de pimienta (*Capsicum annuum* L. cv. Quito) bajo invernadero en macetas. Los tratamientos consistieron en suelos control (sin biofumigar) y biofumigados, en combinación con tres tipos de abonado de fondo y ocho fertilizantes nitrogenados (cinco de origen orgánico y tres de origen mineral) aplicados por fertirrigación. La biofumigación con materia orgánica de origen animal aumentó los valores de $\delta^{15}\text{N}$ del suelo y de la planta. Además, en suelos biofumigados se observó un aumento de estos valores a lo largo del tiempo, atribuibles a un enriquecimiento del isótopo más pesado a través de la volatilización de NH_3 o del eflujo de N de la planta al suelo. Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de los abonados de fondo oscilaron entre 9 y 14 ‰. Su aplicación al suelo al inicio

del cultivo aumentó los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre un 2 y un 3 ‰. Al igual que en suelos biofumigados, en suelos con abonado de fondo se observó un incremento de estos valores a lo largo del tiempo. No se observó una correlación entre los valores de suelo y planta, probablemente debido a diferencias en el contenido y señal isotópica del N asimilable de los diferentes abonos.

4. Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) son rizobacterias de vida libre o asociativas, capaces estimular el crecimiento vegetal a través de la fijación de N_2 atmosférico, la solubilización de nutrientes, la síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento, la producción de sideróforos y el control de fitopatógenos del suelo. En este trabajo, se ha estudiado el efecto a corto plazo del uso combinado de las bacterias *Azospirillum brasilense* + *Pantoea dispersa*, sobre el desarrollo de la planta de pimiento y evaluar la contribución del N_2 fijado por *Azospirillum* a la planta. Para la evaluación del efecto de las bacterias sobre el desarrollo de la planta, se determinaron la producción de biomasa (peso de parte aérea y raíz) y el contenido en clorofila en la hoja. Por otro lado, la contribución del N_2 fijado por *Azospirillum* al contenido de N de la planta se estimó mediante la medida de la abundancia natural de ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$). La concentración de clorofila en hoja aumentó, tanto en plantas control como en inoculadas, como consecuencia del aumento de la concentración de N en la disolución de riego (Figura 4). Por otro lado, el contenido en clorofila también aumentó como resultado de la aplicación de las bacterias. Este incremento fue mayor en plantas sin fertilizar (95%) que en las fertilizadas con 1, 3 y 7 mM de NO_3^- (aproximadamente un 45%).

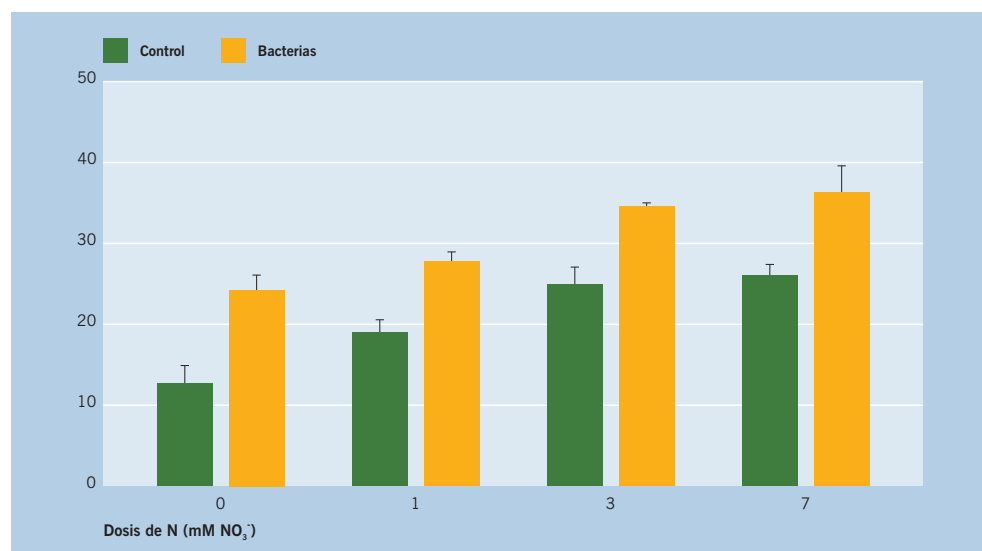


Figura 4. Contenido en clorofila en hoja de plantas de pimiento control y tratadas con *Azospirillum* y *Pantoea*, regadas con diferentes dosis de N (0, 1, 3 y 7 mM NO_3^-).

Los resultados mostraron un efecto beneficioso de la aplicación de *Azospirillum* y *Pantoea* sobre el desarrollo vegetativo de la planta pimiento, especialmente en un medio con niveles bajos de N, de forma que el peso fresco y el contenido en clorofila de plantas inoculadas y regadas solo con agua, alcanzaron valores similares a los obtenidos en planta control (sin inocular) regadas con 3 mM de NO_3^- . Con el fin de determinar la viabilidad de las



bacterias fijadoras de N (*Azospirillum*) como herramienta para complementar y eventualmente sustituir parcialmente el uso de fertilizantes nitrogenados utilizamos los valores de abundancia natural de ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$) en planta. En nuestro ensayo, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en planta disminuyeron, como consecuencia de la aplicación de las bacterias, para todos los niveles de NO_3^- en la disolución de riego. A partir de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y del contenido de N en plantas control y tratadas con *Azospirillum* y *Pantoea* se calculó en plantas tratadas, mediante un balance de masas, el porcentaje y la cantidad de N en la planta que procedía de la fijación (Tabla 1). ■

Tabla 1 Porcentaje y contenido de N en planta, que procede la fijación atmosférica, en plantas tratadas con *Azospirillum* y *Pantoea*.

Dosis de N (mM NO_2^-)	% N (procedente de la fijación)	mg de N (procedente de la fijación)
0	48,8 ± 3,0	33,6 ± 2,2
1	39,5 ± 4,2	32,7 ± 4,4
3	31,9 ± 2,0	31,6 ± 2,3
7	16,5 ± 0,6	23,6 ± 1,6

■ Evaluación de nuevos marcadores fisiológicos en condiciones de elevado CO₂ ambiental

Entidad financiadora y Referencia	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria RTA2008-00089
Investigador responsable	Francisco M. del Amor
Equipo	P. Cuadra-Crespo Plácido Varó José María Cámara María del Carmen Gómez Andrés López Antonio Montserrat Pilar Legua

OBJETIVOS

El cambio climático, mayoritariamente atribuido a la antropogénica emisión de gases de invernadero, se prevé que afecte a la productividad agraria en extensas regiones del planeta. En las regiones mediterráneas en particular, el incremento de la temperatura y los cambios en la distribución, cantidad e intensidad de las lluvias probablemente agravarán los elevados riesgos de desertificación en estas áreas. Por ello, son necesarios intensos esfuerzos para el mantenimiento de la productividad agraria mediante especies, variedades y cultivares más tolerantes para hacer frente a estos relativamente rápidos cambios medioambientales. De esta forma, es esencial evaluar el potencial de adaptación de las especies naturales o agrarias para afrontar estos nuevos cambios. Estudiar los existentes cultivares y desarrollar nuevos con una mejor tolerancia a escenarios climáticos de una mayor escasez de agua y una menor calidad de la misma es uno de los objetivos de este proyecto. El incremento en la concentración de CO₂ atmosférico tiene efectos directos y relativamente inmediatos sobre la tasa de asimilación neta y la conductancia estomática. La combinación de estos dos efectos inciden directamente en la eficiencia en el uso del agua. Bajo condiciones de campo, la variación de los factores ambientales hace muy difícil el determinar la variación genética especialmente en la determinación de medidas de intercambio gaseoso. La discriminación isotópica del carbono $\Delta^{13}\text{C}$ cuando es medido en peso seco de material vegetal, es una medida que integra la eficiencia de la transpiración (relación entre fotosíntesis neta y agua transpirada) sobre el periodo durante el cual la materia seca ha sido asimilada. Este parámetro objeto de estudio, también se ha propuesto para obtener incrementos de producción en la selección de variedades de numerosos cultivos. Para criterios de selección y mejora es crucial identificar cómo las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo afectan a la relación entre $\Delta^{13}\text{C}$ y producción entre los diferentes genotipos y situaciones de estrés bajo condiciones estándar y elevadas de CO₂ atmosférico.

RESULTADOS OBTENIDOS

Este proyecto, recientemente aprobado en 2008 y en fase de procesado de los primeros experimentos, pretende avanzar en la mejora genética de especies hortofrutícolas de interés regional, tanto desde el punto de vista de la calidad de fruto, como de mayor tolerancia a estrés abiótico en condiciones elevadas de CO₂ atmosférico. Este proyecto pretende aportar una nueva herramienta para la diversificación de especies hortícolas, así como para un mejor aprovechamiento, gestión y mejora de los recursos hídricos, fomentando el desarrollo sostenible y gestión integrada de recursos naturales frente a los efectos del cambio climático. ■

■ Soluciones de manejo y control para minimizar la contaminación por nitratos

Entidad financiadora y Referencia	Fundación Séneca 00554/PI/04
Investigador responsable	Francisco M. del Amor
Equipo	María Dolores Gómez Antonio José García Andrés López Antonio Montserrat Antonio Hernández Estrella Núñez Fuensanta Hernández Luis Fernando Condés

OBJETIVOS

Este proyecto multidisciplinar tiene como objetivo principal el análisis de la contaminación por nitratos en los diferentes sistemas de cultivo (con y sin suelo) y en diferentes prácticas de manejo del riego, encaminadas a una mejora en la eficiencia de producción. En suelo, evaluamos el cultivo de pimiento con diferentes enmiendas orgánicas y bajo técnicas de producción convencional y ecológica, mientras que en cultivo sin suelo estudiamos diferentes sustratos.

Se estudian parámetros ambientales, crecimiento vegetativo y producción y calidad de los frutos bajo las mismas condiciones ambientales. Se establecerán criterios razonados de manejo del riego y la fertilización específica para cada sustrato, así como la dosis adecuada de abonado orgánico para el cultivo. Estudiaremos los distintos factores climáticos, texturales y fisiológicos que afectan a la dinámica de absorción, movilización y lixiviación de los nitratos a lo largo del ciclo del cultivo. La creación de una base de conocimientos de los mismos nos permitirá finalmente elaborar programas específicos de fertirrigación así como modelos de crecimiento y producción, adecuadas a las nuevas exigencias medioambientales, de obligado cumplimiento en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos.

En suelo, el proyecto también estudia nuevas metodologías de control automatizado de lixiviados mediante lisímetros capilares pasivos (Figura 1). Si bien los lisímetros de drenaje más antiguos son una valiosa fuente de información, los lisímetros convencionales de nueva construcción raramente representan las condiciones del suelo original al ser alterada toda su estructura, y creándose frecuentemente líneas preferentes de drenaje que alteran las mediciones. Este proyecto analiza un nuevo procedimiento, de tipo directo, para el cálculo de los balances hídricos en el suelo, basado en la monitorización en tiempo real del contenido de agua en la zona radicular y en la zona situada por debajo de la misma sin alterar la estructura del suelo.

Por otra parte, en cultivo sin suelo, se estudian diferentes tipos de sustratos (fibra de coco, espuma de aminoplast (bioespuma), y cascarilla de arroz al que se ha añadido poliacríamida (hidrogel) para mejorar la capacidad de retención de agua de este sustrato.

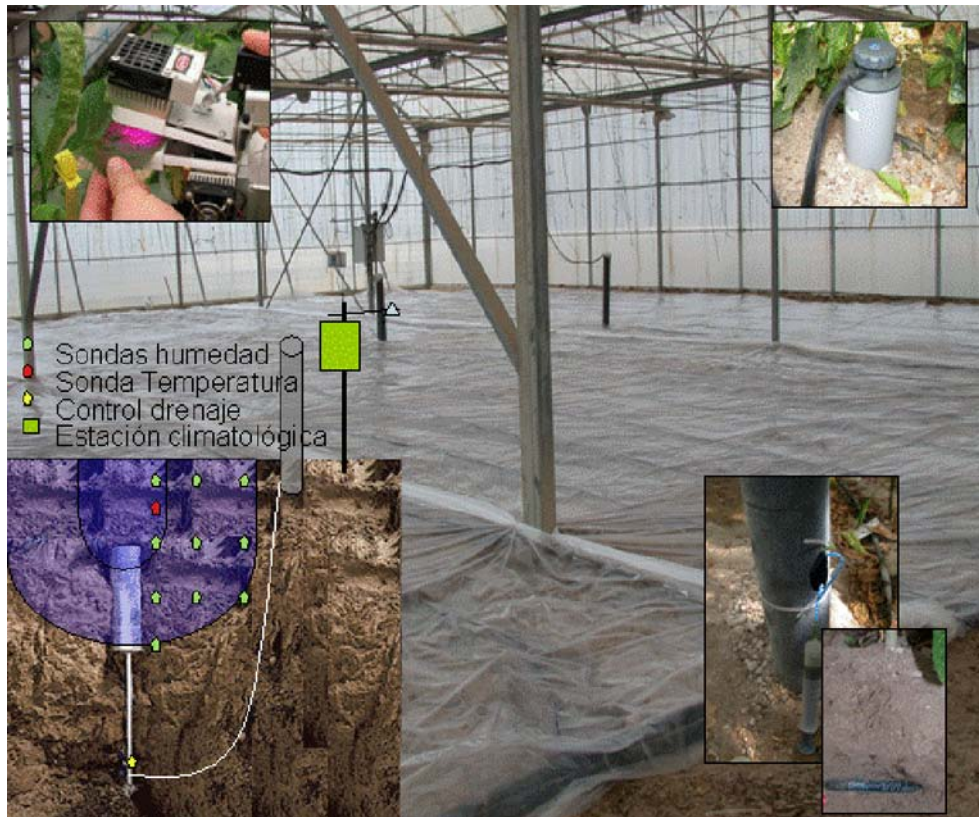


Figura 1 Análisis y control de lixiviados junto con la monitorización de la fotosíntesis en hoja y respiración radicular.

RESULTADOS OBTENIDOS

En este proyecto se ha evaluado el rendimiento productivo, calidad de fruto y potencial de contaminación por nitratos de diferentes técnicas de cultivo del pimiento con y sin suelo. De entre los sustratos analizados para el cultivo sin suelo del pimiento (fibra de coco, bioespuma, perlita y cascarilla de arroz con y sin hidrogel), la fibra de coco presentó unos mayores rendimientos productivos y económicos, mientras que la cascarilla de arroz (con o sin hidrogel) fue el de menor rendimiento, generando a su vez las mayores tasas de contaminación por nitratos. En cultivo sin suelo, la caracterización y modelización del crecimiento vegetativo y generativo del cultivo, ha posibilitado la obtención de una herramienta de predicción que puede ser utilizada en la determinación de la absorción del agua y los nutrientes. Estos modelos ya están siendo aplicados satisfactoriamente tanto para optimizar la gestión del riego como para lograr una mayor eficiencia energética, en el caso de la utilización de calefacción en los cultivos de invernadero. Además, la predicción de la producción (en tiempo y cantidad) nos proporciona una valiosa herramienta desde el punto de vista económico, mientras que la optimización del uso del agua y los fertilizantes además nos provee de un sistema para minimizar la contaminación generada por los lixiviados (gestión medioambiental).



Figura 2 Cultivo del pimiento en diferentes sustratos.

Uno de estos estudios sobre la eficiencia en acumulación en materia seca en los distintos sustratos, realizado durante 2005,2006 y 2007 (correspondientes a diferentes estrategias de riego) se presenta en la Figura 3. En ellas definimos los límites superior e inferior en eficiencia de acumulación de materia seca, donde apreciamos que el límite inferior queda definido por los valores correspondientes a las estrategias de riego definidas en 2005 y 2006. Los valores fuera de rango se han asociado claramente a estrategias de una muy baja eficiencia donde la absorción de agua ha sido mucho mayor que la producción de materia seca de la planta. De manera análoga se ha estudiado la evolución de la absorción de agua frente a la radiación interceptada, para cada sustrato y periodo de cultivo.

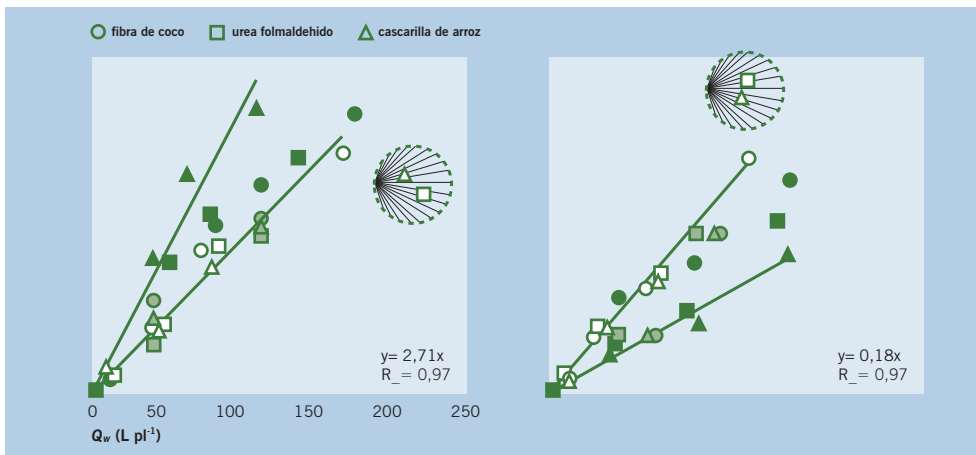


Figura 7 Relación entre la acumulación de materia seca W en función de la absorción de agua (Q_w), y relación entre Q_w y la radiación interceptada (ΣG_{int}). Durante los ciclos de cultivo de 2005, 2006 y 2007.

En el estudio en suelo, la aplicación adicional de fertilizante químico (agricultura convencional) no aumentó significativamente la producción de pimiento en comparación con la estrategia de producción ecológica, para las diferentes enmiendas empleadas (caballo, gallinaza, oveja). Los frutos procedentes de agricultura ecológica presentaron frutos de mayor calidad, así como una mayor resistencia frente a la infección por enfermedades (incremento de la respuesta en la producción de capsidiol). El contenido en carotenoides totales fue afectado significativamente tanto por el estado de desarrollo del fruto como del sistema de cultivo utilizado, siendo los frutos rojos y bajo un sistema de producción ecológico los que obtuvieron mayores niveles de capacidad antioxidante y carotenoides totales. El estudio global de contaminación por nitratos en suelo, durante el periodo 2005-2008 se encuentra todavía en proceso de análisis de los últimos muestreos. ■

Validación de una metodología basada en el análisis de ^{15}N para la autenticación de lechuga ecológica

Entidad financiadora y Referencia	Fundación Séneca 05751/PI/07
Investigador responsable	M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil
Equipo	José Fenoll Serrano M ^a Pilar Hellín García M ^a del Mar Davó Beltrán Ester Herrera Martínez Alicia López Martínez

OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es investigar un método analítico aplicado al cultivo de lechuga, que permita determinar el origen de la fuente de N, mediante el uso de los valores de abundancia natural de $\delta^{15}\text{N}$. Para ello, se contemplan las diferentes variables que pueden afectar a la interpretación de los resultados (edad de la planta, tipo de abono utilizados, interacción materia orgánica-fertilizantes inorgánicos, etc.).

RESULTADOS OBTENIDOS

Durante el primer año de desarrollo del proyecto, se han realizado diversos experimentos en cámara de cultivo, con el objetivo de determinar, bajo condiciones controladas, el efecto de los factores medioambientales (luz, temperatura), nutricionales (dosis de N y relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$) y fisiológicos (edad de la planta), sobre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en lechuga. Los resultados obtenidos muestran por un lado, la influencia de la dosis de N sobre la composición isotópica de la planta y sobre la discriminación isotópica de la misma (Figura 1).

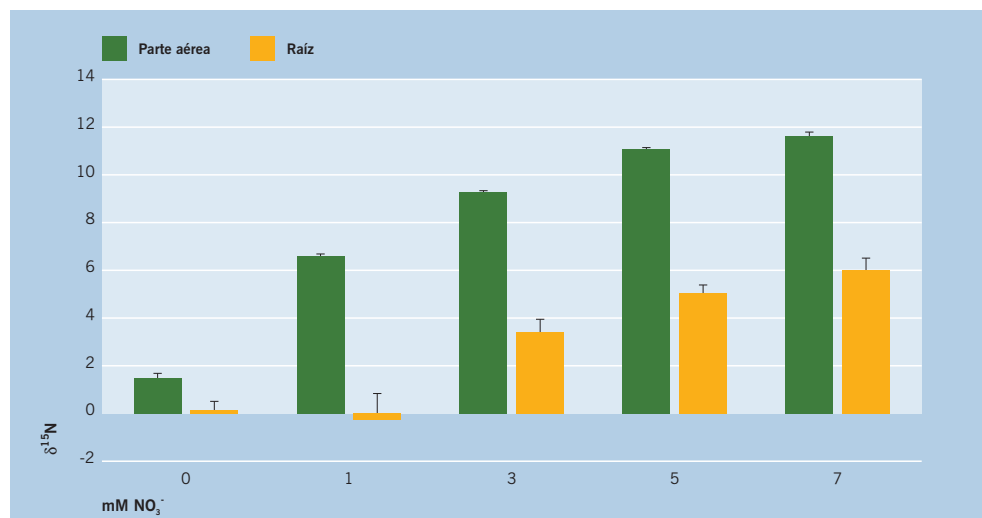


Figura 1 Valores de $\delta^{15}\text{N}$ en parte aérea y raíz de lechugas cultivadas bajo diferentes dosis de N.

Por otro lado, se observa una influencia de la forma en la que el N es aplicado a la planta (NO_3^- vs NH_4^+) (Figura 2) y el efecto de la edad de la planta sobre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en la misma (Figura 3).

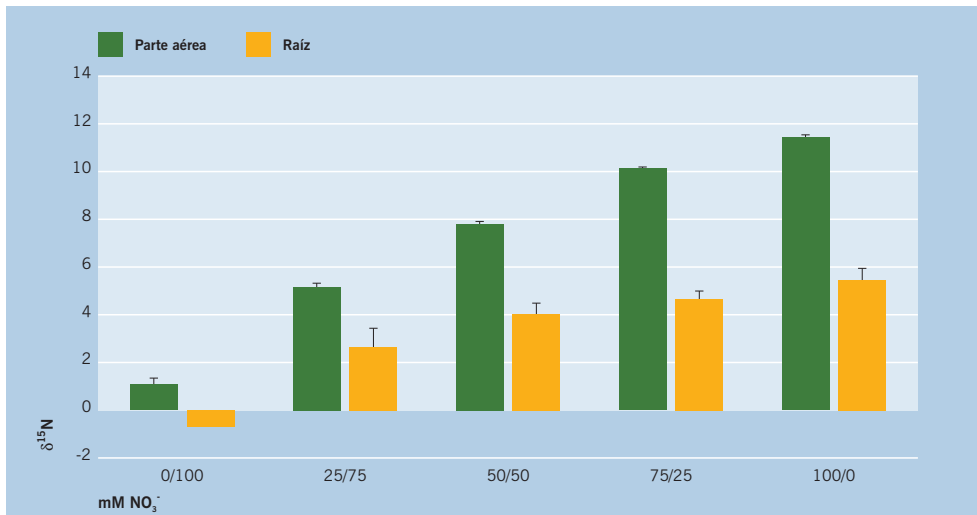


Figura 2 Valores de $\delta^{15}\text{N}$ en parte aérea y raíz de lechugas cultivadas bajo diferentes relaciones $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$.

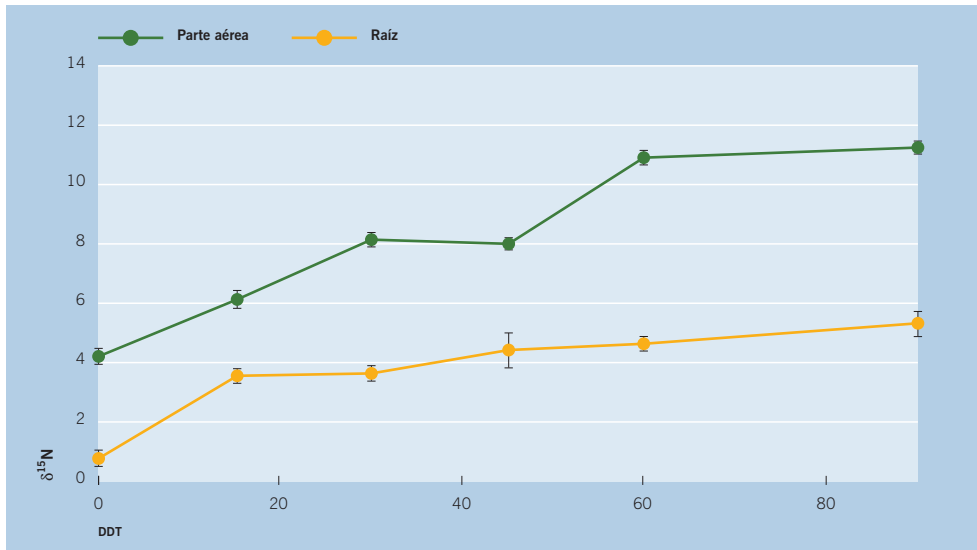


Figura 3 Evolución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en parte aérea y raíz a los 0, 15, 30, 45, 60 y 90 días después del transplante (DDT).

Todos estos resultados, junto con los previstos para las próximas anualidades, nos permitirán evaluar en que medida afectan los diferentes factores fisiológicos, medioambientales y de manejo a la composición isotópica de la planta, con el fin de establecer una herramienta fiable para determinar el origen de la fuente de N. ■

■ Calidad y seguridad del pimiento murciano. Influencia de prácticas agronómicas y de conservación posrecolección

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua PR05-CC-03
Investigador responsable	Francisco A. Tomás-Barberán
Equipo	M ^a Pilar Hellín García (Investigador Responsable del subproyecto del IMIDA) M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil José Fenoll Serrano

OBJETIVOS

Este estudio es un convenio de colaboración entre el departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC) y el Equipo de Calidad y Garantía Alimentaria del IMIDA. El objetivo general del estudio es evaluar el efecto de las diferentes prácticas agronómicas y tratamientos tecnológicos posrecolección sobre la calidad organoléptica y nutricional y la seguridad microbiológica y toxicológica del pimiento.

RESULTADOS OBTENIDOS

Este estudio se ha realizado sobre frutos de pimiento cultivados en 24 invernaderos de la Región de Murcia seleccionados por el grupo de Calidad Alimentaria, según criterios que abarcan desde la situación geográfica, con el fin de minimizar el efecto de las condiciones ambientales sobre los parámetros estudiados, hasta criterios de control, incluyendo el seguimiento de residuos de plaguicidas y la utilización de los valores de abundancia natural de isótopos estables.

Los resultados obtenidos, incluyen datos sobre el efecto de diferentes prácticas agrícolas sobre la seguridad y calidad de los frutos. Se ha realizado un análisis estadístico con el fin de evaluar las diferencias encontradas entre los diferentes sistemas de producción de pimiento que se realizan en la Región de Murcia. En las Tablas 1 y 2, se muestran los valores de significancia para los diferentes factores estudiados y la interacción entre ellos. ■

Tabla 1 Valores de significancia (*P*) según el test ANOVA para peso del fruto, diámetro ecuatorial (DE), diámetro longitudinal (DL), índice de forma (IF), parámetros de color (L*, a* and b*), firmeza, espesor (E) y contenido en agua en pimientos en estado de maduración verde y rojo, cultivado bajo diferentes sistemas de cultivo (SC), y muestreados durante dos años consecutivos (A) en diferentes momentos (M) a lo largo del cultivo.

PIMIENTOS VERDES							
Parámetro	SC	C	A	SC x C	SC x A	C x A	SC x C x A
peso	0.110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
DE	0.139	0.000	0.144	0.000	0.000	0.000	0.000
DL	0.132	0.049	0.226	0.802	0.478	0.519	0.057
IF	0.585	0.005	0.519	0.865	0.655	0.010	0.359
L*	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000	0.009	0.571
a*	0.000	0.000	0.408	0.000	0.000	0.000	0.015
b*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
firmeza	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
agua	0.183	0.006	0.000	0.002	0.089	0.000	0.618

Tabla 1

PIMIENTOS ROJOS							
Parámetro	CS	HT	Y	CS x HT	CS x Y	HT x Y	CS x HT x Y
peso	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
DE	0.006	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
DL	0.000	0.000	0.279	0.000	0.000	0.000	0.000
IF	0.001	0.000	0.144	0.000	0.044	0.129	0.064
L*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057
a*	0.000	0.000	0.000	0.189	0.000	0.000	0.003
b*	0.000	0.001	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
firmeza	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.603	0.000	0.000
agua	0.111	0.000	0.244	0.000	0.004	0.006	0.000

Tabla 2 Efecto del sistemas de cultivo (SC), muestreo (M) y año (A) sobre los valores de significancia (P) según el test ANOVA para glucosa, fructosa, sacarosa, compuestos fenólicos totales, ácido málico, ascórbico, cítrico, clorofilas, carotenoides totales y capacidad antioxidante en la fracción hidrofílica (AAH) y lipofílica (AAL) de pimiento verdes y rojos.

PIMIENTOS VERDES							
Parámetro	CS	HT	Y	CS x HT	CS x Y	HT x Y	CS x HT x Y
Glucosa	0.002	0.000	0.000	0.007	0.325	0.000	0.012
Fructosa	0.003	0.000	0.000	0.020	0.266	0.000	0.027
Sacarosa	0.745	0.000	0.000	0.020	0.021	0.014	0.025
Málico	0.001	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
Ascórbico	0.384	0.000	0.421	0.329	0.046	0.036	0.609
Cítrico	0.000	0.001	0.022	0.191	0.891	0.133	0.024
Fenólicos	0.390	0.000	0.108	0.047	0.000	0.000	0.119
Carotenos	0.879	0.000	0.000	0.015	0.166	0.001	0.040
Clorofila	0.822	0.000	0.000	0.023	0.037	0.000	0.002
AAH	0.018	0.000	0.418	0.010	0.239	0.000	0.056
AAL	0.052	0.661	0.000	0.030	0.000	0.000	0.194
PIMIENTOS ROJOS							
Parámetro	CS	HT	Y	CS x HT	CS x Y	HT x Y	CS x HT x Y
Glucosa	0.000	0.012	0.081	0.072	0.055	0.063	0.113
Fructosa	0.000	0.001	0.456	0.318	0.022	0.764	0.026
Sacarosa	0.001	0.673	0.077	0.365	0.175	0.201	0.072
Málico	-	-	-	-	-	-	-
Ascórbico	0.000	0.000	0.373	0.002	0.001	0.395	0.012
Cítrico	0.000	0.000	0.000	0.001	0.016	0.162	0.073
Fenólicos	0.000	0.000	0.000	0.018	0.001	0.000	0.049
Carotenos	0.469	0.000	0.049	0.001	0.584	0.067	0.129
Clorofila	0.629	0.000	0.000	0.042	0.641	0.000	0.042
AAH	0.000	0.837	0.000	0.001	0.000	0.000	0.005
AAL	0.583	0.000	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000

■ Estudio de fisiopatías del pimiento verde plaza

Entidad financiadora y Referencia	POI 07/021
Investigador responsable	Francisco M. del Amor

OBJETIVOS

Este proyecto de investigación tiene como objetivo principal la caracterización y aminoración de las principales fisiopatías del pimiento generadas por diferentes situaciones de estrés. En este estudio se abordarán cualitativa y cuantitativamente los diferentes tipos de estrés abiótico capaces de generar las diferentes fisiopatías en la planta de pimiento (estrés salino, hídrico, térmico y poscosecha). Se investigará la respuesta tanto a nivel fisiológico como agronómico y se definirán prácticas de manejo de cultivo (riego, fertilización, clima) para atenuar los daños en la planta, y especialmente en el fruto. Los estudios englobarán la respuesta durante la fase vegetativa como generativa, incluyendo estudios de poscosecha en condiciones ambientales controladas. Este proyecto pretende generar inicialmente una amplia base de conocimiento sobre los umbrales de tolerancia de crecimiento, desarrollo y calidad del pimiento, para poder crear posteriormente el punto de partida para la optimización del cultivo. La identificación de los niveles críticos de estrés ligado al desarrollo de unas prácticas de aminoración del daño, podrá generarnos una mayor eficiencia productiva, asociada a una utilización más racional de los recursos, minimizando la contaminación y aumentando la calidad del pimiento bajo condiciones de invernadero en la región de Murcia.

RESULTADOS OBTENIDOS

Durante el primer año se ha analizado los efectos de la aplicación de un antitranspirante como medida de aminoración de los daños producidos por el estrés hídrico, analizando su efecto bajo condiciones estándar y elevadas de CO₂. Los antitranspirantes permiten reducir la cantidad de agua transpirada, pudiendo reducir el agua aplicada al cultivo y reducir el daño originado por un estrés hídrico. Sin embargo, su aplicación puede afectar tanto a la difusión de CO₂ como a la de H₂O por ello, si la fotosíntesis es inhibida más que la transpiración resultará en un claro perjuicio para el crecimiento de la planta. El mayor peso molecular del CO₂ frente al H₂O puede dificultar la eficacia del antitranspirante, sin embargo bajo condiciones de elevado CO₂ ambiental, la utilización del antitranspirante podría ser particularmente útil incrementando la difusión de CO₂ frente al H₂O. El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de una alta concentración ambiental de CO₂ así como la aplicación de antitranspirante en la tolerancia al estrés hídrico del pimiento bajo condiciones ambientales controladas.

El incremento del CO₂ ambiental (2000 ppm) atenuó las disminuciones observadas en el potencial hídrico y osmótico frente a una concentración de 380 ppm, especialmente durante el estrés hídrico moderado. La aplicación de antitranspirante también originó diferencias significativas respecto de aquellas plantas estresadas sin aplicación del mismo.

El estrés hídrico moderado o severo afectó a la fotosíntesis y a la fluorescencia de las clorofilas, no afectando la aplicación de antitranspirante a ninguno de estos parámetros (Figura 1). La concentración de ácidos orgánicos en hoja sólo fue afectada mayoritariamente bajo estrés hídrico severo (8 días), donde el ácido oxálico disminuyó en general con el incremento de CO₂, pero aumentó con la aplicación de antitranspirante (Figura 2). ■

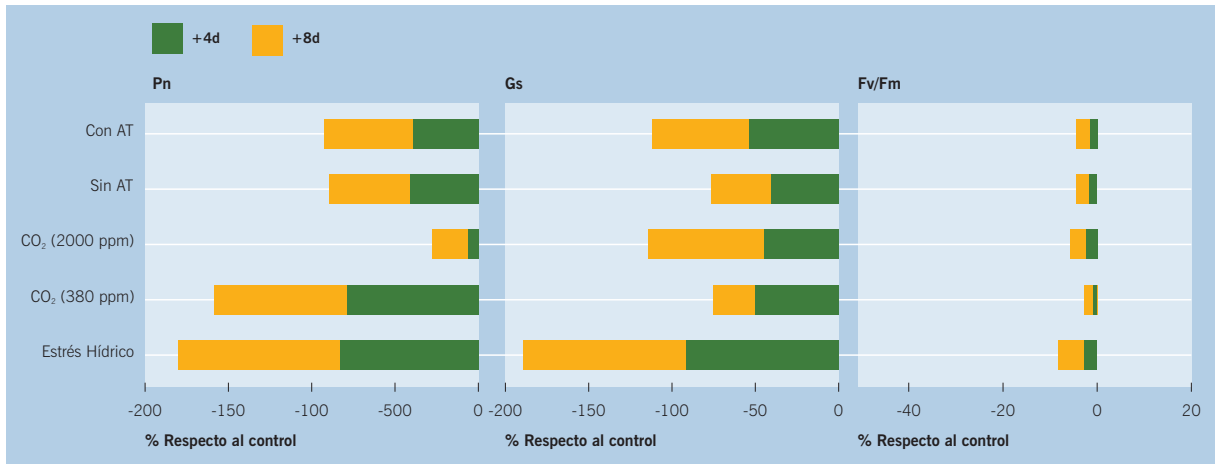


Figura 1 Influencia del estrés hídrico (+4/+8 días sin riego), concentración de CO₂ y aplicación de antitranspirante sobre la tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática y fluorescencia de las clorofilas en plantas de pimienta.

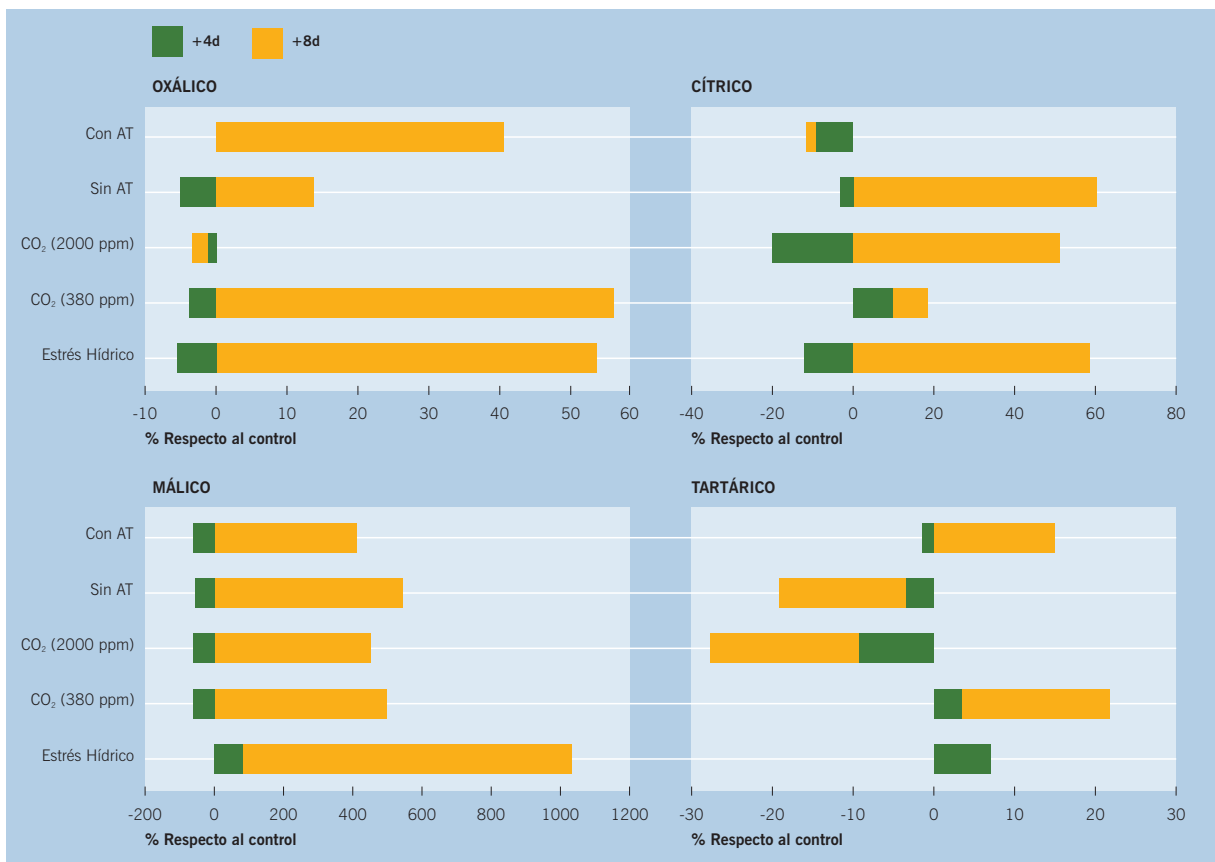


Figura 2 Influencia del estrés hídrico (4/8 días sin riego), concentración de CO₂ y aplicación de antitranspirante sobre la concentración de ácidos orgánicos en hojas de pimienta.

■ Calidad y seguridad en uva de mesa de la variedad Crimson Seedless

Entidad financiadora y Referencia	Comunidad Autónoma de Murcia. Convenio IMIDA-UCAM PRO7UCCAIMIDA
Investigador responsable	M ^a Pilar Hellín García
Equipo	Juan Carreño Espín M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil José Fenoll Serrano Sherhezade Fuentes Peralta Juana Cava Artero

OBJETIVOS

El objetivo general del presente proyecto es la evaluación de parámetros de calidad y seguridad en uva de mesa de la variedad Crimson Seedless con el fin de poner en el mercado alimentos sanos, inocuos y saludables de calidad contrastada. Para este fin, se plantearon tres objetivos concretos:

1. Caracterización físico-química de las bayas (Equipos Uva de Mesa y Calidad Alimentaria).
2. Influencia de las actividades enzimáticas en la síntesis y degradación de antocianos. Influencia de distintos factores ambientales sobre dichas actividades enzimáticas (Equipo UCAM).
3. Medida de la actividad antioxidante y contenido en antocianos y polifenoles en la baya (Equipos Uva de Mesa, Calidad Alimentaria y UCAM).
4. Validación de un método multirresiduo para la determinación simultánea de plaguicidas presentes en uva de mesa (Equipo UCAM y Calidad Alimentaria).
5. Desarrollo de métodos analíticos adecuados para el análisis de micotoxinas (patulina, citrinina y ocratoxina A) en uva de mesa (Equipo UCAM).

RESULTADOS OBTENIDOS

Crimson Seedless es una variedad de maduración tardía, sin semilla, hollejo de color rojo, pulpa gruesa, sabor neutro y de textura crujiente. Es muy productiva y vigorosa con un índice de fertilidad alto. Presenta un racimo grande, cónico y compacto. La baya tiene forma cilíndrica elipsoidal. La recolección se ha realizado durante dos años consecutivos, en una línea de plantas seleccionadas para este proyecto, con un total de treinta plantas, utilizando diez plantas por repetición. Las bayas se muestrearon al azar y como máximo se muestrearon tres bayas en cada racimo, dependiendo del tamaño y densidad de este. El muestreo se realizó tomando muestras una vez a la semana entre los meses de julio a octubre, ambos inclusive. En estas bayas se ha evaluado el tamaño de baya (mm), el color de la baya (L a b), la textura (N), el contenidos en sólidos solubles (°Brix) y la acidez valorable (g ácido tartárico/ L) para determinar la evolución de estos parámetros durante el muestreo. Así mismo se ha estudiado la evolución de

los antocianos individuales y totales, de los azucares individuales y de la capacidad antioxidante durante la maduración.

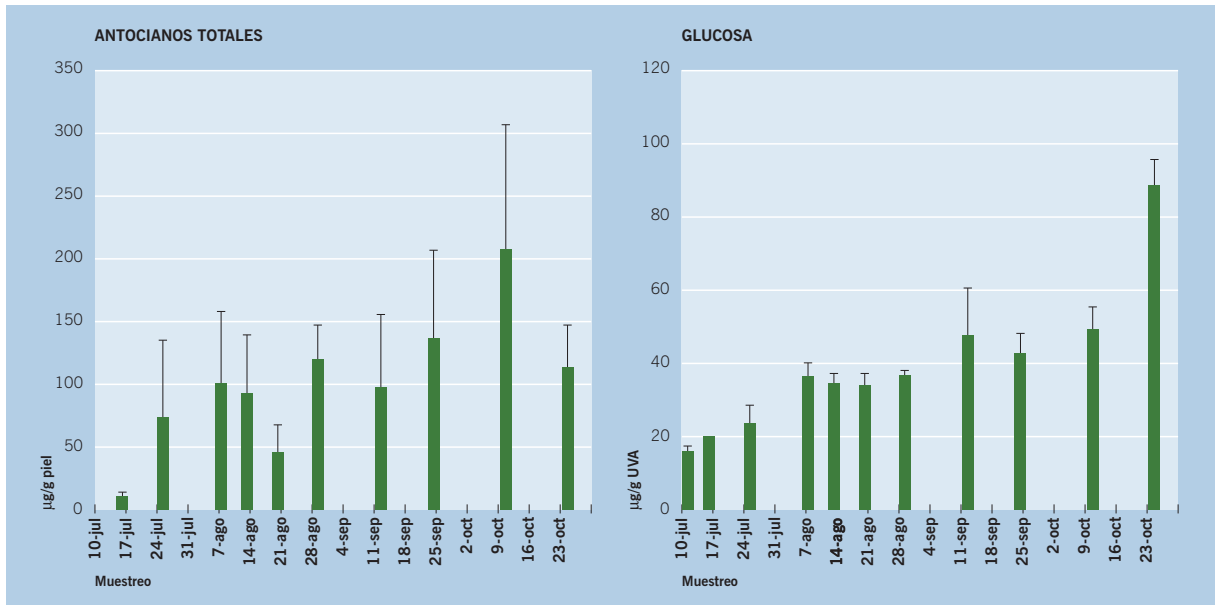


Figura 1 Evolución de la concentración de antocianos totales y glucosa durante la maduración de la uva Crimson Seedless.

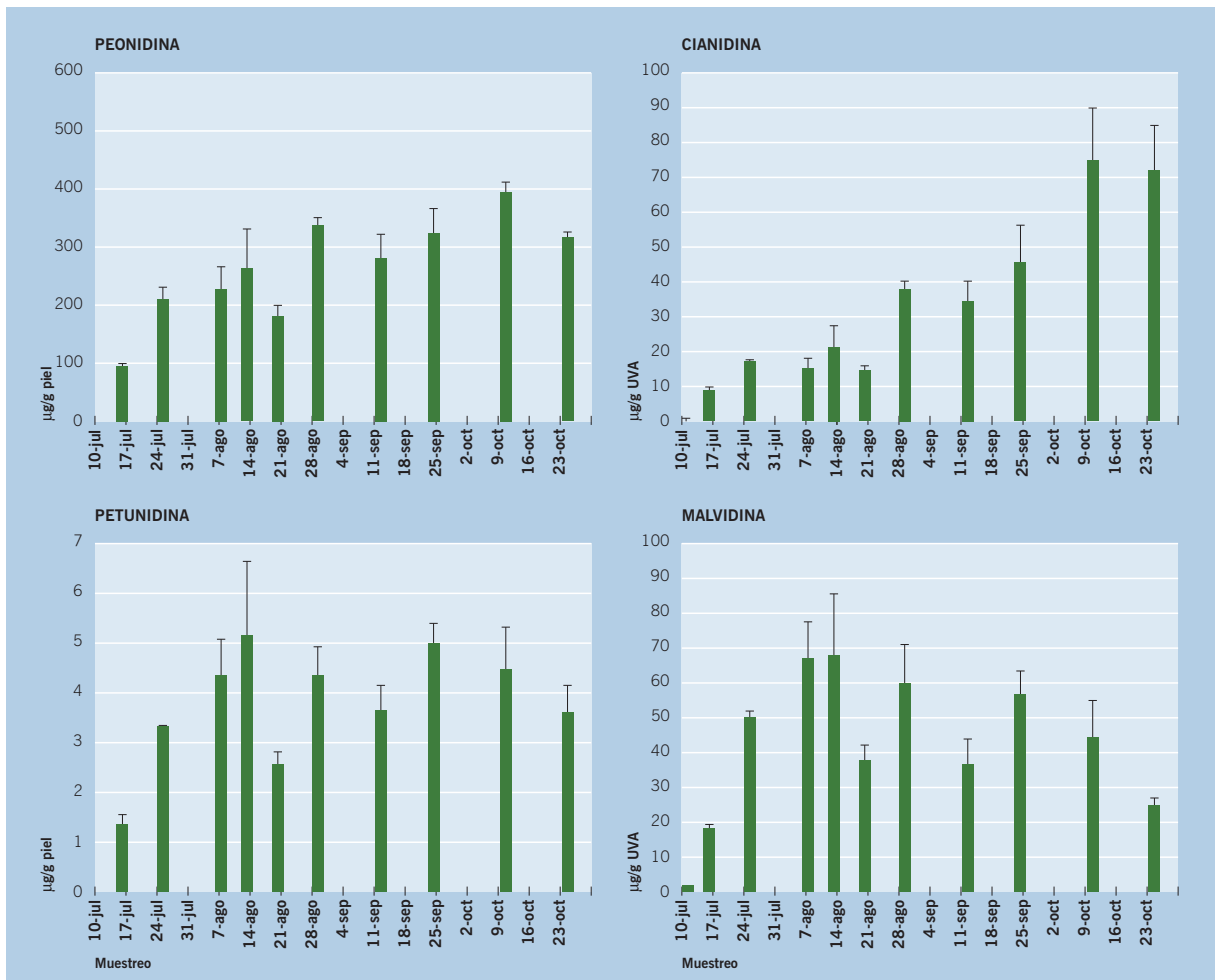


Figura 2 Evolución de la concentración de los antocianos individuales durante la maduración de la uva Crimson Seedless.

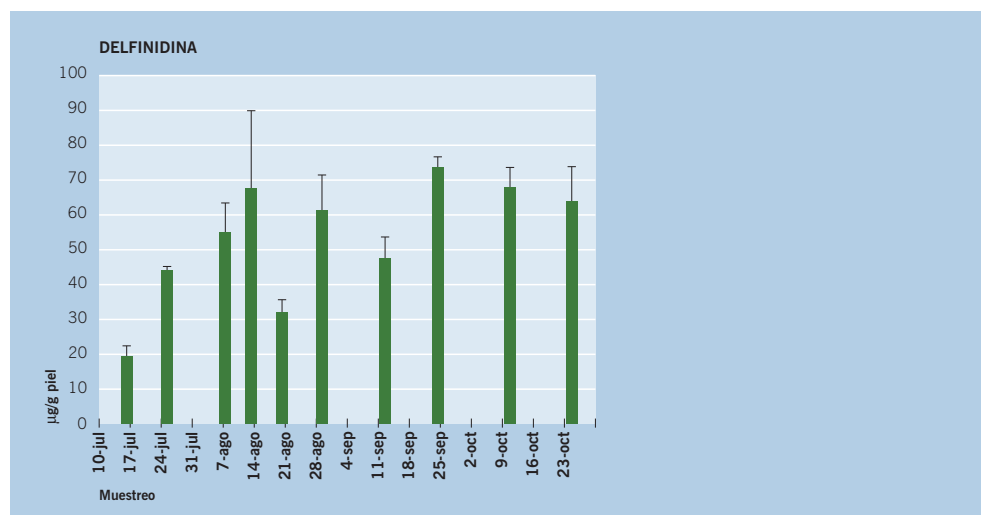


Figura 2 Evolución de la concentración de los antocianos individuales durante la maduración de la uva Crimson Seedless.

Los resultados obtenidos durante los dos años de proyecto muestran una gran variabilidad dentro de los resultados como se puede observar en las barras de error (Figura 1 y 2), esto es debido al tipo de muestreo que se realizó, que define exactamente la situación encontrada en el campo, es decir uva madura a nivel de concentración de azúcares y ácidos que no se corresponde con el color y por tanto con la concentración de antocianos tanto totales como individuales. Se identificaron cinco compuestos mayoritarios en forma de monoglucosidos de antocianinas (delphinidina 3-glucosido, cianidina 3-glucosido, petunidina 3-glucosido, peonidina 3-glucosido and malvidina 3-glucosido) así como sus conjugados acetyl y p-cumaril. Peonidina 3-glucosido es el compuesto mayoritario durante toda la maduración de la uva. La mayor variabilidad dentro de los grupos de bayas se encontró para la peonidina y la malvidina, responsables últimos del color de las bayas.

En la Figura 3 se muestra la evolución de actividad antioxidante durante la maduración de las bayas. El análisis se realizó en tres extractos de uva, E1 corresponde al análisis del extracto obtenido al triturar la baya con agua, E2, corresponde al extracto obtenido tras una extracción con metanol-fórmico del pellet residual y E3 a una segunda extracción pellet residual con metanol-fórmico. En los primeros estadios de maduración el mayor porcentaje de actividad antioxidante es extraído con metanol, mientras que en la uva madura no se encontraron diferencias significativas entre ambos extracto encontrándose aproximadamente el 50% de la actividad en cada uno de ellos. La actividad antioxidante presente en el segundo extracto metanólico fue residual.■

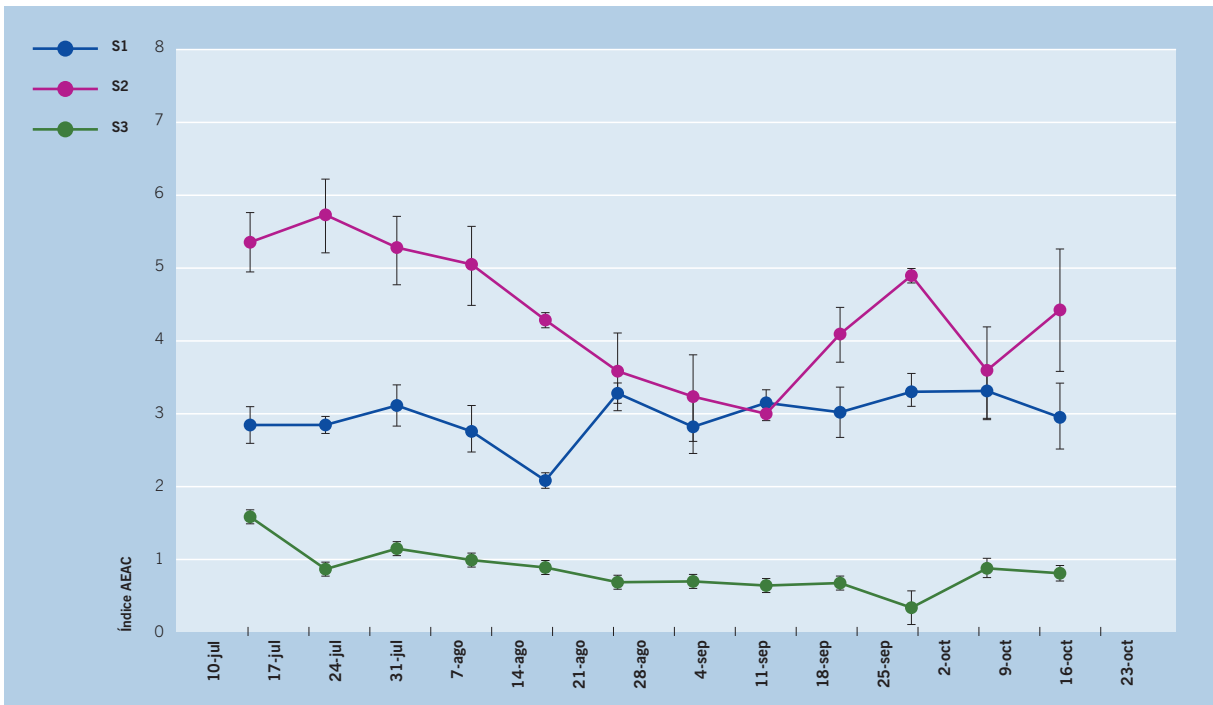


Figura 3 Evolución de la actividad antioxidante durante la maduración de tres extractos de Crimson Seedless.

■ Evaluación de la eficiencia del fertilizante Bioprón en cultivos sin suelo

Entidad financiadora y Referencia	PROBELTE S.A.
Investigador responsable	Francisco M. del Amor

OBJETIVOS

El Bioprón lo componen colonias de las bacterias *Azospirillum brasilense*, fijadora de nitrógeno y *Pantoea dispersa*, liberadora de fósforo en el suelo. A estas bacterias se les ha asociado la producción de sideróforos y fitohormonas naturales las cuales pueden colonizar las raíces y ejercer de este modo una sinergia en la optimización de la nutrición y favoreciendo el desarrollo radicular.

En este proyecto se estudió el efecto del bioprón sobre un sustrato orgánico (fibra de coco), aplicado al inicio del cultivo. El sustrato recibió un 60% de la aplicación de N del tratamiento de referencia, aplicando el resto de macro y microelementos en concentraciones normales en el cultivo del pimiento. El experimento se realizó durante el año 2006 procesando los resultados de calidad de fruto durante 2007.

Los tratamientos objeto del estudio fueron los siguientes: T1: control (100%N), T2: Bioprón + 60%N de la disolución control. T3: 60%N de la disolución control durante todo el ciclo del cultivo.

Se han estudiado los siguientes parámetros:

1. Identificación de los porcentajes de drenaje y análisis químicos de la disolución nutritiva.
2. Análisis de los parámetros de crecimiento, distribución de biomasa y absorción de N.
Crecimiento: Análisis del crecimiento del cultivo mediante la determinación de la acumulación en peso seco y fresco (hojas, tallos y frutos).
Asimilación de nitrógeno: determinaremos el efecto de los distintos tratamientos sobre las tasas de absorción de N así como de su acumulación y distribución en los distintos órganos de la planta
3. Análisis de la producción y calidad.
4. Análisis mineral de los frutos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Cuando las plantas se regaron con una disolución nutritiva con bajo N, las concentraciones de ácido cítrico, ascórbico y succínico en los frutos fueron significativamente más altas en las plantas inoculadas que en aquellas que no lo estaban. De este modo, los incrementos observados fueron del 72%, 21% y 31% para el cítrico, ascórbico y succínico, respectivamente. No se encontraron diferencias entre las plantas de frutos inoculados y con bajo suministro de nitrógeno y aquellas con aporte completo de N sin inocular. Con un mayor desarrollo del fruto, las diferencias fueron menores.

El contenido en peso seco y firmeza (Tabla 1) no fueron afectadas por el aporte de nitrógeno o por la inoculación. Sin embargo, el espesor del pericarpio (basal y ecuatorial) se redujo significativamente en plantas no inoculadas sin el adecuado suministro de N, en comparación con el control. También esos frutos mostraron un mayor valor de a^* , pudiendo ser asociada a una mayor precocidad relacionada a un desorden nutricional por N. Por otra parte, tanto la disminución de N como la aplicación de PGPR tuvieron un marcado efecto sobre la actividad peroxidada en los frutos (Tabla 2). Las plantas inoculadas redujeron significativamente dicha actividad tanto para la maduración en verde como en amarillo. ■

Tabla 1 Efecto de la inoculación y aporte de N en el fruto de pimiento.

Fertilización	Peso seco (g 100g ⁻¹)	Espesor pericarpio (mm)			Firmeza (kg ⁻¹)	Color		
		Apical	Ecuatorial	Basal		L*	a*	b*
100%N	6.67a	8.35a	7.06b	7.13b	3.51a	47.29a	4.25a	26.7a
40%N+ PGPR	7.17a	8.36a	6.81ab	6.84ab	3.50a	48.40a	5.49ab	27.36a
40%N	7.14a	8.19a	6.26a	6.09a	3.69a	46.76a	6.86b	26.39a

Tabla 2 Efecto de la inoculación y aporte de N en el fruto de pimiento.

Fruto	Fertilización	UE Peroxidasa (g ⁻¹ FW)	Total phenolics (mg g ⁻¹ FW)
Verde	100%N	68.9±1.7 c	0.269±0.010 b
	40%N+ PGPR	28.6±1.45 a	0.266±0.012 b
	40%N	37.4±2.92 b	0.236±0.008 a
Amarillo	100%N	73.06±2.76 c	0.303±0.008 a
	40%N+ PGPR	2.84±0.13 a	0.406±0.014 b
	40%N	20.8 ±1.65 b	0.390±0.015 b
Estado de maduración			
Verde		44.99±6.21	0.257±0.007 a
Amarillo		32.23±10.57	0.366±0.017 b

■ Participación en otros proyectos de investigación

A genomic approach to the identification of the genetic and environmental components underlying berry quality in grapevine. Genoma España and Genome Canada. 2004-2007. Investigador Principal: *José Miguel Martínez Zapater (Centro Nacional de Biotecnología)*.

Identificación y validación de marcadores moleculares para la selección de nuevas variedades de uva de mesa. Comunidad Autónoma de Murcia. Biocarm. 2006-2009. Investigador Principal: *Leonor Ruiz García (IMIDA)*.

Genomic research-assisted breeding for sustainable production of quality grapes and wine. Ministerio de Educación y Ciencia (EraNet-Plant Genomics). 2007-2010. Investigador Principal: *José Miguel Martínez Zapater (Centro Nacional de Biotecnología)*.

Obtención de plantas hortícolas más eficientes en la nutrición de potasio y a la tolerancia a la salinidad. Comunidad Autónoma de Murcia. Biocarm. 2006-2009. Investigador Principal: *Francisco Rubio Muñoz (CEBAS-CSIC)*.

Optimización y nuevos desarrollos sostenibles en las alternativas al bromuro de metilo: cultivos de pimiento en invernadero. INIA, MAPA, MIMEA. 2006-2008. Investigador Principal: *Alfredo Lacasa Plasencia (IMIDA)*.

Seguimiento y evolución de la carga contaminante que recibe el Mar Menor. Comunidad Autónoma de Murcia. 2005-2008. Investigadores Principales: *José Fenoll Serrano y José Saez Sironi (IMIDA)*.

Inventariado de plásticos de uso agrícola para su reciclado en la Región de Murcia. Materiales biodegradables de acolchado como alternativa de prevención de generación de residuos. Ministerio de Medio Ambiente. 2006-2007. Investigador Principal: *Josefa López Marín (IMIDA)*.

La calidad del arroz en la Denominación de Origen Calasparra. INIA. 2006-2009. Investigador Principal: *M^a Jesús Pascual Villalobos (IMIDA)*.

■ Publicaciones científicas y de divulgación

DEL AMOR, F.M. 2007. Yield and fruit quality response of sweet pepper to organic and mineral fertilization. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 22: 233-238.

DEL AMOR, M.A.; DEL AMOR, F.M. 2007. Response of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. *Journal of Applied Horticulture*. 9: 97-100.

DEL AMOR, F.M.; LÓPEZ-MARIN, J.; GONZALEZ, A. 2008. Effect of photoselective sheet and grafting technique on growth, yield, and mineral composition of sweet pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*. 31: 1108-1120.

DEL AMOR, F.M.; MOLINA, S.; ESPINOSA, M.F.; VARÓ, P.; GÓMEZ, M.C. 2007. Foliar applications of urea as a tool to reduce nitrate contamination in greenhouse crops. *Acta Horticulturae*. 761: 403-408.

DEL AMOR, F.M.; NAVARRO, J.; APARICIO, P.M. 2008. Isotopic discrimination as a tool for organic farming certification in sweet pepper. *Journal of Environmental Quality*. 37: 182-185.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; GÓMEZ-LÓPEZ, M.D.; LÓPEZ, A.; GARCÍA, A.J. 2008. Using growth functions to describe dry matter production of sweet pepper in greenhouses in Southern Spain. *Acta Horticulturae* 801.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; GÓMEZ, M.D.; VICENTE, F.; GARCÍA, A.J. 2007. Yield and fruit quality response of sweet pepper plants cultivated in environmentally friendly substrates. *Acta Horticulturae*. 761: 527-531.

DEL AMOR, F.M.; SERRANO-MARTÍNEZ, A.; FORTEA, M.I.; LEGUA P.; E. NÚÑEZ-DELICADO. 2008. The effect of plant-associative bacteria (*Azospirillum* and *Pantoea*) on the fruit quality of sweet pepper under limited nitrogen supply. *Scientia Horticulturae*. 117: 191-196.

DEL AMOR, F.M.; SERRANO-MARTÍNEZ, A.; FORTEA, I.; NÚÑEZ-DELICADO, E. 2008. Differential effect of organic cultivation on the levels of phenolics, peroxidase and capsidiol in sweet peppers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88: 770-777.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; NAVARRO, J.; NAVARRO, P.P. 2007. N Use and partitioning in sweet pepper under organic, integrated or conventional cultivation. 15th Nitrogen Workshop. *Towards a better efficiency in N use*. Angela D. Bosch, Rosa Teira, J. Villar (Ed.). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 182p.

DEL AMOR, F. M.; ORTUÑO G.; PORRAS, I. 2007. Fijación de C por los ecosistemas agrarios. *Actas de Horticultura* 48: 864-867.

DEL AMOR, F.M.; GARCÍA, A.J.; NAVARRO, P.J.; ORTUÑO, G.; GÓMEZ-LÓPEZ, M.D.; VICENTE, F. 2007. Evaluación de diferentes enmiendas orgánicas para el cultivo ecológico del pimiento. *Actas de Horticultura*. 48: 456-459.

- CÁNOVAS, J.; GÓMEZ, L.; MARTÍNEZ, D.; DEL AMOR, F.M.; CÁNOVAS, P.A.; NAVARRO, J. 2007. Pérdidas de agua y nitratos en un cultivo de pimiento en invernadero en el campo de Cartagena. *Agrícola Vergel*. 310: 456-463.
- CÁNOVAS, J.; GÓMEZ, L.; MARTÍNEZ, D.; DEL AMOR, F.M.; CÁNOVAS, P.A.; NAVARRO, J. 2008. Técnicas de cultivo en la lixiviación de nitratos en pimiento de invernadero. *Horticultura Profesional*. 206: 28-36.
- FENOLL, J.; HELLÍN, P.; CAMACHO, M.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; LACASA, A.; FLORES, P. 2008. Dissipation rates of procymidone and azoxystrobin in greenhouse grown lettuce and under cold storage conditions. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 88 (10): 737-746.
- FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; SOTOMAYOR, JA.; NICOLÁS, M.I. 2008. Determination of oxadiazon and oxyfluorfen in thyme by gas chromatography with electron-capture detection and gas chromatography/mass spectrometry. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 88(9):663-670.
- FENOLL, J.; HELLIN, P.; MARTINEZ, C.M.; FLORES, P. 2007. Pesticide residue analysis of vegetables by gas chromatography with electron-capture detection. *Journal of AOAC International*. 90 (1): 263-270.
- FENOLL, J.; HELLIN, P.; LOPEZ, J.; GONZALEZ, A.; FLORES, P. 2007. Determination of pesticide residues in lettuce by gas chromatography with electron-capture detection. *Journal of AOAC International*. 90: 1670-1676.
- FENOLL, J.; HELLIN, P.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2007. Simplified multiresidue method for the determination of pesticide residues in lettuce by gas chromatography with nitrogen-phosphorus detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 643-651.
- FENOLL, J.; HELLIN, P.; MARTINEZ, C.M.; MIGUEL, M.; FLORES, P. 2007. Multiresidue method for analysis of pesticides in pepper and tomato by gas chromatography with nitrogen-phosphorus detection. *Food Chemistry*. 105: 711-719.
- FENOLL, J.; MANSO, A.; HELLÍN, P.; ROMERO, A.; RUIZ, M.; MOLINA, MV.; FLORES, P. 2008. Evolución de alcoholes terpénicos en uva moscatel de Hamburgo durante la maduración. *Cuadernos de Fitopatología*. 95:25-31.
- FENOLL, J.; HELLÍN, P.; ROMERO, MA.; RUIZ, M.; MOLINA MV.; FLORES P.; LACASA A. 2007. Disipación de pirifenox en suelos de invernaderos de pimiento mediante biofumigación con solarización. *Agrícola Vergel*. 303: 160-165.
- FLORES, P.; CASTELLAR, I.; HELLÍN, P.; FENOLL, J.; NAVARRO, J. 2007. Response of pepper plants to organic amendment and supplementary additions of mineral fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*. 30: 367-379.
- FLORES, P.; DAVÓ MM.; HELLÍN, P.; FENOLL, J.; MOLINA, MV.; LÓPEZ A.; HERRERA E.; APARICIO-TEJO, P. 2007. Efecto de *Azospirillum* y *Pantoea* sobre el desarrollo y asimilación de nitrógeno en plántulas de pimiento. *Agrícola Vergel* 505-509.

- FLORES, P.; FENOLL, J.; HELLÍN, P. 2007. Feasibility of using $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values for discriminating between conventionally and organically fertilized pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 55: 5740-5745.
- FLORES, P.; GARCÍA, AM.; FENOLL, J.; RUIZ, M.; HELLÍN, P. 2007. Determinación de la composición mineral de pimiento cultivado bajo diferentes sistemas de producción. *Actas de Horticultura*. 48: 542-545.
- FLORES, P ; LACASA, A ; FERNÁNDEZ, P ; HELLÍN, P ; FENOLL, J. 2008. Impact of biofumigation with solarization on degradation of pesticides and heavy metal accumulation. *Journal of Environmental Science and Health; Part B*. 43: 513-518.
- HELLÍN, P.; MANSO, A.; FENOLL, J.; CARREÑO J.; FLORES, P. 2007. Relationship between antioxidant activity and polyphenolic content in table grape hybrids. *Macromolecules and Secondary Metabolites of Grapevine and Wine*. 1: 277-280.
- MARÍN, A., GIL, MI., FLORES, P., HELLÍN P., SELMA, MV. 2008. Microbial quality and bioactive constituents of sweet peppers from sustainable production systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 11334-11341
- PEREZ-LOPEZ, A.J.; DEL AMOR, F.M.; SERRANO-MARTINEZ, A.; FORTEA, M.I.; NUÑEZ-DELICADO, E. 2007. Influence of Agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87: 2075-2080.
- PÉREZ-LÓPEZ, A.J.; LÓPEZ-NICOLÁS, J.M.; NÚÑEZ-DELICADO, E. DEL AMOR, F.M, CARBONELL-BARRACHINA, A.A. 2007. Effects of agricultural practices on color, carotenoids composition, and minerals contents of sweet peppers, cv. Almuden. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 8158-8164.
- RUIZ, I.; DAVÓ, M.; RUIZ, M.; HERRERA, E.; FENOLL, J; HELLÍN, P.; FLORES, P. 2007. Actividad antioxidante del pimiento cultivado bajo Agricultura Ecológica; Producción Integrada y Cultivo sin Suelo. Procceding del V CONGRESO Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones.
- SERRANO-MARTÍNEZ, A.; FORTEA, M.I.: DEL AMOR, F.M.; NÚÑEZ-DELICADO, E. 2008. Kinetic characterisation and thermal inactivation study of partially purified red pepper (*Capsicum annuum* L.) peroxidase. *Food Chemistry*. 107: 193-199.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

CUADRA-CRESPO, P.; ORTUÑO, G.; DEL AMOR, F.M. 2008. Interacción de la urea foliar y la temperatura en la peroxidación lipídica y relaciones de intercambio gaseoso en plantas de pimiento sometidas a deficiencia de N. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada, 22-24 octubre.

DABAUZA, M.; VELASCO, L.; PAZOS-NAVARRO, M.; HELLÍN, P.; FLORES, P. 2008. Transgenic plant regeneration of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) over-expressing the stilbene synthase 1 gene from *Vitis vinifera* L. *First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species*. Alemania.

DEL AMOR, F.M.; CUADRA-CRESPO, P.; VARÓ, P.; ORTUÑO, G.; GÓMEZ, M.C. 2008. Influence of foliar urea on antioxidant response and fruit quality of sweet pepper under limited N supply. *XVI Congress of the Federation of European Societies of Plant Biology*. Tampere, Finland, 17-22 August.

DEL AMOR, F.M.; CUADRA-CRESPO, P.; ORTUÑO, G. 2008. Evaluación de la aplicación de antitranspirante en condiciones de estrés hídrico y elevado CO₂ ambiental. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada, 22-24 octubre.

DEL AMOR, F.M.; GARCÍA, A.J.; NAVARRO, P.J.; ORTUÑO, G.; GÓMEZ-LÓPEZ, M.D.; VICENTE, F. 2007. Evaluación de diferentes enmiendas orgánicas para el cultivo ecológico del pimiento. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Albacete, 24-27 abril.

DEL AMOR, F.M.; GÓMEZ-LÓPEZ, M.D. 2007. Using growth functions for modelling crop growth in soilless sweet pepper. *International Symposium "High Technology for Greenhouse System Management/Co-operation of Protected Cultivation and Greenhouse Engineering"*. October 4-6, 2007. Naples, Italy.

DEL AMOR, F.M.; GÓMEZ-LÓPEZ, M.D. 2007. Caracterización del crecimiento del pimiento en sustrato de fibra de coco mediante funciones de crecimiento. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Albacete, 24-27 abril.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; NAVARRO, P.; NAVARRO, J.; CÁMARA, J.M.; APARICIO, P.M. 2007. Pattern of nitrogen stable isotope ratio in sweet pepper plants affected by the cultivation method. *International Symposium "High Technology for Greenhouse System Management/Co-operation of Protected Cultivation and Greenhouse Engineering"*. October 4-6, 2007. Naples, Italy.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; NAVARRO, J.; NAVARRO, P.P. 2007. Use and partitioning in sweet pepper under organic, integrated or conventional cultivation. *15th Nitrogen Workshop. Towards a better efficiency in N use*. Lleida, May 28-30.

DEL AMOR, F. M.; ORTUÑO, G.; PORRAS, I. 2007. Fijación de C por los ecosistemas agrarios. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Albacete, 24-27 abril.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; SERRANO- MARTÍNEZ, A.; FORTEA, M.I.; NUÑEZ-DELICADO, E. 2007. Efecto de la inoculación con bacterias en el crecimiento y calidad del pimiento bajo invernadero. *X Congreso Hispano-Luso de Fisiología vegetal*. Universidad de Alcalá, 18-21 septiembre.

DEL AMOR, F.M.; ORTUÑO, G.; SERRANO- MARTINEZ, A.; FORTEA, M.I.; NUÑEZ-DELICADO, E. 2007. Caracterización fitoquímica y nutricional de diferentes variedades de pimiento dulce bajo invernadero. *X Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal*. Universidad de Alcalá, 18-21 septiembre.

DEL AMOR, F.M.; VARÓ, P.; GÓMEZ, M.C.; ORTUÑO, G.; CÁNOVAS, P.A. 2007. Efecto de la frecuencia de aplicación de la urea foliar sobre la acumulación de biomasa y la asimilación de CO₂ en plantas de pimiento. *X Congreso Hispano-Luso de Fisiología vegetal*. Universidad de Alcalá, 18-21 septiembre 2007.

FENOLL J, CAMACHO MM, HELLÍN P, LÓPEZ J, GONZÁLEZ A, FLORES P, RUIZ E. 2007. Procymidone and Azoxystrobin residue levels in lettuce in the field and under refrigeration. *3rd Internacional Symposium on Recent Advances in Food Análisis*. Praga.

FENOLL, J.; FLORES, P.; HELLIN, P. 2007. Efectos de la biosolarización sobre los residuos de plaguicidas que contaminan el suelo. *Jornada Técnica. Avances en la biosolarización y el injerto en pimiento*. Murcia.

FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; RUIZ, M.; MOLINA, M.V.; LACASA, A.; RUIZ, E. 2008. Connotaciones para el cultivo de pimiento de los residuos de plaguicidas en el suelo. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de las SECH*. Valencia.

FENOLL, J.; HELLÍN, P.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2007. Simplified Multiresidue Method for the determination of Pesticida Residues in Lettuce by Gas Chromatography with Nitrogen-Phosphorous Detection. *Euroanalysis XIV*. Bélgica.

FENOLL, J.; MANSO, A.; FLORES, P.; HELLÍN, P. 2007. Evolution of free and bound monoterpenols of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening. *Understanding the genetic and molecular basis of quality and production traits. From traits to genes and backwards in grapevine*. La Rioja.

FENOLL, J.; RUIZ, E.; FERNÁNDEZ, P.; LACASA, A.; HELLÍN, P.; FLORES, P. 2008. Soil biosolarization: technique for decontamination of pirimicarb in soil from greenhouse peppers cultivation. *II International Conference on Soil and Compost Eco-Biology*. Tenerife.

FENOLL, J.; RUIZ, E.; HELLÍN, P.; LACASA, A.; FLORES, P. 2008. Cyprodinil, Fludioxonil, and Tebuconazole Dissipation in Pepper under Greenhouse and Storage Conditions. *7th European Pesticide Residue Workshop, EPRW 2008: Pesticide Residues in Food and Drink*. Alemania

FENOLL, J.; RUIZ, E.; HELLÍN, P.; LACASA, A.; FLORES, P. 2008. Dissipation Rates of Insecticides in Peppers under Greenhouse and Storage Conditions. *7th European Pesticide Residue Workshop, EPRW 2008: Pesticide Residues in Food and Drink*. Alemania

FENOLL, J.; RUIZ, E.; HELLÍN, P.; LACASA, A.; FLORES, P. 2007. Strobilurins residue levels in peppers in the field and under refrigeration. *3rd Internacional Symposium on Recent Advances in Food Análisis*. Praga.

FENOLL, J.; VELA, N.; RUIZ, E.; FLORES, P.; NAVARRO, G.; HELLÍN, P.; NAVARRO, S. 2008. Photocatalytic degradation of fungicides in leaching and drinking water by use of ZnO under natural sunlight. *11th Symposium on Chemistry and Fate of Modern Pesticides and the 5th European Conference on Pesticides and related organic Miropollutants in the Environment*. Francia

FENOLL, J.; VELA, N.; RUIZ, E.; FLORES, P.; NAVARRO, G.; HELLÍN, P.; NAVARRO, S. 2008. Potential pollution of groundwater by fungicide leaching. *1th Symposium on Chemistry and Fate of Modern Pesticides and the 5th European Conference on Pesticides and related organic Miropollutants in the Environment*. Francia

FLORES, P.; DAVÓ, M.M.; HELLÍN, P.; FENOLL, J.; MOLINA, M.V.; LÓPEZ, A.; HERRERA, E.; APARICIO-TEJO, P. 2007. Crecimiento y asimilación de nitrógeno en plantas de pimiento inoculadas con *Azospirillum* y *Pantoea*. *X Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal*. Alcalá de Henares.

FLORES, P.; GARCÍA, A.M.; FENOLL, J.; RUIZ, M.; HELLÍN, P. 2007. Determinación de la composición mineral de pimiento cultivado bajo diferentes sistemas de producción. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

FORTEA, M.I., DEL AMOR, F.M., SERRANO, A., LÓPEZ-MIRANDA S., NUÑEZ-DELICADO, E. 2007. Efecto del cultivo ecológico en los niveles de fenoles y peroxidasa de pimiento. *IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos "La Seguridad y Calidad de los Alimentos"*. Tenerife, 13-15 junio.

HELLÍN, P.; MANSO, A.; FENOLL, J.; CARREÑO, J.; FLORES, P. 2007. Efecto del genotipo sobre el contenido en azúcares solubles y ácidos orgánicos en híbridos de uva de mesa (*V vinifera*). *III Congreso Nacional Congreso de Calidad Alimentaria*. Murcia.

MANSO, A.; SAURA, D.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; FENOLL, J., RUIZ, I., PEÑAFIEL, P.; VALDÉS-CHÁVARRI, M. 2007. Optimising dietary advice in cardiovascular prevention: comparasion of antioxidant activity of Muscat Hamburg and Sugragone varieties of table grape (*Vitis vinifera* L.). *Cardiovascular*. Madrid.

RUIZ, I.; DAVÓ, M.M.; RUIZ, M.; HERRERA, E.; FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P. 2007. Actividad antioxidante del pimiento cultivado bajo agricultura ecológica, producción integrada y cultivo sin suelo. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*. Cartagena.

SERRANO, A., PÉREZ, A.J., DEL AMOR, F.M., FORTEA, M.I., NAVARRO, J., NUÑEZ-DELICADO, E. 2007. Influencia del sistema de cultivo en los niveles de vitamina C y carotenos en pimiento. *IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos "La Seguridad y Calidad de los Alimentos"*. Tenerife, 13-15 junio.



DEPARTAMENTO DE
HORTOFRUTICULTURA





6/9/05
20/5

Equipo de Fruticultura

■ Introducción y conservación del cerezo (*Prunus avium* L.) en la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2006-00057-00-00
Investigador responsable	Diego Frutos Tomás
Equipo	José Enrique Cós Terrer Antonio Carrillo Navarro Isidro Hita Gambín Pedro José Guirao López Federico García Montiel Emilio José Casanova Pérez Gregorio López Ortega

OBJETIVOS

1. Iniciar la plantación de una colección de de cultivares tempranos de cerezo.
2. Estudiar la biología floral de diversas variedades tempranas ya presentes en la Región
3. Estudiar el comportamiento en campo de los patrones con el intermediario *Adara* bien adaptados a los suelos de la Región de Murcia

RESULTADOS OBTENIDOS

OBJETIVO 1

Colección de variedades en El Chaparral.

En la figura 1 se presenta el crecimiento de unos injertos entre el 3 de Junio y el 10 de Septiembre de 2008. Se plantó en Marzo de 2007 el patrón *Adara/Mariana* 2624, en una parcela de la finca experimental del IMIDA ubicada en El Chaparral. Desde la plantación se cultivaron los árboles mediante fertirrigación por goteo. Se injertaron en Mayo de 2007, colocando dos yemas por pié para asegurar el prendimiento.



Figura 1 Colección de variedades de cerezo / *Adara/Mariana* 2624 en El Chaparral, Murcia.

Se despuntaron en verano de 2007, y en Junio de 2008 ya se habían formado varios brazos principales que en Septiembre del mismo año, en su segundo verdor, presentaban

el aspecto indicado en la figura 1 (10/9/08). Es posible que alguna de las 80 variedades de esta parcela pueda dar muestra de fruta en 2009.

Colección de variedades en La Alberca.

En La Alberca (IMIDA), se injertaron en cámara climatizada en primavera de 2007 diversas variedades extratempranas y tempranas de cerezo sobre híbrido melocotonero- almendro *Mayor* con intermediario de *Adara*, (figuras 18ª y b) se mantuvieron en maceta durante la estación de crecimiento y se plantaron en una parcela de la finca experimental del

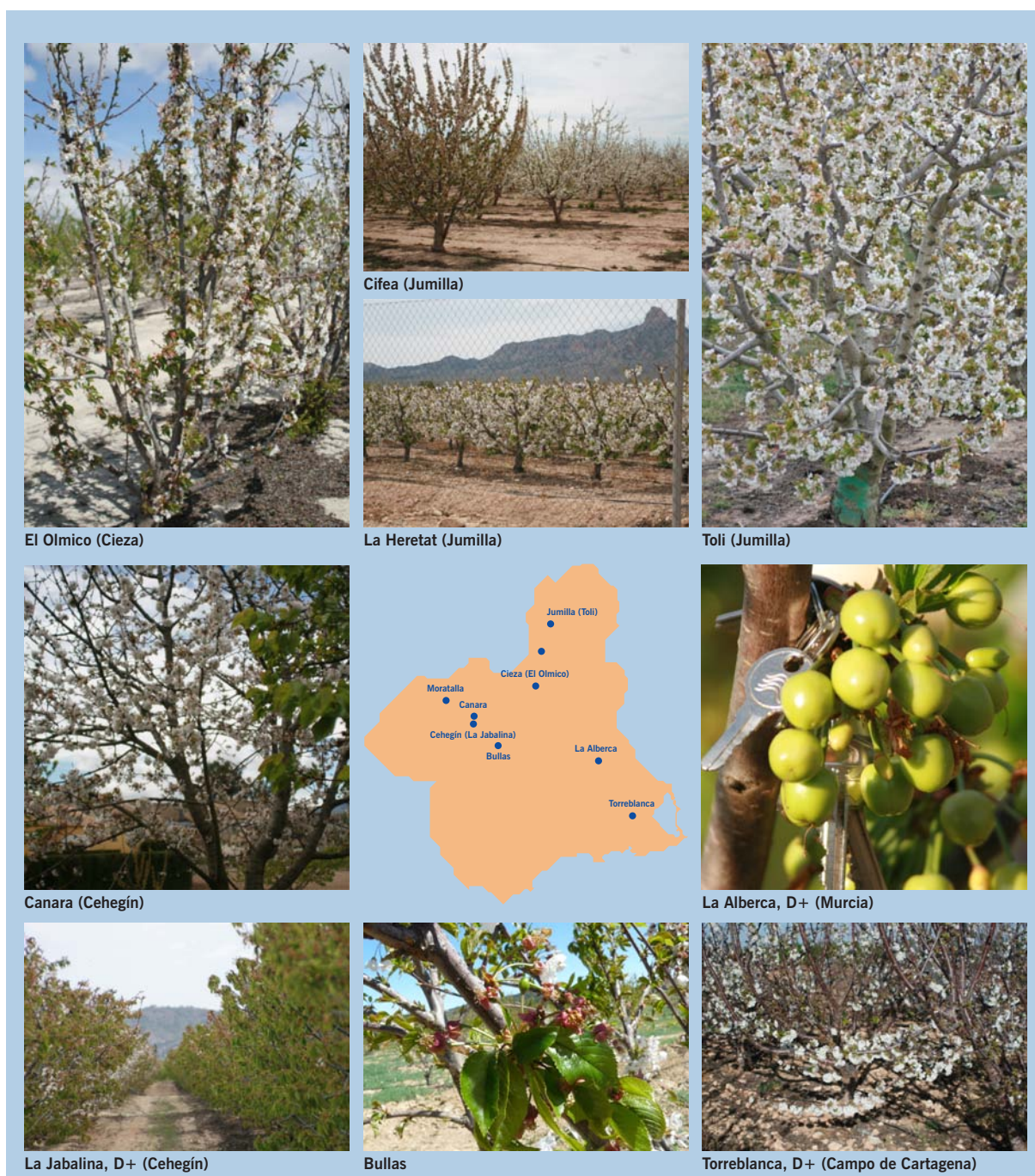


Figura 2 Estados fenológicos de las variedades de cerezo más avanzadas en la Región de Murcia durante los días 26 y 27 de Marzo de 2008. D+: Tratados con Dormex.

IMIDA en La Alberca (IMIDA) el día 12 de Diciembre de 2007 (figura 19). Esta colección incluye a las variedades *Early Star*, *New Moon*, *New Star*, *Early Bigi*, *Primulat*, *Santina*, *Satin*, *Cashmere*, *Chelan*, *Early Lory*, *Sweet Early*, *Tieton*, *Lapins*, *Riaño*, y *Cristal*. Se está cultivando esta colección con fertirrigación por goteo.

Colección en Cieza.

En la colección de variedades ubicada en la finca colaboradora “El Olmico” (Cieza) se han tomado datos de las fechas de inicio, plena y final de floración, así como de la época de recolección. Esta colección incluye 40 variedades.

OBJETIVO 2

Fenología comparada de la floración y del cuajado del cerezo en la Región de Murcia.

La figura 2 (página anterior) recoge el estado fenológico de las variedades más avanzadas en la Región de Murcia durante los días 26 y 27 de Marzo de 2008 en Jumilla (Fincas Toli, La Maestra y La Heretat), Cieza (El Olmico), Cehegín (Canara y Finca La Jabalina), Bullas, La Alberca y Torreblanca, esta última ubicada en el Campo de Cartagena.

Floración y cuajado en Cieza.

En la figura 3 (página siguiente) se presentan las épocas de floración de de las variedades de Cieza en 2008. El día 10 de Marzo comenzaron a observarse en Cieza las primeras flores abiertas, y se dio por finalizada la toma de datos de floración el 17 de Abril. La floración plena en Cieza para el conjunto de variedades podría situarse entre el 20 y el 30 de Marzo.

En al año 2006, el inicio de floración de todas las variedades fue posterior respecto al 2007. En este año se acumularon menos unidades de frío, lo cual provocó desarreglos vegetativos, brotaciones irregulares y caída de yemas. La floración se inició antes que en 2006 y se prolongó durante más tiempo. La figura 4 representa el número de yemas de flor por ramillete en 10 variedades de cerezo de la colección de Cieza.

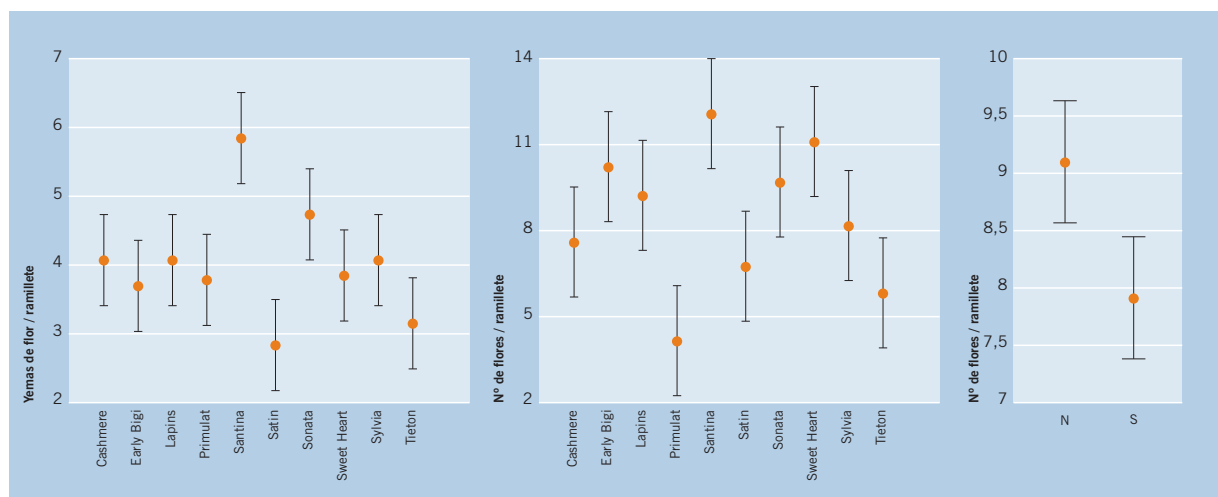


Figura 4 Número de yemas de flor por ramillete en 10 variedades de cerezo cultivadas en Cieza, Murcia.

Figura 5 Diferencias en número de flores por ramillete en diez variedades de cerezo ubicadas en Cieza, Murcia, en 2007.

Figura 6 Para el conjunto de variedades se encontraron diferencias significativas en flores/ramillete según su orientación en el árbol.

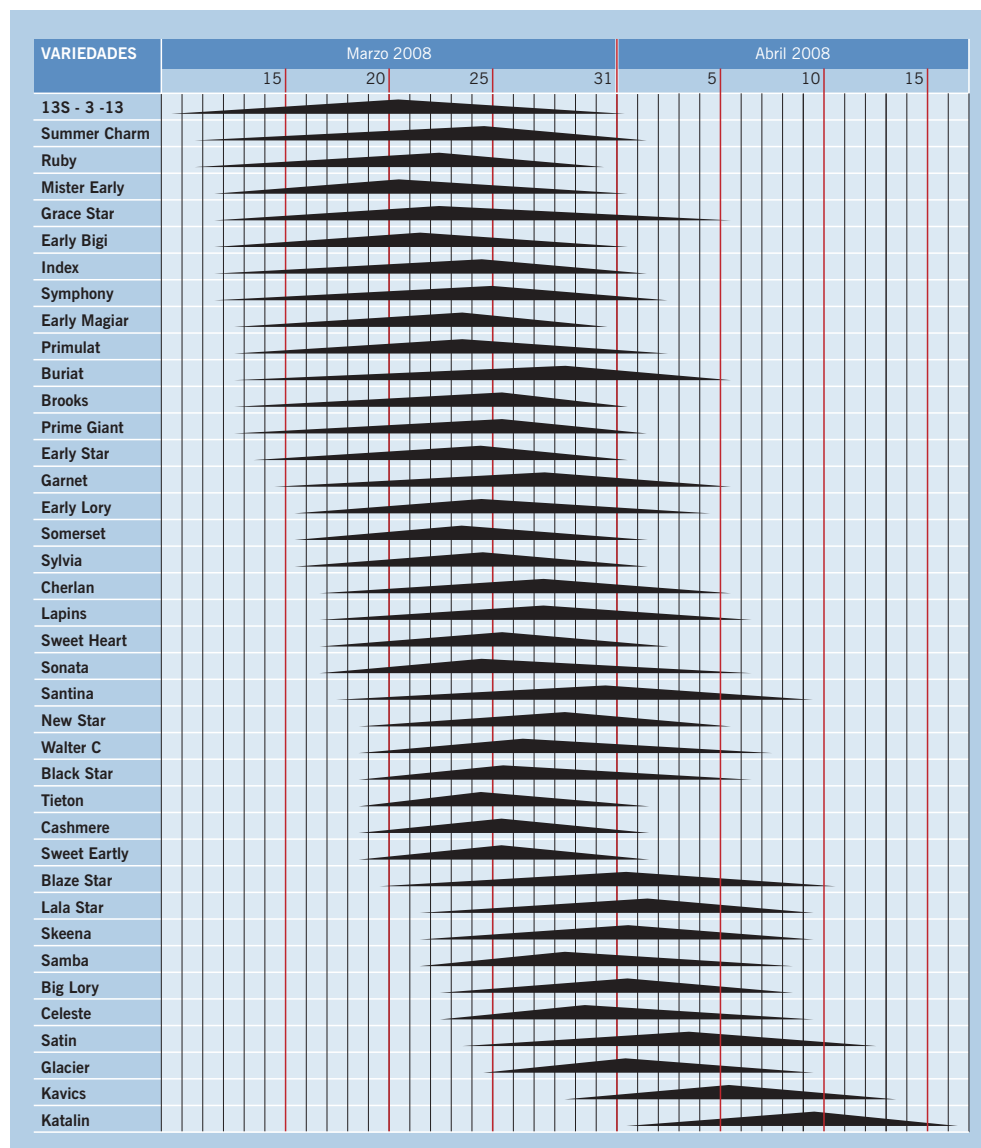


Figura 3 Representación de las fechas de floración de las variedades de cerezo ubicadas en la finca El Olmico, Cieza, en 2008.

En este caso la variedad *Santina* (media de 5.5) fue la que presentó el mayor número de **yemas de flor por ramillete**, significativamente superior a las restantes variedades, excepto *Sonata* (4.4), que no presentó ninguna diferencia significativa con respecto a aquella. Esta variedad solamente era superior a *Satín* (2.6) y a *Tieton* (3.1). Las restantes variedades, con un número de yemas comprendido entre 4,0 y 2.6 no diferían significativamente (figura 4). La variedad *Santina* (12.1) registró fue la que contabilizó el mayor número de **flores por ramillete**, (figura 5), significativamente superior a *Sylvia* (8.0), *Cashmere* (7.5), *Satín* (6.8), *Tieton* (5.9) y *Primulat* (4.0). Un grupo intermedio lo constituían *Early Bigi* (10.0), *Lapins* (9.3), *Sonata* (9.8), y *Sweet Heart* (11.0), que solo presentaban diferencias significativas con *Tieton* y *Lapins*. La orientación Norte (9.1) fue significativamente superior a la cara Sur (7.9), según se aprecia en la figura 5. Así mismo se registraron diferencias significativas entre la posición Norte y Sur dentro del árbol, que fue significativamente superior en la cara Norte (figura 6).

El cuajado fue muy deficiente en 2007 en todas las variedades. Esta incidencia es atribuible a una climatología muy adversa en el momento de la polinización, con bajas temperaturas y fuertes vientos que impidieron el proceso normal de fecundación.

Floración y cuajado en La Alberca, Murcia.

El 7 de Marzo de 2007 había cerezos en plena floración. Pudo observarse que el tratamiento con cianamida de hidrógeno (Dormex®) avanzó la floración. También se observó que la floración no era uniforme, ya que había flores en estado F y frutos ya cuajados, con un porcentaje significativo de frutos dobles en algunas variedades (figura 18B). Asimismo se comprobó la presencia de mariposas sobre las flores que podrían polinizar los frutos (figura 7).



Figura 7 Floración del cerezo en La Alberca, Murcia, el 7 de Marzo de 2007. A) los cerezos sin tratamiento (izquierda) florecieron después que los tratados con Dormex®(derecha). B) Floración escalonada y frutos dobles. C) algunas mariposas podrían actuar como insectos polinizadores en La Alberca.

El día 27 de Febrero de 2008 se aprecian cerezos en plena floración coincidiendo con la de albaricoqueros tempranos. En la fecha indicada se observó la actividad polinizadora de las abejas y se registró nuevamente la presencia de mariposas de la procesionaria del pino alimentándose de las flores de cerezo.

Es conveniente señalar que incluso en zonas costeras de Murcia, como en Torreblanca, en clima con pocas horas frío, es posible ver la floración del cerezo sobre SL 64. El comportamiento del cerezo en estas zonas debería mejorar si se utilizan patrones mejor adaptados al suelo que el citado patrón.

El día 27 de Marzo la variedad *Chelan* estaba más adelantada en La Alberca que la variedad 4/70 en La Jabalina, Cehegín (figuras 8 a y b). En ambas plantaciones se habían tratado los árboles con cianamida de hidrógeno para adelantar la floración. El cuajado de *Chelan* fue mucho más abundante que el de 4/70, y el tamaño del fruto también era mayor. 4/70 es la variedad más temprana de todas las plantadas en La Jabalina, y *Chelan* es una variedad de media estación.

Recolección.

La Alberca, Murcia

El día 3 de Mayo de 2007 se inició la recolección de cerezo en La Alberca (figura 15), en donde ya había frutos suficientemente maduros. Las variedades más productivas fueron *Cashmere* y *Cristal*.

La recolección de 2008 afianza la idea de que se pueden cultivar cerezas en climas con inviernos suaves como el de La Alberca. Así, en la figura 15A se puede apreciar un árbol

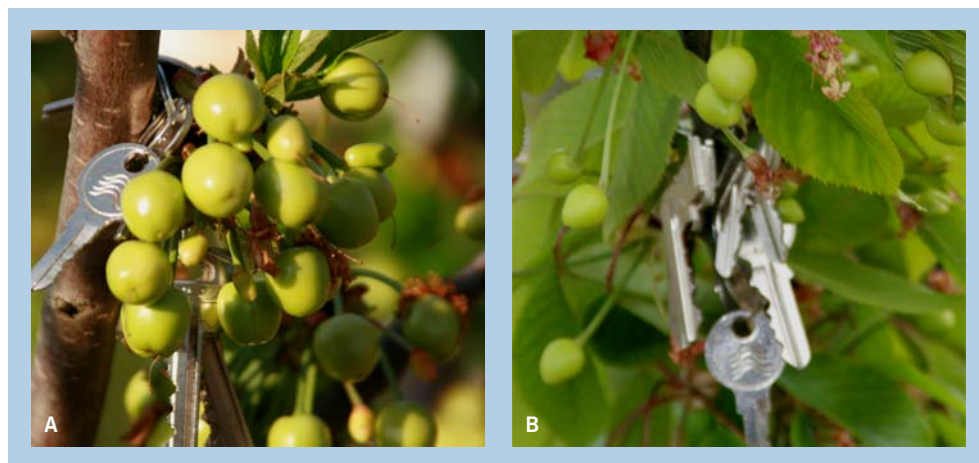


Figura 8 a) Cuajado y tamaño relativo del fruto de la variedad Chelan en La Alberca, y b) Idem de 4/70 en La Jabalina, Cehegín. Ambas imágenes se tomaron el día 27 de Marzo de 2008. En ambas plantaciones se aplicó cianamida de hidrógeno para adelantar la floración.

de la variedad *Cashmere / Adara / Híbrido melocotonero-almendro Mayor*, en plena producción, el 24 de Abril de 2008. La ventaja de producir en climas cálidos consiste en recolectar muy temprano, cuando la producción de cereza no ha llegado al mercado en cantidad suficiente para abastecer la demanda, por lo que el mercado las paga bien.



Figura 9 A) Chelan/Adara/Híbrido melocotonero-almendro Mayor en plena producción, el 24 de Abril de 2008. B a E) Estado de cuatro variedades de cereza en la recolección del día 25 de Abril de 2008. E) Algunas variedades, como Tieton, pueden producir elevados porcentajes de frutos dobles en climas con temperaturas elevadas durante la diferenciación floral, como sucede en las zonas cálidas.

Las variedades recolectadas el 25 de Abril (figuras 9 B a E) presentan distinto color de pulpa. Riaño fue la más madura, y Tieton que es de pulpa roja oscura en maduración, todavía no estaba para recolectar en su momento de calidad de mercado. Sin embargo tenía un sabor agradable como resultado del equilibrio entre su acidez y su contenido en sólidos solutos totales expresados en °Brix (tabla 1).

Tabla 1 Calibre, acidez, índice de sólidos disueltos en el jugo (azúcares) y peso de la cosecha en 5 variedades de cerezo cultivadas en La Alberca, Murcia.

Variedades	Calibre (mm)	Acidez	Sólidos disueltos (°Brix)	Peso de la cosecha (kg/árbol)	Peso medio del fruto (g)	% de frutos dobles
Cashmere	26,46a	8,68a	16,87a	22	7,7	9,8
Chelan	28,20b	20,53b	18,27b	13	9,3	12,3
Cristal	28,60b	14,29c	22,85c	12	10,0	8,9
Riaño	25,26c	6,18d	24,62d	3	5,9	0
Tieton	31,33 c	14,34c	19,75e	6	11,7	69,3

Las otras variedades (figura 35, C y D) también se podían recolectar en la fecha indicada anteriormente, aunque *Chelan* tenía un color de pulpa más intenso que *Cristal*. La producción de *Cashmere* llegó a 22 kg/árbol, con un porcentaje de destrío por frutos dobles del 8% aproximadamente. Esto significa que podrían venderse algo más de 20 kg/árbol antes del 1º de Mayo, de una cereza que es de calidad muy superior a *Burlat*, la más precoz en las zonas tradicionales de producción de cereza, que en cualquier caso suele entrar en el mercado hacia el 15 de Mayo como muy pronto. El contenido en azúcares es muy elevado en la mayoría de las variedades. *Riaño* se aproximó a los 25 °Brix, con una acidez muy baja, lo que la hacía demasiado dulce. Esto induce a pensar en que se podría haber recolectado antes, con menos azúcar y algo más de acidez, siendo en tal caso más apetitosa. Esto sucedió con *Cristal*, que a pesar de no estar completamente madura tenía un sabor muy atrayente. Incluso *Tieton*, con menos azúcar y con igual acidez que *Cristal* tenía un sabor atractivo. Por su parte, *Chelan* todavía estaba algo ácida en la fecha de recolección, y *Cashmere*, con menos azúcar que las otras, podía aceptarse por su baja acidez.

Las cerezas de la variedad *Tieton* son de calibre superior a 30 mm, pero produce un elevado porcentaje de frutos dobles, próximo al 70%, por lo que no es recomendable su cultivo en las condiciones cálidas de La Alberca. *Cristal* y *Cashmere*, con porcentajes de dobles inferior al 10% pueden plantarse con garantías de éxito en la huerta de Murcia. Este carácter negativo se manifiesta en climas como el de La alberca, con temperaturas muy elevadas en la época de la diferenciación floral.

Los datos que se presentan sobre comportamiento varietal de cerezo en La Alberca ha sido posible por el uso de patrones como el híbrido melocotonero-almendro *Mayor*, que se adapta bien a los suelos calizos en general, como ocurre con otras selecciones de estos híbridos interespecíficos. Estos patrones se han ensayado por primera vez en el IMIDA, y su estudio es una primicia internacional. Otros cerezos injertados sobre SL 64, patrón tradicional de cerezo, se arrancaron todos al 5º año de la plantación, y algunos solo duraron tres años en el suelo de La Alberca. Es evidente que con un sistema radicular tan deficiente en estas condiciones no hay oportunidad de observar ni la producción ni la calidad del fruto. Por todo ello, cuando se afirma que el cerezo no va en climas cálidos, se está haciendo un juicio de valor muy a la ligera.

Otras incidencias de importancia en 2008 fueron las lluvias de primavera, que aportaron agua al suelo y fue aprovechada por los árboles de La Alberca. También se registró un verano largo, seco y cálido, con restricciones importantes en el agua de riego. Se espera

que en otoño llueva lo suficiente para recuperar los árboles de la sequía estival. En tales condiciones, el uso de patrones eficientes en el aprovechamiento del agua, como son los híbridos de melocotonero-almendro, es fundamental para una producción sostenible. Como conclusión, se puede afirmar que el cultivo del cerezo es posible en la Huerta de Murcia. Este cultivo puede ser una alternativa económica importante para la Región, incluso en las zonas de producción de fruta temprana.

Recolección en Cieza.

La recolección de 2008 se inició el 24 de abril con las variedades *Early Bigi*, y *Primulat*, y continuó con *Chelan* y *Cashmere*, todas ellas precoces y de buen calibre. La producción ha sido escasa, totalmente influenciada por las condiciones climáticas de fuertes vientos, fríos y húmedos junto con lluvias persistentes durante el período de floración, lo cual motivó una mala polinización y un mal cuajado. Sólo se registró cosecha en las variedades autofértiles.

OBJETIVO 3

Ensayos de patrones de cerezo en finca La Maestra, CIFEA de Jumilla.

En 2007 han completado su primera hoja dos ensayos de patrones de cerezo ubicados en Finca La Maestra, del CIFEA de Jumilla. El primero incluye a los patrones *Adara*, *Adara/Mariana 2624*, *Adara sobre híbrido melocotonero - almendro Mayor*, *MaxMa 14* e *INRA SL 64*, injertados con la variedad autofértil *New Star*. En este primer año se han tomado datos de vigor, que se resumen en la figura 3. No se han detectado diferencias significativas entre las tres repeticiones que constituyen el ensayo.

Durante este primer año se han producido en el ensayo 19 marras, correspondiendo 10 a *SL64*, 6 a *Adara/Mayor*, 2 a *Adara* y 1 a *Adara/Mariana 2624*. El ensayo se ha podido analizar estadísticamente eliminando una de las repeticiones.

El segundo ensayo incluye a los patrones *Gisela 5*, *Gisela 6*, *Maxma 14* (testigo), *Piku 4.20* [*Prunus avium* x (*P. canescens* x *P. tomentosa*)] ó *Piku 1*; *Piku 4.83* [*P. pseudocerasus* x (*P. canescens* x *P. incisa*)] ó *Piku 3*; *Piku 1.10* (*P. cerasus* x *P. cursar*) ó *Piku 4*; y *SL 64* (testigo), todos ellos injertados con la variedad *New Star*.

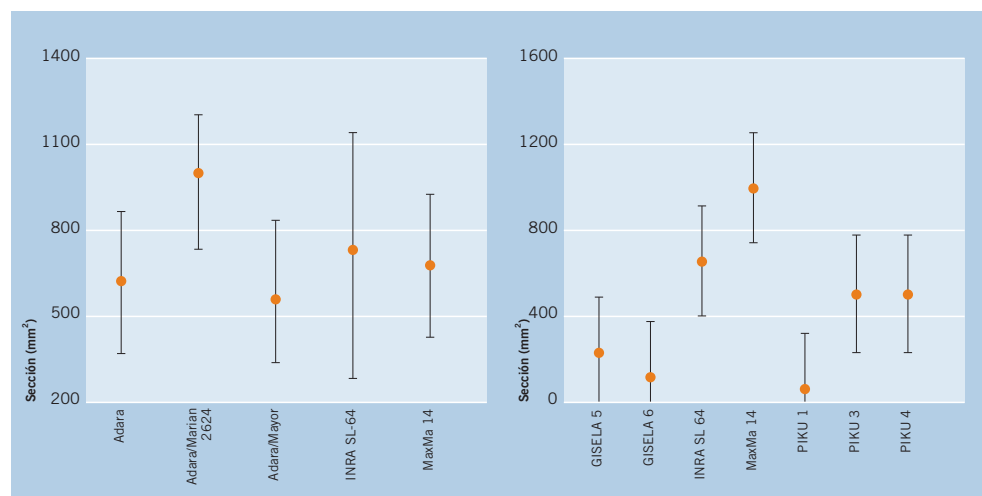


Figura 10 Valores medios en mm² de las secciones del tronco de los patrones de cerezo, e intervalos de confianza al 95% según el test de Tukey del ensayo 1.

Figura 11 Valores medios en mm² de las secciones del tronco de los patrones de cerezo, e intervalos de confianza al 95% según el test de Tukey del ensayo 2.

En la figuras 10 y 11 se presentan como estimación del vigor los valores medios de las secciones de tronco en mm², y sus intervalos de confianza al 95% según el test de Tukey. *Gisela 6* y *Piku 1* fueron significativamente menos vigorosos que los testigos *INRA SL 64* y *Maxma 14*. Con vigor intermedio se presentaron *Piku 3* y *Piku 4*, que no diferían significativamente de los de mayor sección media (*Maxma 14* y *SL 64*), ni de los menos vigorosos *Gisela 5* y *6* y *Piku 1*.

En este ensayo se han producido 6 marras en el primer verdor, 5 corresponden a *Piku 1* y 1 a *Piku 3*.

Utilización de los híbridos de melocotonero x almendro como patrones de cerezo.

La idea extendida entre los agricultores y técnicos sobre la deficiente adaptación de las variedades de cerezo en Murcia podría estar fundamentada en las observaciones del comportamiento deficiente de los patrones más que en la adaptación de las variedades a las condiciones climáticas de las comarcas murcianas con tradición frutera con especies frutales de hueso. En estas comarcas se aprecian los patrones de ciruelo Pollizo (*Prunus insititia*), Mariana (*P. cerasifera x munsoniana*), mirobolán (*P. cerasifera*) y las selecciones de híbridos de melocotonero x almendro.

El mirobolán *Adara* (selección de *P. cerasifera* recolectada en Cieza, Murcia, en la década de los 70 e introducida por la E.E. de Aula Dei, Zaragoza), compatible con la mayoría de variedades de cerezo, ha hecho posible el cultivo de cerezo sobre mirobolán, de interés en suelos con nemátodos. Además, *Adara* puede utilizarse como intermediario entre cerezo y ciruelo Mariana, combinación ya introducida con el nombre de "Marilán".

Igualmente importante sería el uso de los híbridos de melocotonero x almendro como patrón del cerezo por su buen comportamiento en suelos ligeros calizos, y por su eficiente aprovechamiento del agua del suelo. Se pensó que sería posible utilizar los patrones de este grupo con cultivares de cerezo, ya que se han descrito casos de incompatibilidad translocada entre variedades de melocotonero sobre ciruelo mirobolán. Si se tiene en cuenta que este tipo de incompatibilidad se caracteriza por la viabilidad de la combinación recíproca, se planteó la hipótesis de utilizar patrones híbridos de melocotonero x almendro con intermediario de *Adara* puesto que lo más parecido genéticamente a melocotonero es el material híbrido de melocotonero x almendro. Esta posibilidad era de gran interés para la Región de Murcia.

En verano de 2000 se injertaron *in situ* con yemas de *Adara* 12 híbridos melocotonero x almendro *Mayor* ubicados en una parcela del IMIDA en La Alberca. En la primavera de 2001 se reinjertaron sobre el intermediario *Adara* los cultivares de cerezo *Cashmere*, *Chelan*, *Champain Cristal*, *Tieton* y *Riaño*. En 2004 se examinó la sección longitudinal de un árbol *Chelan/Adara/Mayor*. Convenía verificar si la hipótesis de trabajo era correcta, y para ello se procedió a injertar en verano de 2006 una yema de *Mayor* sobre cada uno de los cinco brazos de un pie de *Adara* ubicado en la misma parcela. Se esperaba así desarrollar los síntomas en hoja característicos de la incompatibilidad translocada. Todos los injertos de campo eran del mismo tipo y los realizó la misma persona, con objeto de minimizar posibles errores.

En invierno de 2008 se injertaron en cámara climatizada las combinaciones *Lapins* y *Newstar / Adara/GxN 15* y las mismas variedades sobre *Adara/GxN 22*, se plantaron en

macetas y se mantuvieron en ellas hasta el 14 de Julio de 2008, fecha en la que se plantaron en campo con fertirrigación por goteo.

No se presentó discontinuidad en corteza ni en madera de las uniones de la combinación *Chelan/Adara/Mayor* (figura 12A). Los restantes árboles actualmente permanecen con uniones sólidas y produciendo regularmente al cabo de 8 años. Por otra parte, la combinación *Mayor/Adara* tampoco parece presentar síntomas de incompatibilidad translocada, ya que figura 12B muestra la buena vegetación de *Mayor/Adara*. No se ha observado discontinuidad en la corteza de esta combinación

En Septiembre de 2008 todas las combinaciones de *Newstar* y *Lapins* sobre *GxN 15* y *GxN 22* con intermediario de *Adara* eran viables, y presentaban crecimientos normales dentro de lo esperado. Como muestra, el aspecto de la combinación *Lapins/Adara/GxN 15* se presenta en la figura 12C, en la cual se pueden observar los rebrotes del patrón y del intermediario.

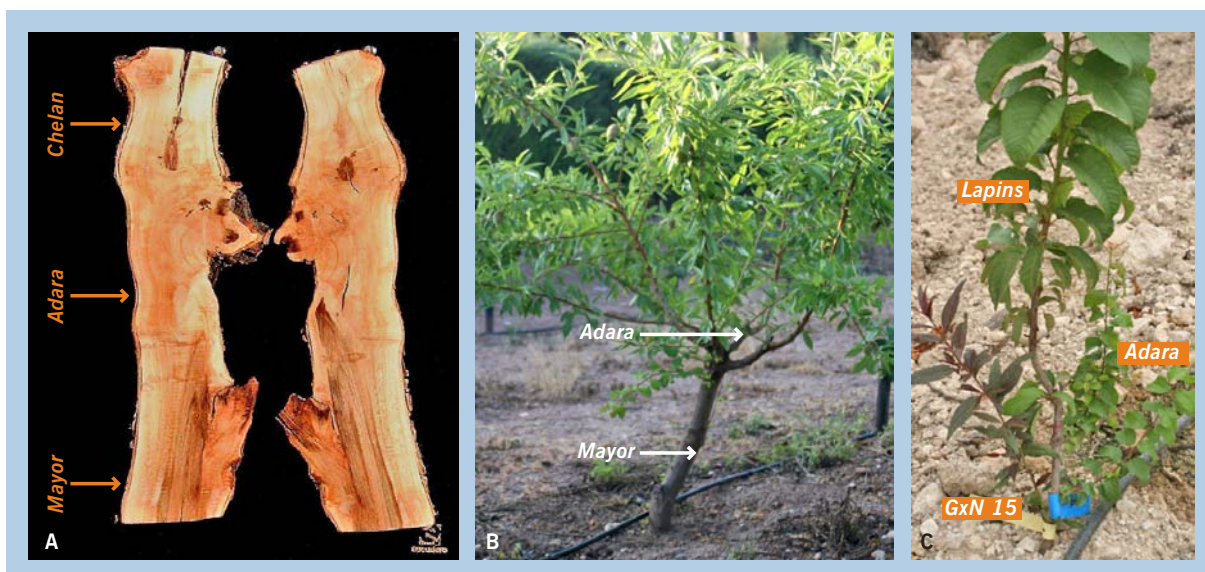


Figura 12 A Las uniones de la combinación entre Chelan/ Adara/Mayor no presentan discontinuidad en la corteza. B La combinación Mayor/Adara no presentan discontinuidad en la corteza. La planta vegetaba normalmente el 13/05/08. C La combinación Lapins/Adara/ GxN 15 vegetaba bien el 10/ 9/ 08, en primer verdor.

El 21 de Septiembre de 2008 se comprobó que no existían síntomas de incompatibilidad translocada. La producción de frutos y de hojas no presentaba ninguna anomalía y por otra parte, en las uniones de la combinación no había discontinuidad en la corteza. A falta de observar los cortes de las uniones *Mayor/Adara*, lo que se producirá el año próximo, podríamos afirmar que *Adara* y *Mayor* son compatibles.

Enraizamiento de portainjertos clonales de cerezo.

Un primer ensayo realizado en 2004 con estaquillas leñosas de *Adara*, de calibre medio equivalente al grosor de un bolígrafo, permitió enraizar estaquillas con la base tratada con 1000 mg/l de IBA. También incluía un tratamiento control 0. Las estaquillas se introdujeron en cajas con perlita húmeda en el fondo y se mantuvieron 15 días a 24 °C y humedad relativa superior al 80 %. Las figuras 13 A y 13 B dan idea de las dimensiones de las estaquillas y de la calidad de las raíces obtenidas. *Adara* es un patrón de fácil enraizamiento.



Figura 13 Forzado integral de estaquillas de Adara en Cámara Climática. El grosor medio era el de un bolígrafo (A). La calidad de raíces mejoró con 1000 mg/l de IBA (A y B).

En invierno de 2008 volvió a realizarse un nuevo ensayo de patrones para cerezo adecuados para la Región de Murcia. En este caso se utilizaron estaquillas leñosas de *Adara*, *Mariana 2624*, y de los híbridos *GxN 15* y *Mayor*, de calibre similar al del ensayo anterior, y se forzaron en cama caliente (CC) y en cámara climática (C). Previamente se mojaron las bases de las estaquillas con soluciones de IBA a las concentraciones de 1000, 2000 y 3000 mg/l, incluyendo para todos los materiales un testigo IBA 0. Se anotaron las calidades del sistema radicular clasificadas en 6 categorías, los porcentajes de enraizamiento (figura 14), y el número de raíces (figura 15). ■

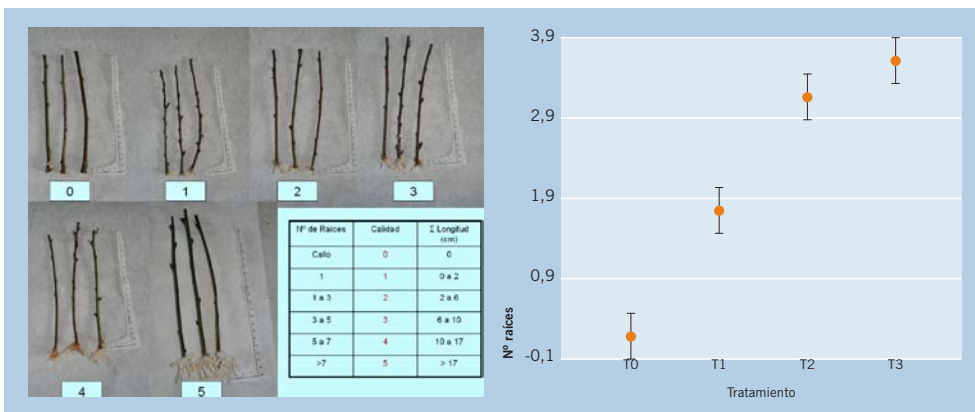


Figura 14 Parámetros para clasificar la calidad del sistema radicular.

Figura 15 Número medio de raíces emitidas en el conjunto de los patrones ensayados.

■ Consolidación o afianzamiento del cultivo del cerezo (*Prunus avium*) como actividad económica alternativa en determinadas comarcas de la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. Proyecto Regional I+D: Proy. 06-01
Investigador responsable	Diego Frutos Tomás
Equipo	Rafael Ureña Villanueva José Cos Terrer Antonio Carrillo Navarro Gregorio López Santos Fernández Juan Colomer Perpinyá Federico García Montiel Pedro José Guirao López Emilio Casanova Pérez David López Romero
Agricultores colaboradores	Agustín García Carrión Pedro García Carrión Juan Pérez Zafra
Colaborador consultor	Francisco Silva Conde

OBJETIVOS

Evaluar las variables que definen el comportamiento del material vegetal de cerezo (*Punus avium*) en los medios agronómicos concretos de las comarcas elegidas en la Región de Murcia:

- A) En cultivo con fertirrigación por goteo, ó
- B) En cultivo de secano si las condiciones naturales lo permiten.

RESULTADOS PARCIALES

Análisis DAFO: conclusiones.

En una reunión celebrada en La Alberca el día 16 de Enero de 2007 se realizó un análisis de Dificultades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) del cerezo en la Región de Murcia. Como resultado de este análisis se aprobaron las siguientes conclusiones:

1. Impulsar como factor de competitividad, tanto en las empresas como en las organizaciones agrarias de la Región de Murcia, una nueva cultura de la innovación del cultivo del cerezo con base en el desarrollo tecnológico. Es sabido que en general existe una estrecha relación entre la competitividad y el uso de las tecnologías más modernas y actuales. Se espera con este impulso implicar a estas organizaciones en proyectos de I+D+i.

2. Informar sobre los resultados de los trabajos para transmitir a las organizaciones de agricultores los logros sobre mejora del cultivo del cerezo. Para ello se recomienda el uso preferente de documentos básicos, y la organización de jornadas y seminarios para la correcta aplicación de la tecnología disponible.
3. Desarrollar un proyecto de mejora genética para obtención de nuevas variedades de cerezo para la Región de Murcia, con objeto de evitar o disminuir la dependencia exterior sobre material vegetal.
4. Insistir en el estudio de nuevas técnicas productivas que ayuden a reducir costes y a mejorar las características físicas y organolépticas de las cerezas para intentar que estas lleguen al consumidor con la mejor calidad de mercado. Así se fomentará el consumo.
5. Avanzar en el uso eficiente del agua de acuerdo con la fisiología de las variedades de cerezo injertadas sobre los patrones que mejor se adaptan a los suelos de la Región de Murcia.

Concepto de calidad en la cereza.

Se definen unos objetivos de calidad para la cereza, en la que debe primar el sabor por encima de otros componentes tales como el calibre o el color. El calibre pequeño (26 mm) puede ser bueno en cereza temprana, y rechazable en cereza tardía, de mejor calidad.

Se puede actuar sobre la composición organoléptica eligiendo el punto más favorable de la recolección. Se puede también conservar durante más tiempo el fruto recolectado con atmósfera controlada. Es asimismo posible mantener verde el “rabo” de la cereza durante más tiempo con una adecuada humedad en frigorífico. El sistema de cultivo también influye en el aumento de calibres superiores y en contenido en azúcares. La **calidad máxima** se consigue desde el árbol a la mesa, pero solo es posible esta práctica cuando el árbol está a la puerta de la casa. Para la cereza que se destina a los centros de venta puede encontrarse para cada variedad una fecha óptima de recolección en la cual las condiciones organolépticas del fruto son óptimas para que este llegue y se mantenga en las mejores condiciones para el consumidor. Tales condiciones determinan, junto con las operaciones de manipulación, normalización, transporte y determinan la **calidad de mercado**. La actuación en cada uno de los procesos anteriores, junto con los adecuados cuidados culturales permite afirmar que **la calidad se gestiona**. Los productores con más éxito en los mercados han ofertado una **calidad garantizada** definida por características concretas fácilmente mensurables. La calidad garantizada elimina la imagen negativa de lo cultivado frente a lo silvestre o **natural**, que en numerosas ocasiones presenta una calidad baja o nula.

Evaluación de la calidad de la cereza.

Se resume un trabajo sobre calidad de la cereza recolectada en la explotación “El Olmico”, ubicada en Cieza. Los árboles están plantados a 2 x 3,5 m, y se cultivan con fertirrigación por goteo con 2 goteros árbol en suelo margoso calizo. Se han formado los árboles en vaso de brazos múltiples. Se hizo una primera plantación con 17 variedades sobre SL 64 el 28 de enero de 2002. Posteriormente (22/03/02) se incorporaron tres nuevas variedades injertadas sobre *Adara/Mariana*.

En 2007, los resultados mostraron diferencias varietales en fechas de recolección y en calidad de los frutos recién cosechados. Así, la variedad más precoz en estas condiciones de cultivo fue *Early Bigi* y la más tardía *Lapins*. Por otra parte, las cerezas de mayor tamaño fueron las de la variedad *Early Bigi* y las de menor tamaño las de *Chelan*. También hubo diferencias importantes en sólidos solubles totales (SST) y acidez entre variedades. Así, los SST oscilaron entre 24 (*Sylvia*) y 15 °Brix (*Satin*) y la acidez entre el 1.2 % (*Cashemire* y *Sylvia*) y el 0.8 % (*Satin* y *Lapins*), en el estado de maduración comercial. La acidez aumentó en la mayoría de las variedades durante el crecimiento y maduración del fruto, pero encontramos variedades en las que la acidez no sufrió cambios importantes durante la maduración.

En las diez variedades estudiadas, se pudo observar que los distintos parámetros del color pueden ser un buen índice de maduración, que nos indicarían el momento óptimo de recolección, ya que cuando el fruto alcanzó su color característico según la variedad, se alcanzaron también los niveles óptimos de sólidos solubles, acidez y firmeza, que determinan el grado máximo de aceptabilidad por el consumidor.

En 2008 se determinaron diversos parámetros sobre calidad de la cereza. Así, en la figura 1 se presenta la evolución del crecimiento del fruto (altura, diámetro y volumen) con respecto a los días transcurridos desde la plena floración de la variedad *Lapins*. El crecimiento del diámetro se incrementó rápidamente a los cuarenta días de la plena floración. Lo mismo sucedió con el volumen y con la altura. El peso del fruto en la recolección, expresado en gramos, fue de 11,6 (*Early Bigi*), 9,8 (*Primulat*), 9 (*Sonata*, *Cashmere* y *Sylvia*), y 8 (*Burlat*, *Chelan*, *Santina* y *Satin*).

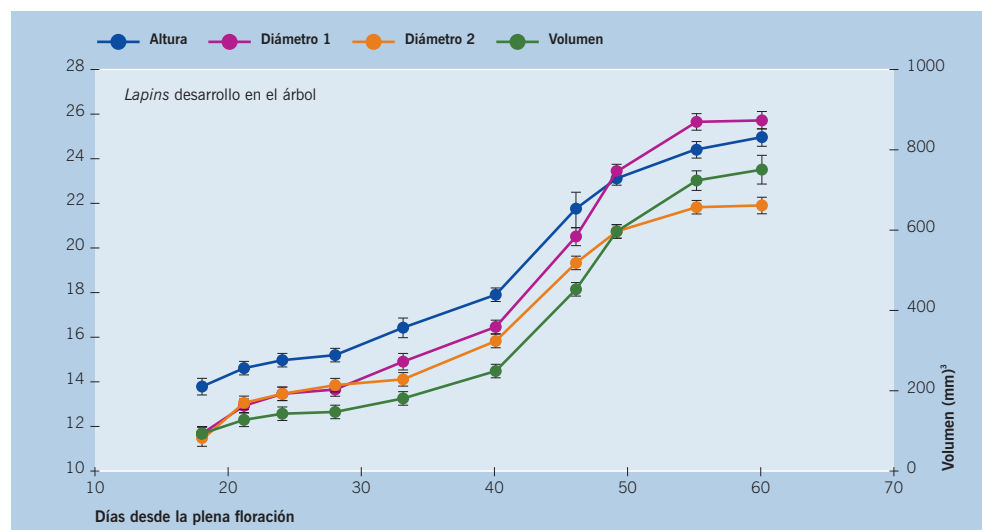


Figura 1 Evolución del crecimiento del fruto (altura, diámetro y volumen) con respecto a los días transcurridos desde la plena floración de la variedad *Lapins*.

La cereza presenta un patrón de maduración del tipo no climatérico. La tasa de respiración disminuyó a lo largo del crecimiento y maduración de las cerezas. La mayor tasa en recolección se registró en *Primulat* (88,3 mg/kg/h), y la menor tasa correspondió a *Lapins* (53,6 mg/kg/h).

La producción de etileno presentó constantes altibajos, lo que parece indicar que los picos pueden estar relacionados con cambios fisiológicos como color, lignificación del hueso.

Se observaron diferentes pautas de comportamiento según la variedad. Así, *Sonata*, (0,5 nL/gh), presentó la menor tasa de producción etileno, y *Cashmere* (2,47 nL/gh) registró la mayor tasa.

La evolución de la firmeza, medida en N/mm muestra valores altos en las primeras medidas en todas las variedades, pero desciende rápidamente con la fase de crecimiento rápido del fruto, cuando las células aumentan de tamaño por acumulación de solutos y entrada de agua en su interior. Las células en este estado confieren una menor resistencia al fruto (figura 2).

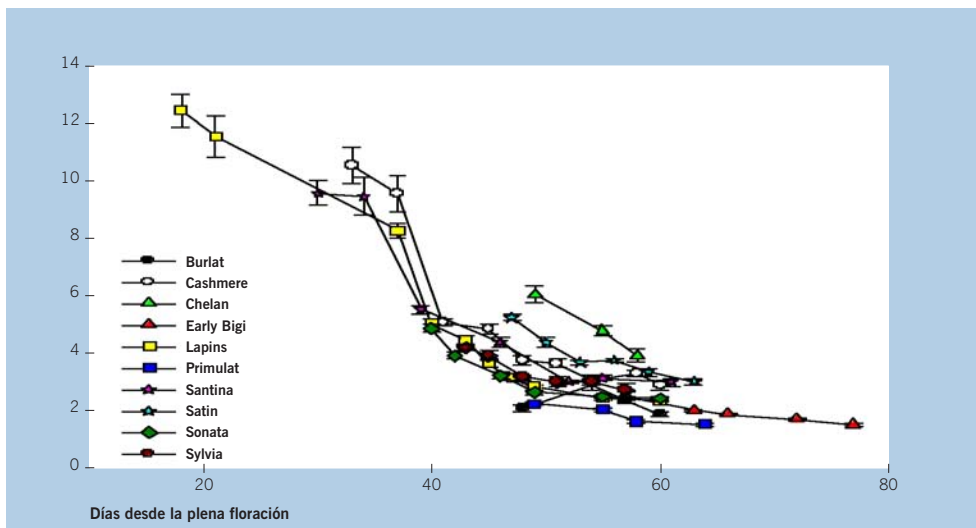


Figura 2 Evolución de la firmeza del fruto medida en N/mm en diez variedades de cerezo cultivadas en Cieza, Murcia.

Los sólidos solubles totales, medidos en ° Brix, aumentaron coincidiendo con la fase de crecimiento rápido del fruto. Los valores más altos se registraron en el último muestreo en cada variedad, pero diferían dichos valores según la variedad, que diferían en dulzor. Las variedades con mayor contenido en azúcares fueron *Burlat* y *Cashmere*.

Compuestos fenólicos de diferentes variedades de cerezas.

En mayo de 2007 se enviaron a la Universidad Católica de Murcia muestras de cerezas maduras procedentes de La Alberca (IMIDA) y de Jumilla (CIFEA) para analizar su contenido en compuestos fenólicos como medida de referencia de su capacidad antioxidante.

Para la determinación de los fenoles totales se utilizó el Método de Folin-Ciocalteu, y se expresan los resultados como equivalentes de ácido gálico por gramo de cereza. Los compuestos fenólicos se han analizado por HPLC. La cuantificación de los antocianos se ha realizado a 510 nm y se han cuantificados como cianidina 3-glucósido. Los derivados del ácido hidroxicinámico se han determinado a 320 nm como ácido clorogénico, y los flavonoles a 360 nm como rutina. El análisis de capacidad antioxidante se midió por el método Brand-Williams (DPPH). Como resultado de estos análisis se han identificado 4 antocianos: cianidina 3-rutinósido, cianidina 3-glucósido, peonidina 3-rutinósido y peonidina 3-glucósido. El antociano mayoritario en todas las variedades analizadas es la cianidina 3-rutinósido. La variedad *Ruby* presenta la mayor concentración total de antocianos en los dos estados de maduración, seguida de la variedad *New Star*. La variedad con menos

antocianos en los dos estados de madurez fue *Early Bigi*. En todas las variedades se observó un aumento de la concentración de antocianos con la maduración (tabla 1).

Tabla 1 Concentración de antocianos, flavonoles y derivados hidroxicinámicos de diferentes variedades de cereza en diferentes estados de maduración.

Variedad/Patrón	Antocianos totales (µg/g)		Flavonoles totales(µg/g)		Dvds hidroxicinámicos (µg/g)	
	1 ^{er} estado de madurez (23/05/07)	2 ^o estado de madurez (31/05/07)	1 ^{er} estado de madurez (23/05/07)	2 ^o estado de madurez (31/05/07)	1 ^{er} estado de madurez (23/05/07)	2 ^o estado de madurez (31/05/07)
Ruby/ SL 64	282,7±7,9	530,1±11,9	13,3±0,8	41,0±10	217,1±20,8	249±4,8
New-Star/Cap	190,7±5,9	240,2±63,2	8,9±1,8	8,5±2,3	238,6±18,6	216,1±5,7
6-47/SL 64	209,6±7,3	237,2±5,6	26,7±3,6	28,19±3,8	448,6±12,3	273,4±
New Star/SL64	258,6±6,8	470,4±26,2	16,1±2,7	23,8±2,7	356,9±27,3	247,9±15,7
Brooks/ SL 64	235,2±5,2	436,0±5,2	20,1±2,5	26,7±5,2	243,8±13,4	207,7±16,9
Early Lory/ SL 64	171,9±5,6	338,8±1,5	5,9±1,4	16,6±4,1	54,5±4,5	16,6±4,1
Primulat/SL 64	122,3±0,4	268,5±4,3	9,7±0,6	9,8±1,1	254,7±16,4	300,1±6,5
Early Big/ SL 64	108,9±4,4	210,9±5,4	4,9±2,1	11,1±2,7	56,4±5,6	58±4,2

Los flavonoles identificados fueron la quercetina 3-glucósido y la quercetina. El mayor contenido de flavonoles se obtuvo en *Ruby* en los dos estados de maduración. No todas las variedades incrementan la concentración de flavonoles con la maduración (tabla 1). La variación en la concentración de derivados hidroxicinámicos no sigue la misma dinámica en todas las variedades de cerezas analizadas, en algunas variedades aumentan su concentración con la maduración y en otras la disminuyen.

Las variedades con mayor actividad antioxidante fueron *Ruby*, *New Star*, *6-47* y *Brooks*, mientras que la variedad que presenta una menor actividad antioxidante fue *Early Lory*. En general esta actividad antioxidante aumenta con la maduración (figura 3). Las variedades con mayor concentración de fenoles totales en el estado de madurez inicial fueron *New Star*, *6-47* y *Brooks*. La variedad *Ruby* es la que presenta mayor concentración de fenoles totales (mg/L) en el grado de madurez superior. Las variedades con mayor concentración de fenoles totales registraron mayor actividad antioxidante.

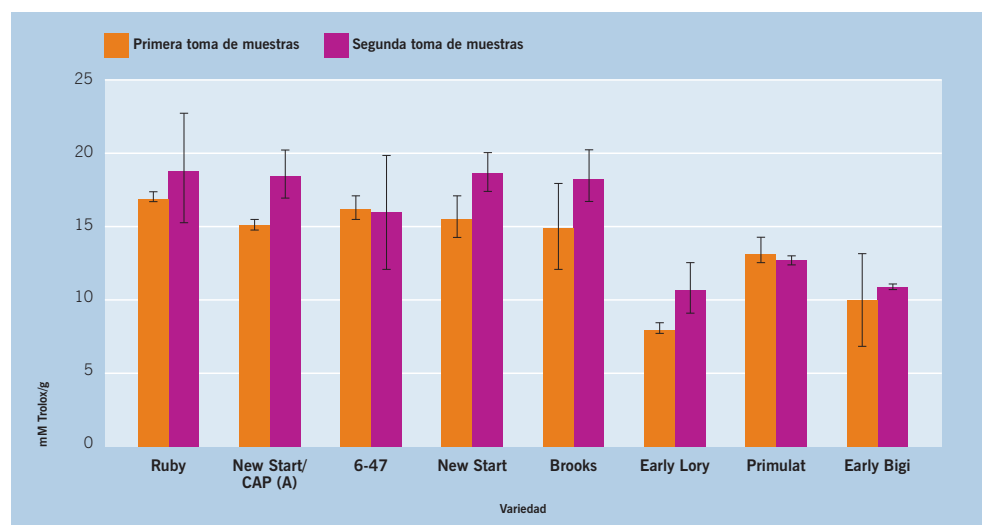


Figura 3 Actividad antioxidante de diferentes variedades de cereza en diferentes estados de maduración.

Desde el punto de vista de contenido en fenoles y antocianos, y en capacidad antioxidante, las variedades más interesantes procedentes de Jumilla serían *Ruby*, seguida de *New Star*, y de *Brooks*.

Los valores medios y las desviaciones típicas de los compuestos analizados en las variedades cosechadas en La Alberca se incluyen en las tablas 2, 3, 4 y 5. El coeficiente de correlación entre los fenoles totales y la actividad antioxidante es de $0,578 < 0,6$ por lo que no es significativa la correlación entre ambos parámetros.

Tabla 2 Contenido medio ($\mu\text{g/g}$) de cianidina-3 glucósido y cianidina-3-rutinósido.

	Cianidina 3-gluc $\mu\text{g/g}$	Cianidina 3-rutinósido $\mu\text{g/g}$	Totales $\mu\text{g/g}$
Chelan	$2,7 \pm 0,7$	$19,8 \pm 2,8$	22,4
Riaño	$17,5 \pm 4,7$	$96,6 \pm 13,4$	114,1
Tieton	$9,0 \pm 1,1$	$45,4 \pm 3,0$	54,4
Cashmere	$12,0 \pm 2,9$	$48,3 \pm 7,0$	60,4
Cristal	$10,7 \pm 3,1$	$70,3 \pm 12,8$	81,1

Tabla 3 Contenido en catequina y quercetina ($\mu\text{g/g}$).

	Catequina $\mu\text{g/g}$	Quercetina $\mu\text{g/g}$	Total $\mu\text{g/g}$
Riaño	$18,3 \pm 0,7$	$4,1 \pm 0,3$	22,4
Tieton	$5,5 \pm 0,6$	$4,7 \pm 0,6$	10,2
Cashmere	$17,2 \pm 3,9$	$4,5 \pm 1,1$	21,7
Cristal	$18,3 \pm 0,7$	$4,1 \pm 0,3$	22,4

Tabla 4 Contenido en ácido cafeoiltartárico, ácido 3p-cumaroilquinico y en un contenido clorogénico no identificado, expresado en $\mu\text{g/g}$.

	Ácido cafeoiltartárico	Ácido 3 p-cumaroilquinico	Derivado clorogénico no identificado	Total
Chelan	$60,2 \pm 5,0$	$11,9 \pm 0,6$	$4,3 \pm 0,5$	22,4
Riaño	$85,7 \pm 5,7$	$92,8 \pm 4,9$	$12,4 \pm 0,7$	114,1
Tieton	$115,8 \pm 2,0$	$30,4 \pm 0,5$	$9,8 \pm 0,3$	54,4
Cachemire	$88,4 \pm 8,3$	$138,9 \pm 7,5$	$18,7 \pm 1,8$	60,4
Cristal	$83,0 \pm 10,7$	$128,7 \pm 6,2$	$17,0 \pm 2,2$	81,1

Tabla 5 Fenoles totales: suma de flavonoles, catequinas, antocianos y derivados del ácido clorogénico ($\mu\text{g/g}$) y actividad antioxidante (Mm Trolox/g cereza).

	Totales $\mu\text{g/g}$	Mm Trolox/g de cereza
Chelan	98,8	156,1
Riaño	327,3	225,3
Tieton	220,5	124,4
Cashmere	328,0	231,8
Cristal	332,4	159,2

Sin embargo, los coeficientes de correlación lineal entre los valores medios de los compuestos fenólicos analizados con respecto los valores medios de la actividad antioxidante por gramo de cereza solo fueron significativos para los compuestos cianidina 3-glutamato (0,675), catequina (0,745), y ácido 3 p-cumaroilquinico (0,651).

(Pilar Zafrilla, Begoña Cerdá, Juana Morillas, F. G. Caravaca, Fernando Figueroa, Juana Mulero)

Campaña de cereza de 2007 en la Región de Murcia.

Si la campaña de 2006 fue la de producción más alta de los últimos 5 años, la de 2007 se ha estimado en un 30 % y en un 25% de aquella en el Altiplano y en el NO respectivamente. En las explotaciones murcianas con moderna tecnología de fertirrigación, con buena gestión del suelo y del árbol, los precios altos han beneficiado a más del 50% de la cosecha., lo que parece confirmar la necesidad de cultivar con conocimiento de la fisiología del cerezo en cada ambiente. El precio medio de la cereza en Jumilla se estimó por encima de 3 euros pagados al productor. Incluso se vendió la cereza ligeramente rajada para consumo inmediato a la recolección, antes de que se produjeran fermentaciones perjudiciales no deseadas como consecuencia de la rotura de la epidermis. Las bajas producciones se atribuyen a una climatología adversa en el periodo de floración y cuajado, con incidencias de heladas tardías, más acusadas en el Altiplano, y con frecuentes lluvias y fuertes vientos que perjudicaron la fecundación. Por otra parte, la falta de frío en los primeros meses de invierno dio lugar a una floración muy escalonada.

Las malas condiciones en la polinización han arruinado las cosechas de las plantaciones experimentales de Cieza, con producción muy baja o nula. Incluso las polinizaciones artificiales del programa de mejora genética del IMIDA han fracasado en Cieza. En este caso los fuertes vendavales secaron el pistilo desnudo de la flor artificialmente polinizada, impidiendo la normal fecundación. Sin embargo, los árboles que se estudian en La Alberca (IMIDA), produjeron satisfactoriamente porque la climatología no fue demasiado perjudicial para cerezo durante la floración y el cuajado.

Comportamiento del patrón de cerezo INRA SL 64 en la Región de Murcia.

En La Alberca se han arrancado los cerezos injertados sobre SL 64 en Diciembre de 2007, a los 5 años de la plantación. El suelo que ocupaban es rico en yeso, compacto, con elementos gruesos, conocido en la zona como 'tierra roya', que se utilizaba antiguamente para impermeabilizar cubiertas tipo terraza. La mayoría de estos árboles estaban secos y otros presentaban síntomas de decaimiento que presagiaban una próxima muerte. Examinado el sistema radicular de los árboles arrancados se pudo comprobar que el crecimiento de las raíces era muy limitado. No se apreció un equilibrio adecuado entre la masa de raíces y la parte aérea. En las figuras 4 y 5 se puede apreciar el tamaño de



Figura 4 Arranque de cerezos sobre SL 64 a los 5 años de la plantación. Se aprecian síntomas de asfixia radicular y pobres crecimientos de raíces.

Figura 5 Detalle del desequilibrio entre la masa de raíces y la copa el árbol.

la copa del árbol y la pobreza del sistema radicular del patrón SL 64. Este dato permite aconsejar nuevamente lo que ya se sabe desde hace años: el pié de *Santa Lucía* no es válido para los suelos de La Alberca en particular, y por extensión tampoco lo es para

otros suelos similares de la Región. Otros cerezos sobre híbrido melocotonero-almendro *Mayor* ubicados junto a los árboles arrancados permanecen vivos y sanos. Por ello parece confirmarse la buena decisión de cultivar cerezos en Murcia sobre los patrones que se adaptan bien a sus difíciles suelos. Tales patrones son básicamente los híbridos de melocotonero - almendro, recomendados principalmente en suelos ligeros y calizos, y los patrones *Mariana*, ambos usados con intermediario de *Adara*.

Por otra parte, en las figuras 6 A y B se pueden observar cerezos sobre *Santa Lucía* de semilla en una plantación de Calasparra que en 2003 estaba en su 2º verdor y ocupaba un suelo margoso típico de la zona. En Noviembre de ese año se empezaron a contabilizar marras. El dueño tomó la decisión de arrancarla ese mismo año.



Figura 6 A Plantación de cerezo sobre *Santa Lucía* de semilla ubicada en Calasparra, en 2º verdor, con árboles que empezaban a morir. B Detalle de árbol moribundo señalado en A. 10 de Noviembre 2003.

Los patrones *Santa Lucía* están únicamente recomendados en suelos sueltos, aunque algunas plantaciones de la Región hayan mantenido cerezos sobre este patrón durante un periodo más prolongado (12-18 años), pero en este caso se cultivaban sobre caballón con fertirrigación que permitía el drenaje del agua, como se observó en la finca La Jabalina, en Cehegín. A pesar de esta precaución, en las zonas de vaguada en donde terminaba acumulándose el agua morían muchos árboles prematuramente. Dado que en las zonas fruteras de la Región hay pocos suelos ligeros, en general no se deben recomendar las selecciones del patrón *Santa Lucía* en Murcia.

El 12 de Abril de 2007 se observó el estado de una plantación de cerezo sobre *Santa Lucía* de semilla ubicada en Canara (Cehegín), que iniciaba su 6º verdor. Dicha plantación incluía a las variedades 4/70, *Brooks* y *New Star*. En opinión del propietario, la 4/70 es la más precoz y a la que más dinero le saca. La de mejor calidad es *Brooks*, y la más tardía *New Star*. En esta plantación también se han incluido 7 cerezos sobre CAB 6 (selección EM de *Prunus cerasus*). Los árboles sobre *Santa Lucía* empiezan a morirse en el 5º verdor en las condiciones de suelo margoso de la plantación. Por ello el propietario ha introducido algunos árboles sobre CAB 6, que a pesar de su abundante emisión de sierpes, parecen comportarse mejor que *Santa Lucía* en estos suelos margosos.

Plantación de referencia de patrones tolerantes a *Armillaria-Rosellinia*.

En 2008 han completado su 2º verdor un grupo de árboles ubicados en tres parcelas de la finca Toli (Jumilla) infectadas por *Rosellinia* que permanecen parcialmente ocupadas por variedades de cerezo sobre SL 64, que van desapareciendo paulatinamente por zonas (figura 7) en cada parcela a medida que progresa la enfermedad. En el suelo infectado se replantaron en verano de 2006 diversos plantones de *Newstar* sobre *Mariana 2624* y sobre *Mayor* con intermediario de *Adara* en las líneas donde se habían arrancado los cerezos afectados por el hongo.



Figura 7 A partir del 5º año empezaron a enfermar por *Rosellinia* los cerezos sobre SL64. 30 de Mayo de 2008.

Figura 8 Replantación en terreno con *Rosellinia* de *Newstar* sobre *Mariana 2624*, *Mayor* y *SL64* como testigo. 30/Mayo/ 2008.

Introducción de nuevos patrones en una parcela ubicada en Bullas.

En una plantación de seguimiento ubicada en el paraje El Portugalés, Bullas, completaron su tercera y cuarta hoja en 2008 las variedades 4/70, *Prime Giant*, *Somerst*, *New Star*, *Serie 57* y *Early Lory* injertadas sobre *Pontaleb* (figura 9). La producción de las variedades de 3º verde ha sido escasa. Sólo ha destacado la de *Brooks*, a pesar de su elevado rajado, y algo menos la de 4-70. En las restantes variedades la producción ha sido inapreciable. En los huecos dejados por las marras contabilizadas, se plantaron en 2007 cuatro *Adara/Mayor* y seis *Adara/GxN 15*, y se sobreinjertaron con la variedades *Brooks*, 4-70, *Prime Giant* y *Somersset*.



Figura 9 **A** Introducción de cerezos sobre patrones híbridos G xN 15 (1), con intermediario de *Adara*, 6 Octubre 2008. **B** Cerezos en 3ª hoja sobre *Pontaleb*, 2 de Abril de 2008.

Todos los injertos realizados sobre *GxN 15* han prendido y las variedades presentan un buen crecimiento, excepto *4-70*, cuyo crecimiento ha sido escaso. Lo mismo ha ocurrido sobre *Pontaleb*: todas han crecido bien en 3ª hoja salvo *4-70*, que además presentó gomosis y hojas abarquilladas. La falta de crecimiento de *4-70* podría estar relacionada con problemas de compatibilidad entre patrón e injerto. Los injertos sobre *Mayor* no han prendido y se han reinjertado nuevamente.

Floración y cuajado en Jumilla, 2007 y 2008.

En 2007 se tomaron en la finca Toli (Jumilla) ramos de las variedades de cerezo *Early Bigi*, *Early Lory*, *Primulat*, *Prime Giant*, *S-57* y *Sweet Heart*, injertadas sobre el patrón SL-64. Las fechas de recogida de ramos fueron los días 4, 11, 18 y 26 de Enero, y 2, 9, 16 de Febrero de 2007. Tales ramos, recolectados con yemas en estado fenológico de reposo (estado A), se pusieron en cámara climatizada a 25 °C, en recipientes que contenían una solución de sacarosa al 2% en agua. A los 10 días de estar en la cámara se contaron las yemas que habían evolucionado a estados B o más avanzados. Con los datos obtenidos se calcularon los porcentajes de **yemas evolucionadas a estado B o más avanzado**. No se encontraron diferencias significativas entre variedades.

En Jumilla sería suficiente una acumulación de horas frío como las incluidas en dicho cuadro para obtener una floración normal.

Tabla 6 Mínimo de horas frío acumuladas en Jumilla (Murcia) en los meses de recogida de muestras de ramos de cerezo en finca Toli, Jumilla.
Fuente: SIAM (<http://siam.imida.es/siam.htm>).

Periodo	Horas frío (<7°C)	Richardson
Octubre - Diciembre 2006	233	290
Octubre 2006- Enero 2007	313	425

El 15 de Marzo de 2007 se registró una helada en Jumilla de - 4° C que coincidió con el estado fenológico de *botón rosa*. Conviene aquí recordar que el 7 de Marzo ya había flores en estado F y frutos cuajados en La Alberca. El cuajado inicial de la variedad *Prime Giant* tuvo lugar a partir del 9 de Abril, y se dio por finalizado el 13 ó el 14 del mismo mes. Sin embargo, *Brooks*, *Early Lory*, *Early Bigi*, *S 57* y *Sweet Heart* empezaron el cuajado unos días antes (1-8 de Abril). La floración fue muy escalonada, atípica, y podría ser la consecuencia de las altas temperaturas registradas en Enero y del frío y la lluvia del mes de Abril (figura 10).

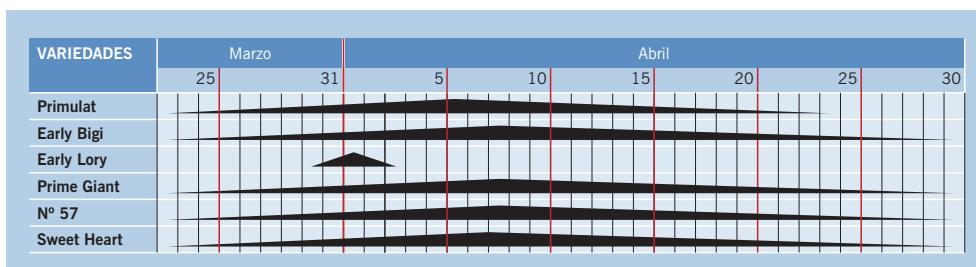


Figura 10 Diagrama de evolución de la floración del cerezo en finca Toli, Jumilla, en 2007.



Figura 11 18 de Mayo de 2007. Cuajado inicial y caída del fruto en Prime Giant. **A** Detalle de los frutos que van a caer, con una zona coloreada prematuramente, sin clorofila. **B** Cuento de 23 frutos coloreados antes de caer sobre un total de 66 frutos cuajados.

Por su parte, *Prime Giant* presentó un buen cuajado, y parece ser que las condiciones climatológicas adversas solo le produjeron un aclareo de fruto (figura 11). El día 18 de Mayo se observó una cosecha muy abundante en esta variedad, con fruta bien repartida en todo el árbol. *S 57* tenía poca flor, y posteriormente dio una cosecha baja, aunque aceptable, lo que es un buen resultado, ya que es la variedad más complicada para producir en la zona. Por su parte, *Brooks* tenía una buena cosecha. Sin embargo *Sweet Heart* y *Early Lory* rindieron poco fruto. *Early Lory* da un fruto blando, por lo que es necesario recolectarla entera, cuando tiene color, aunque su nivel de azúcares sea bajo.



Figura 12 El 27 de marzo de 2008 se comprobó en la finca Toli que la temperatura mínima fue inferior a 0°C (A), lo que obligó a quemar los botes antiheladas (B y C). Algunas variedades estaban iniciando la brotación y tenían distribuidos los botes antihelada para encenderlos si era necesario (D).

Entre el 25 y el 27 de Marzo de 2008 se registraron temperaturas bajo cero en Jumilla con riesgo de afectar a la flor del cerezo (figura 12a). En la finca Toli las variedades más avanzadas estaban empezando la floración. Para intentar salvar la cosecha se prepararon botes con combustible para quemarlo cuando el sistema antihelada avisara de la incidencia de temperatura por debajo de 0 °C (figuras 12, b, c y d). En 12 a) pueden observar las temperaturas mínimas registradas en a 15 centímetros del suelo. Por su parte, 12 b y c) presentan los botes de combustible antes y después de su uso, y 12 d) la distribución de los botes en la plantación objeto de protección.

Comportamiento de variedades en la comarca del Noroeste en 2008.

En Moratalla, en una parcela de D. Jesús López, han completado su 4º verde las variedades *Early Bigi* y *Early Lori* sobre *Pontaleb*, y *Lapins* y *Sweet Heart*, sobre *SL 64* (figura 13). Han tenido un desarrollo y producción muy buenos, con una cosecha media de 18 Kg/árbol, ligeramente inferior en las variedades tempranas, recolectadas en la primera semana de mayo, y algo superior en la más tardía, *Sweet Heart*, cosechada a mediados de junio. El crecimiento vegetativo, con los dos patrones, es equiparable.



Figura 13 Floración de la parcela el 10 de Abril de 2008.

Por otra parte, en una parcela de observación ubicada en Inazares, se cultivaron las variedades *Sweet Heart*, de 5ª y 7ª hojas, sobre el patrón *SL 64*. En esta pedanía alta de Moratalla se suele recolectar la cereza en la primera semana de Julio. La producción esperada estaba en torno a 4 kg./árbol pero no se recolectó en su mayoría al ser dañada por un pedrisco. El crecimiento vegetativo ha sido aceptable.

También en Inazares, se ubica una parcela de observación de 4 hectáreas con las variedades *Burlat*, *Lapins*, *Summit*, *Sumburst* y *Sweet Heart*, sobre *SL 64*, en su 5º verde. Presentaron en 2008 un buen crecimiento, pero las heladas primaverales y las lluvias durante el periodo de floración dejaron una escasísima cosecha, afectada también por el pedrisco en las variedades más tardías.

En la finca “Derramadores”, Caravaca, las variedades: *4-70*, *Summit*, *Van* y *Burlat*, sobre *SL 64*, han completado su 5º verde. Su crecimiento vegetativo sigue siendo afectado por los topillos. A pesar de las medidas tomadas contra ellos han secado ya en torno a la mitad del arbolado y la producción ha sido escasísima, influida también por el corrimiento de flor debido a la lluvia. Por ello, esta parcela sale de programa en 2009.

En Cehégín, en la finca “La Jabalina”, en una plantación que cumple 18 años en 2008 (figuras 14 y 15), se cultivan las variedades *4-70*, *Rubí*, *New Star*, *Prime Giant*, *Sommerset*, *S-57* y el polinizador *Mr. Early*, injertadas sobre *SL 64*. El día 12 de Abril de 2007 se realizó una visita a la plantación de cerezo de La Jabalina con objeto de observar el estado de la floración en esa fecha.



Figura 14 Estado de la plantación de cerezo de La Jabalina el 12 de Abril de 2007. Fuerte escalonamiento en la floración atribuible a la falta de frío.

Figura 15 Detalle de la coincidencia de hojas y de flores abiertas en cerezo el 12 de Abril de 2007 en La Jabalina. Árboles de 14 años sobre Santa Lucía.

En Mayo de 2007 se comprobó la presencia de la producción de La Jabalina en Mercamurcia, clasificada como cereza Extra y 1ª clase.

Han presentado una cosecha de media a buena, en la que parte de ella no se recogió por cuestiones ajenas al comportamiento del cultivo. El crecimiento vegetativo fue bueno hasta que en verano se defoliaron, probablemente por un problema de fitotoxicidad. En septiembre estaban rebrotando, y algunas variedades habían florecido nuevamente, por lo que todo apunta a una pérdida de cosecha para el año 2009. El polinizador *Mr. Early* ha sido eliminado.

Recolección 2008 en Finca Toli

En 2008, todos los días comprendidos entre el 8 y el 18 de Mayo, y el 27 y el 31 del mismo mes registraron lluvia en Jumilla, en plena época de recolección.



Figura 16 A Nave de acondicionamiento de cereza. B Detalle de calibradora de cereza desarrollada en la finca Toli. C) Variedad S-57 de gran calibre, recogida el 30 de Mayo de 2008.

Por esta causa la cosecha de cereza sufrió importantes perjuicios en Finca Toli. Algunas variedades, como Brooks, no se recogieron por rajado del fruto. La persistencia de las lluvias impedía la recolección del fruto en condiciones adecuadas. La variedad S-57, la última en recolectarse, produjo bien y pudo aprovecharse en gran medida. Esta explotación comercializa su propia producción. El calibrado y destrío del fruto se realiza con maquinaria desarrollada en la propia explotación (Figura 16).

Técnicas de cultivo.

Ensayo preliminar: rebaje de otoño frente a rebaje de primavera.

En la finca experimental del IMIDA 'Hacienda Nueva', ubicada en El Chaparral, se ha diseñado un ensayo de poda para observar la respuesta de la brotación en la primavera siguiente, ya que existe la creencia de que se va a producir una nueva producción de rebrotes situados en zonas más bajas del árbol si se practica este despunte en otoño en lugar de hacerlo en primavera, antes de la floración o incluso ya iniciada esta. La amenaza que se presenta cuando se practica el rebaje otoñal consistiría en un mayor riesgo de enfermedades que pueden infectar a las plantas a través de los cortes de poda.



Figura 17 3 Junio 2008: **A** Vista general de la colección de cerezo de Hacienda Nueva. **B** primer rebaje a tres brazos.



Figura 17 3 de Octubre de 2008: **A** Vista general de la colección. **B** 2º rebaje de los brotes crecidos después del 1er rebaje.

En Marzo de 2007 se plantaron los patrones *Adara/Mariana 2624* a raíz desnuda, y en Junio del mismo año se injertaron con variedades de cerezo para formar una colección *ex situ*. A principios de Junio de 2008 la colección presentaba el aspecto indicado en la figura 42A, con árboles ya despuntados a tres brazos para iniciar la formación en vaso de brazos múltiples (figura 17B). El día 3 de Octubre de 2008 las plantas habían crecido como se muestra en la figura 18A, y se practicó el segundo rebaje, en cada uno de los árboles de la primera fila de la colección, rebaje que recayó sobre las variedades *Early Bigi*, *Georgia*, *Blaze Star*, *13S-313*, *Liberty Bell* y *Summer Charm* injertadas sobre *Mariana 2624* con intermediario de *Adara*. La figura 43B da una idea del estado de las plantas después del 2º rebaje. En 2009 se tomarán datos de daños por enfermedades y número de rebrotes conseguidos en función de la altura.

Marcos de plantación

En la figura 19 se puede observar el porte de la variedad *Prime Giant* sobre *SL 64* el día 5 de Mayo de 2007, a principios de su décimo verdor. Su marco de plantación, de 4 x 3 metros, parece algo reducido y tiende a sombrear en exceso el interior del árbol, lo que da lugar a una menor producción en las zonas más bajas. Para remediar el parte este inconveniente se recurre a una poda de aclareo de ramos que permita el paso de la luz al centro de la copa del árbol. Es difícil de regenerar la vegetación de las partes más bajas. Sin embargo, la aplicación de *Promalina*® parece estimular la brotación de yemas basales de las ramas principales y reconstruir el árbol.



Figura 19 Árboles de 10 años sombreados en exceso a las distancias 3 x 4 metros.

Entrada en producción de las plantaciones de cerezo.

Finca Toli, Jumilla

En invierno de 2005 se plantaron, en la Finca Toli de Jumilla, patrones Santa Lucía y se cultivaron con fertirrigación por goteo en un suelo pedregoso, calizo, bien drenado, en

donde este patrón tiene un comportamiento aceptable. Creció durante todo 2005 y se condujo a tres brazos. En la primavera de 2006 se hizo en cada brazo un injerto de astilla con una yema de cerezo y se cubre los injertos así realizados con mástic en frío, sin atar (figura 20).



Figura 20 En primavera se hacía un injerto de astilla y se cubría con mástic en frío, sin atar. El prendimiento era muy elevado.

Figura 21 Cerezo reinjertado. Foto del día 5 de Mayo de 2007.

También se ha recurrido a esta práctica cuando se desea cambiar de variedad un cerezo adulto. El porcentaje de prendimiento de injertos con este procedimiento fue superior al 90%. Los fallos se repasaron posteriormente esa misma primavera y la plantación quedó con tres injertos por pie (figuras 21). Hubo tiempo de dar un primer despunte en verano de 2006 para provocar la brotación de yemas con vistas a formar un vaso de brazos múltiples. En Mayo de 2006 ya se había iniciado la brotación de las yemas que iban a constituir los brazos múltiples, y un año después se tenía prácticamente formado el árbol. En 2008, a la 3ª hoja, había una producción significativa de fruta de muy buena calidad. La evolución del crecimiento de los árboles así tratados puede seguirse en la figura 23.



Figura 22 Secuencia de una plantación de cerezo en suelo pedregoso de la finca Toli, Jumilla.

Hacienda Nueva, El Chaparral

En la figura 23 se presenta el crecimiento de unos injertos entre el 3 de Junio y el 10 de Septiembre de 2008. Se plantó en Marzo de 2007 el patrón *Adara/Mariana 2624*, en una parcela de la finca experimental del IMIDA ubicada en El Chaparral.



Figura 23 Colección de variedades de cerezo/ *Adara/Mariana 2624* en El Chaparral, Murcia.

Desde la plantación se cultivaron los árboles mediante fertirrigación por goteo. Se injertaron en Mayo de 2007, colocando dos yemas por pié para asegurar el prendimiento. Se despuntaron en verano de 2007, y en Junio de 2008 ya se habían formado varios brazos principales que en septiembre del mismo año, en su segundo verdor, presentaban el aspecto indicado en la figura 2. Es posible que alguna de las 80 variedades de esta parcela pueda dar muestra de fruta en 2009.

Mejora genética

Continúa observándose en la finca experimental del IMIDA ubicada en El Chaparral el crecimiento de la progenie procedente de los cruzamientos realizados en cerezo en 2006. Los árboles, plantados a 3,5 x 1 metros, han completado su 2º verdor en 2008. Se vienen regando por goteo con fertirrigación. Se han producido 6 marras atribuibles a encharcamiento. Se ha corregido a la baja el aporte de agua para evitar en lo posible la incidencia de nuevas pérdidas por esta causa. ■

■ Participación del IMIDA en la Acción COST 873, “Enfermedades bacterianas de frutales de hueso y de frutos secos”

Entidad financiadora y Referencia	Acción COST873
Investigador responsable	Diego Frutos Tomás
Equipo	Leonor Ruiz José Enrique Cós Antonio Carrillo Navarro Gregório López Ortega

Cooperación Científica y Técnica (COST) de la Unión Europea

COST es una red de trabajo organizada por la Unión Europea, y en ella se integran 9 Comités en los que participan importantes investigadores de la Comunidad Científica Europea. El control de la calidad científica es la responsabilidad principal de los citados Comités del COST, que se rigen por procedimientos de evaluación realizada por los llamados científicos Senior, que se constituyen el Comité Científico Oficial.

El equipo de Fruticultura, en representación del IMIDA, está participando en la Acción COST 873 'Enfermedades bacterianas de frutales de hueso y de frutos secos', que está vigente durante el periodo comprendido entre el 1.1.2007 hasta el 31.12.2011, y uno de sus miembros, Diego Frutos, lidera el Grupo de Trabajo nº 3 “Recursos Genéticos”.

El IMIDA participa en la referida Acción COST 873, en la que participan 23 países europeos, Australia y Nueva Zelanda. Las iniciativas que se desarrollan se han dividido en cuatro grupos de trabajo: (Poner aquí los nombres de los grupos de trabajo).

2007.- Reunión de Murcia

En París, Francia, en una reunión del COST 873 celebrada en Diciembre de 2006, se eligió a Murcia como sede de la 1ª reunión de los grupos de trabajo 3 y 4). Tal reunión se celebró los días 23 a 25 de Octubre de 2007, y en ella participaron 41 investigadores de 14 países europeos. Se trataba en esta ocasión de exponer y coordinar los trabajos sobre Recursos Genéticos y Estrategias de Control contra enfermedades bacterianas de frutales de hueso y de frutos secos.

La participación española estaba representada por investigadores y técnicos de la Consejería de Agricultura y Agua de Murcia (IMIDA y DGMECA), Universidad Católica “San Antonio” de Murcia (UCAM), Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Instituto de Investigación y Tecnología Agraria de Cataluña (IRTA), Universidades de Santiago de Compostela y de Gerona, y Consejería de Agricultura y Recursos Pesqueros de Asturias. Las bacterias más perniciosas que afectan a los frutales de hueso en Europa son *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Xap), y las del género *Pseudomonas*, que afectan a frutos, hojas y madera de melocotoneros, albaricoqueros, ciruelos y cerezos. Por otra parte la bacteria del nogal, *X. arboricola* pv. *juglandis* (Xaj), es una seria amenaza para el desarrollo de las plantaciones de nogal en Europa.

También es objeto de estudio *Agrobacterium tumefaciens*, que vive principalmente en el suelo, y está muy extendida en amplias áreas de Eurasia y de América, y *Xilella fastidiosa*, muy polífaga, procedente del continente americano.

En lo que respecta a Murcia, se concluyó que:

1. Existen dos amenazas potenciales de bacterias para la Región de Murcia: *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, todavía no declarada en España pero con alto riesgo de introducción con los materiales vegetales importados de otros países europeos, y *Xilella fastidiosa*, responsable de enfermedades muy graves en frutales de hueso, vid y cítricos, ya declarada en Serbia, en donde se han establecido la primera barrera de cuarentena.
2. Uno de los inconvenientes de estas enfermedades consiste en que se combaten con derivados del cobre, y éste contamina el medio ambiente, y además genera cepas bacterianas que toleran altas dosis de productos cúpricos, llegando a niveles de cobre tóxicos para las plantas e inocuos o poco eficaces para el control de las enfermedades bacterianas.

2008.- Reunión de Floirac, Lot, Francia

Los días 20 y 21 de Mayo de 2008 tuvo lugar una reunión del Comité de Profesionales de la Acción COST 873 sobre evaluación y control de la bacteriosis del nogal en relación con el clima. Asistieron representantes de Francia, Suiza, Italia y España. Por el IMIDA asistieron Diego Frutos y Manuel Caro que expusieron el tema “Evaluación de *Xaj* en cuatro plantaciones de nogal de la Región de Murcia”. Las conclusiones de dicha exposición son las siguientes:

1. *Xaj* está presente en Murcia.
2. Esta enfermedad se puede controlar en las condiciones de la Región con 4 ó 5 tratamientos anuales de productos cúpricos.
3. Es crucial controlar los primeros brotes de la enfermedad en primavera.
4. Las condiciones de sequedad ambiental y de altas temperaturas del verano ayudan a controlar la enfermedad.
5. Por primera vez en Murcia se han observado e identificado chancros de *Xaj* en el tronco de algunos nogales de la variedad *Chandler*.

Los representantes franceses expusieron la gravedad de la enfermedad en las condiciones de Francia y su control con productos cúpricos mezclados con Mancoceb. Por parte italiana se presentaron resultados de control con productos sustitutivos del cobre.

2008.- Reunión de Atenas

Los días 20 a 23 de Octubre de 2008 tuvo lugar en Atenas, Grecia, una reunión de los cuatro grupos de trabajo de la Acción COST 873 con el tema “Investigación activa para combatir las enfermedades bacterianas de frutales de hueso y de frutos secos”. Asistieron 45 investigadores de 17 países. Por el IMIDA asistieron Diego Frutos y Gregorio López, que presentaron el trabajo “Modelo de propagación de la bacteriosis del nogal bajo condiciones de umbráculo”. Este trabajo permitió demostrar que algunas variedades seleccionadas como resistentes por no manifestar síntomas de enfermedad en condiciones naturales podrían no serlo. La carencia de síntomas estaría relacionada con ausencia o

baja concentración de inóculo bacteriano en condiciones naturales. Por tanto, para seleccionar nogales que puedan ser resistentes ó tolerantes a *Xaj* deben prospectarse poblaciones nativas de nogal en lugares con presencia de bacteria. Las poblaciones candidatas son las de Rumania y Bulgaria, sin descartar las de otros países como Grecia, España y Turquía.

La necesidad de propagar los nogales seleccionados de estas poblaciones condujo a la autorización y financiación de un Curso Internacional de multiplicación del nogal en el IMIDA, durante los días 10 a 12 de Febrero de 2009.

Con respecto a los recursos genéticos, se está poniendo en marcha el intercambio de información entre países COST 873 para elegir unas variedades referencia en las diversas colecciones europeas, estudiar su comportamiento, e investigar mapas genéticos y utilización de marcadores moleculares para la selección asistida de nogales resistentes a *Xaj*. Otros estudios inciden en la investigación de cepas bacterianas antagonistas de *Xaj*, de los que se esperan resultados positivos tanto para la lucha contra esta bacteria como contra *Xap*. ■

■ Selección clonal y sanitaria de la variedad de manzano Pero de Cehegín

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. PR 06-CC-01
Investigador responsable	Diego Frutos Tomás Rafael Ureña Villanueva
Equipo IMIDA:	Antonio Carrillo José Cos José Luis Cenis Leonor Ruiz Celia Martínez Isidro Hita Santos Fernández Gregorio López
OCA del Noroeste:	Monserate Chumillas Pedro J. Guirao

OBJETIVOS

1. Seleccionar el material diverso de *Pero de Cehegín*
2. Documentar el material seleccionado con respecto a la autenticidad varietal y al estado sanitario, y
3. Salvaguardar las selecciones en una colección *ex situ* ubicada en El Chaparral, Cehegín, en la finca Experimental del IMIDA.

RESULTADOS OBTENIDOS

Tipificación de la variedad *Pero de Cehegín* según las normas de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV).

En la figuras 1 A y 1 B se presentan las imágenes de la manzana variedad *Pero de Alcuza*, en la que se han tipificado, de acuerdo con las fichas de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), dos formas distintas: oblonga con cintura (figura 1C), cónica intermedia (figura 1D). También se ha diferenciado una forma intermedia entre las dos anteriores (figura 1B).

En todas ellas, junto con un grupo de manzanas del tipo 5.2 destriadas, se han medido nueve parámetros para la tipificación que se incluyen en el cuadro 1. Solamente se han encontrado diferencias significativas entre los tipos de *Pero* en los parámetros altura, índice de forma y acidez, aunque este último varía entre 2,54 y 2,06 referido a contenido de ácido málico. Los sólidos disueltos (°Brix) y la relación de estos con respecto a la acidez dan idea del grado de dulzor del fruto. Tanto la acidez como el contenido en sólidos solubles, parámetros de gran importancia en definición de la calidad, se podrían mejorar con adecuadas técnicas agronómicas. Otra característica a destacar, no medida en esta ocasión, es el aroma que desprende el fruto en el periodo de climaterio (maduración después de la recolección).

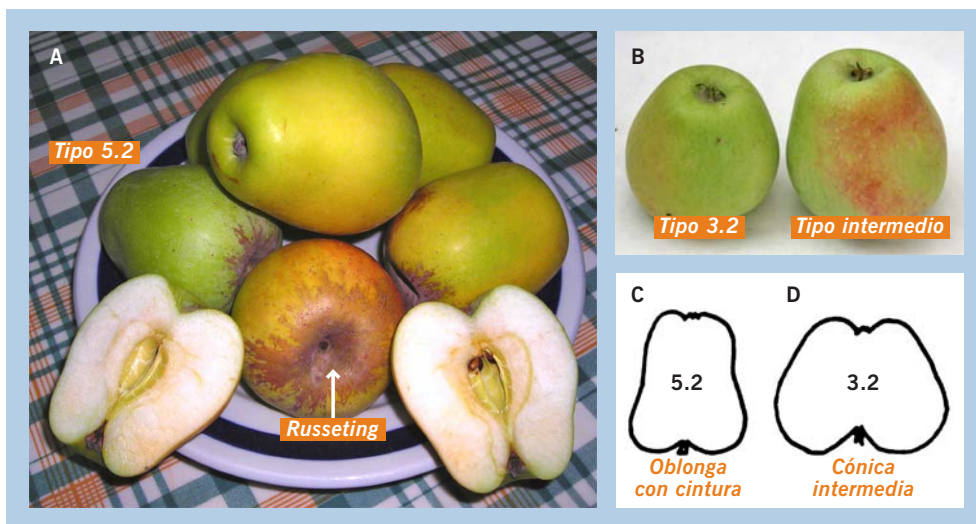


Figura 1 A) Forma del fruto que se asemeja al modelo 5.2 (C) de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), y superficie con russetting alrededor del pedúnculo, característica de la variedad. B) Formas 3.2 UPOV (D) e intermedia entre 3.2 y 5.2. Estas formas se han caracterizado para diversos parámetros (véase tabla 1).

Tabla 1 Diferencias significativas en 9 parámetros directamente medibles indicados en la ficha UPOV de caracterización de las variedades de manzano.

Parámetros UPOV para caracterización del fruto	Tipo 3.2	Tipo 5.2	Intermedios entre 3.2 y 5.2	Destrió tipo 3.2	Nivel de significación (*)
Diametro (mm)	70	66,8	70,1	66,2	N. S.
Altura (mm)	72 a	77 a	74 a	66 b	5 %
Índice de forma (Altura /diámetro)	1,03 a	1,14 b	1,06 a	1,0 a	5 %
Peso (g)	151	150	154	141	N. S.
Sólidos disueltos (°Brix)	14,4	13,6	14,5	14,8	N. S.
Acidez (referida a ácido málico)	2,06 a	2,23 c	2,08 b	2,54 d	5 %
Balance °brix / acidez	6,99	6,10	6,97	5,83	N. S.
Russetting en zona peduncular (% de la superficie total)	11	6	11	12	N. S.
Dureza de la pulpa	5,8	5,2	6,0	4,8	N. S.

(*) N.S. = Diferencias no significativas. Los valores acompañados con distinta letra son diferentes al nivel del 5%.

Características agronómicas: Entrada en producción y caída de frutos.

El material de Pero de Cehéginc recibido en Febrero, que en principio eran 9 clones, se injertaron a la inglesa y se forzaron en cámara cimatizada durante 15 días, se plantaron en macetas y se cultivaron en invernadero hasta la llegada del buen tiempo. De allí pasaron a umbráculo hasta la plantación en campo (figura 2A), que se produjo en la primera semana de Julio de 2006 en Hacienda Nueva (El Chaparral). En la primera semana de Septiembre la plantación había superado los fuertes calores del verano y el 20 de Septiembre de 2006 presentaba el aspecto de la figura 2B). En Septiembre de 2007 se producía una muestra de cosecha en los árboles (figura 2C), conducidos en eje central con una pequeña intervención en poda de formación. En 2008 no se aclararon los frutos de la cosecha con la intención de ver hasta donde eran capaces de producir, y se han obtenido como media 0,9 kg /árbol de frutos, de los cuales un 25% se recolectaron en el suelo. Será necesario en el futuro tomar alguna medida para aprovechar esta importante cantidad de cosecha desprendida del árbol. Una posible solución consistiría en acercar la cosecha al suelo con el uso de patrones enanantes, y colocar en el suelo algún material que amortigüe el impacto. Con ambas medidas se conseguiría abaratar los costes de recolección y los daños por impacto en el suelo.



Figura 2 Las plantas se injertaron en Febrero de 2006 sobre el patrón M7 y se cuidaron en maceta en marzo, en invernadero, de donde pasaron a umbráculo hasta la plantación en campo, en Julio de 2006. **A** Plantas en campo en Septiembre de 2006. **B** En septiembre de 2007 se habían formado los ejes centrales. **C** Tamaño del árbol y recolección en Noviembre de 2008.

Identificación genética con microsatélites y estado sanitario.

El uso de los marcadores moleculares *ch03d07*, *ch01e12*, *ch2h11a*, *hi4a02*, *ch01f12*, *ch01fo2*, *o5g8*, *ch01h01*, *ch02d08* y *ch02c06* en la determinación de la autenticidad genética de los nueve clones seleccionados, confirmaron que **los nueve clones eran genéticamente iguales**, por lo que sus diferencias fenotípicas sólo podían ser debidas a influencias ambientales.

Por otra parte, en las muestras tomadas el 6 de Junio de 2007 en la parcela de El Chaparral se analizaron los virus *ApSP* (*Apple Stam Pitting*), *ApP* (*Apple Proliferation*), *ApSG* (*Apple Stem Growing*), *ToRSV* (*Tomato Ring Spot*, cepa *Cherry*), *ApMV* (*Apple Mosaic*) y *ApCLSV* (*Apple Chlorotic Leaf Spot*). Los resultados fueron negativos, lo que indicó que el material de *Pero de Alcuza* seleccionado estaba **libre de virus**.

Estos dos importantes y rápidos hallazgos permitieron ahorrar tiempo, puesto que gracias a ellos se pudo prescindir tanto del saneamiento como de la caracterización morfológica de cada uno de los clones.

Plantaciones de *Pero de Alcuza* en Cehegín.

En la Jornada celebrada en Cehegín el 20 de Noviembre de 2007 el Director General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria se comprometió a promover la propagación de 3000 árboles para entregarlos a los agricultores más avanzados para cultivarlos con fertirrigación por goteo. Como resultado de este compromiso, se encargó a un vivero la propagación de los plantones de *Pero de Alcuza* bajo la directa supervisión de los investigadores. El 11 de Abril de 2008 se realizó una visita al vivero colaborador con objeto de comprobar el estado de los plantones e iniciar la planificación de las parcelas de Cehegín destinadas a este cultivo. En la figura 3 puede apreciarse el estado de las plantas en dicha fecha.

Noviembre de 2008 se han distribuido 4000 plantones de *Pero de Alcuza/ M7* en diversas parcelas del municipio de Cehegín. En la figura 4 se puede apreciar la llegada de un contingente de planta a Cehegín (fig. 4 A), muchas de las cuales ya presentaban cosecha (fig. 4 B). La figura 4 C muestra los árboles plantados en verano de 2008 con fruto. Esta iniciativa se orienta hacia la obtención de una denominación de origen, que podría obtenerse cuando haya una producción significativa de esta variedad de manzana.



Figura 3 11 de Abril de 2008: visita al vivero colaborador encargado de producir los plantones de *Pero de Alcuza* para Cehegín. **A** De izquierda a derecha, el Director General, el investigador responsable del proyecto, el Jefe de la OCA del Noroeste y el Alcalde de Cehegín. **B** Una planta de tamaño medio mostrada por el Jefe de la OCA. **C** Vista general de los plantones de *Pero de Alcuza* el día de la visita.



Figura 4 **A** Partida de plantones de *Pero de Alcuza* depositadas en un vivero Cehegín para su distribución en las plantaciones experimentales. **B** Algunas de estas plantas ya tenían muestra de fruto. **C** Ensayo en El Chaparral de poda de formación que se plantó en Julio de 2008. Foto del 3 de Octubre del mismo año.

Plantaciones experimentales.

Hacienda Nueva, El Chaparral.

Se estableció un ensayo de patrones que incluye a las selecciones *M9*, *M26*, *M7* y *MM106*, y otro sobre formas de poda de sobre el patrón *M7*. Dichos ensayos se plantaron en Hacienda Nueva en Julio de 2007 y de 2008 respectivamente.

CONTINUIDAD DE LOS TRABAJOS SOBRE EL PERO DE CEHEGÍN

Es necesario aportar datos sobre las parcelas experimentales ya existentes. Para ello se ha previsto la incorporación de las parcelas de *Pero de Alcuza* a un programa de Experimentación Regional puesto en marcha para la introducción del cerezo en la Región de Murcia, que se ampliaría con las parcelas de *Pero*.

Paralelamente parece que las organizaciones locales de agricultores se han comprometido a la prospección del mercado, a la normalización y a la comercialización de la cosecha de *Pero de Alcuza*. Esta iniciativa impulsará sin duda el cultivo de esta variedad de manzana, emblemática de Cehegín.

Para generar una nueva actividad económica agroalimentaria es necesario a) que exista un producto diferenciado, distinto a lo conocido, b) que se investigue la forma de manipularlo, c) que se produzca y confeccione una cantidad mínima suficiente para normalizarlo, y d) que se distribuya en el mercado. Una actividad de este tipo requiere la contribución de una gran cantidad de medios humanos y materiales.

Estas cuatro condiciones parece que existen en el caso de la variedad local de manzana *Pero de Cehegín* o de *Alcuza*, variedad muy apreciada localmente, y sin duda por eso ha sobrevivido a través del tiempo y de la invasión de otras variedades de la especie que actualmente ocupan los grandes centros de distribución. Por otra parte, en Cehegín también existe una larga experiencia en el tratamiento de la fruta y de su distribución. Por lo tanto podría asegurarse que en esta localidad es posible alcanzar las condiciones c) y d) con relativa facilidad a través de la agricultura y de la industria local. ■

■ Recuperación de variedades locales de albaricoquero, peral e higuera de Abanilla diferenciadas por su calidad

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Proyecto Regional I+D
Investigador responsable	Diego Frutos Tomás
Equipo Coordinador DGMECA: IMIDA:	Rafael Ureña Villanueva Antonio Carrillo Navarro José Cos Terrer Isidro Hita Gambín Leonor Ruiz García José Luís Cenís Anadón Santos Fernández
OCA del Noroeste:	Pedro José Guirao López

OBJETIVOS

1. Seleccionar, caracterizar y conservar diversas variedades de albaricoquero, peral de la variedad Pereta e higuera de Abanilla.
2. Comprobar su estado sanitario y eventualmente eliminar los virus latentes que las parasitan.
3. Establecer en Abanilla diversas parcelas de experimentación para cada especie que incluyan el material recuperado, cultivado con las técnicas más avanzadas y respetuosas con el medio ambiente.

RESULTADOS OBTENIDOS

Introducción.

La fruticultura de Abanilla padece la crisis de los métodos de producción antiguos, no rentables, y de abandono de la actividad frutícola precisamente por esa falta de rentabilidad. Las variedades cultivadas están bajo el cuidado de agricultores veteranos, muchos de ellos en edad de jubilación, que cuidan los árboles como tradicionalmente se ha venido haciendo. Se observaron muchas parcelas abandonadas, y otras que, todavía en cultivo, tenían árboles envejecidos en parcelas con numerosas marras. Los perales *Pereta*, muy viejos en su mayoría, también estaban en condiciones deficientes de cultivo. No se observó ninguna plantación regular con las características de incorporación de técnicas de cultivo avanzadas como las de otras comarcas de la Región.

Frente a esa situación, la **fruticultura** que se propone desarrollar se basa en la **calidad** y en el **valor** del material vegetal seleccionado en Abanilla. Se trata por tanto de potenciar unos productos singulares y saludables, siempre escasos, dirigidos a consumidores de alto poder adquisitivo, dispuestos y acostumbrados a pagar la calidad a buen precio. Para conseguir estos productos diferenciados se requiere un material vegetal que en interacción con las condiciones

ambientales particulares de la localidad, sea capaz de proporcionar las mejores calidades. El proyecto pretende recoger y estudiar estos materiales de Abanilla, sanearlos de virosis si fuera necesario y retornarlos a su origen para cultivarlos con modernas prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente.

Una vez entregado ese material a Abanilla, -su lugar de procedencia-, es necesario que se organice allí una estructura productiva y comercial competente, capaz de dar salida a los productos de esta nueva fruticultura local. Esta tarea depende ya de los empresarios y trabajadores locales, actuando en un marco de libre competencia.

Albaricoquero.

Las variedades de albaricoquero están injertadas sobre ciruelo *Pollizo*. Se observaron numerosas parcelas abandonadas (figura 1). Otras, todavía en cultivo, tenían árboles envejecidos en parcelas con árboles dispersos por causa de las marras habidas. En muchos albaricoqueros viejos se constató la presencia de goma en el tronco. La figura 1 corresponde al único ejemplar conocido de albaricoquero *Damasco Temprano* de todo el municipio de Abanilla. Al visitarlo el día 22 de Junio de 2007 se observó que estaba muy deteriorado, la mitad seco, y con ataques de adultos de gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionia*). Daba la impresión de que su fin estaba próximo. El *Damasco Temprano*, en palabras de José Gaona, agricultor local, se suele recolectar ocho días antes que los damascos más tempranos. Ese mismo día también se seleccionó un árbol de la variedad *Ojal Blanco*, Ojal Blanco, de José Gaona, ubicado en una parcela junto a la casa de Juan “el Molinero”, en Mahoya. Esta variedad es más tardía que los damascos, y de una calidad muy parecida.



Figura 1 Estado del único ejemplar conocido de la variedad de albaricoquero *Damasco Temprano* el día el 22 de Junio de 2007.

Figura 2 Prendimiento de dos injerto de *Damasco Temprano* en verano de 2007.

Se tomaron varetas de todos los árboles seleccionados, que estaban bastante deterioradas en algunos casos, como en ocurrió con *Damasco Temprano*, y con ellas se realizaron en La Alberca entre 5 y 15 injertos/variedad, según las disponibilidades de material, sobre pollizo *Puebla de Soto 101* cultivado en maceta. Pudo salvarse un injerto de *Damasco Temprano* (figura 2), y varios injertos de las restantes variedades. Los árboles injertados se trasladaron en Septiembre de 2007 a un vivero ubicado en “Hacienda Nueva”, El Chaparral,

Cehegín. Los árboles se plantaron en 2008 en una parcela con objeto de obtener material vegetal, sanearlo cuando sea necesario y reintroducirlo nuevamente en Abanilla.

En 2007 se tomaron muestras de frutos de 2 clones de albaricoquero de *Hueso Dulce* que se han diferenciado con los nombres 1 y 2, 3 Damascos (1, 2 y 3) y un *Damasco Tardío*. En la tabla 1 pueden apreciarse el número asignado en campo para la identificación del árbol, el contenido en sólidos solubles (azúcares) expresado en °Brix y el peso medio de los frutos recolectados el 20 de Junio de 2006, y el paraje donde se ubican los árboles cabeza de clon seleccionados.

Tabla 1 Diferencias en azúcares (° Brix) y pesos medios del fruto de seis selecciones de albaricoquero de Abanilla recolectadas el 11/06/07.

Nº	Clon	°Brix (*)	Peso medio (g/fruto)	Paraje del árbol cabeza de clon
4	Hueso Dulce 1	12,5 a	54	El Carril
7	Hueso Dulce 2	13,2 a	46,6	Camino del Margen
3	Damasco Tardío	13,4 a	39,4	El Carril
5	Damasco 3	17,0 b	54,9	El Carril
1	Damasco 1	18,6 bc	37,4	Benicar
2	Damasco 2	19,3 c	34,6	Benicar

(*) Las cifras seguidas de distinta letra son diferentes al nivel del 1 %.



Figura 3 Albaricoques Damascos seleccionados en Abanilla recolectados en los árboles cabezas de clon. Muestras tomadas el 11 de Junio de 2007.



Figura 4 Albaricoques Hueso Dulce recolectados en los árboles cabezas de clon y de Damasco Tardío, todos ellos seleccionados en Abanilla. Muestras y foto tomadas el día 11 de Junio de 2007

Las selecciones *Damasco 2* y *3* son de carne adherente, y las restalles de hueso libre. Sobresale el contenido de azúcares de los Damascos sobre las de *Hueso Dulce*.

Pereta

Al igual que en albaricoquero, no se observó ninguna plantación regular de peretero en el municipio de Abanilla. Los perales variedad *Pereta* también estaban en las mismas condiciones (figura 5). No se observó ninguna plantación regular con las características de incorporación de técnicas de cultivo avanzadas como las de otras comarcas de la Región. En el caso del peral el patrón normalmente usado es *Peral Franco*.

En una primera evaluación de las muestras tomadas se midieron los grados Brix y los pesos medios del fruto el mismo día 11 de Junio, fecha de la toma de muestras para evitar en lo posible las pérdidas de calidad. Las *peretas* de la muestra recogida dieron un peso medio de 8 gramos y 13,2 °Brix.



Figura 5 Peretero sobre franco: árbol viejo, poco cuidado.

Figura 6 Fructificación de Peretas en el árbol seleccionado, correspondiente al día 22 de Junio de 2007.

El material vegetal seleccionado se injertó en La Alberca sobre Membrillero C y se trasladó a Hacienda Nueva, en El Chaparral, donde ya se ha plantado en una parcela para su estudio y conservación.

Breva Negra de Abanilla.

Son estas brevas muy apreciadas por su buen sabor. Con objeto de seleccionar el material vegetal más destacado de estos frutos, el día 22 de Junio, acompañados por José Gaona y Juan “El Molinero” se tomaron muestras de brevas en dos selecciones realizadas en Abanilla. También se observaron las higueras que las producen, que en general están parasitadas por un virus que produce un mosaico (figura 7). La figura 8 presenta una vista parcial de una plantación de higuera negra de Abanilla cultivada en secano.

En la tabla 2 se presentan las medidas realizadas para la tipificación de las brevas de Abanilla cultivadas en secano (Plantación de la figura 8) y en regadío (junto a fábrica de madalenas) de Abanilla. En esta tabla no se apreciaron diferencias significativas en forma y en dimensiones, pero si hubo diferencias significativas en peso.

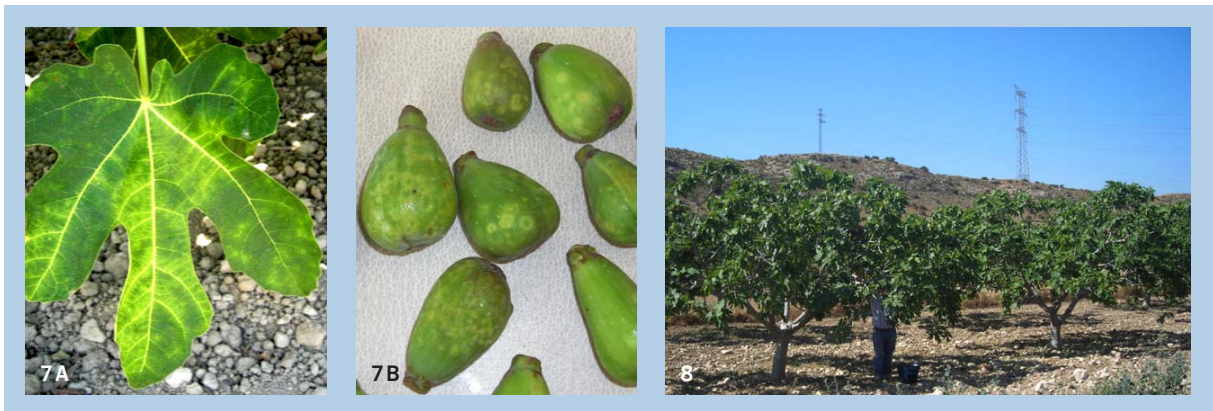


Figura 7 Mosaico en hojas y en frutos de higuera Negra de Abanilla.
Figura 8 Vista parcial de una plantación de higuera negra de Abanilla.

Tabla 2 Diámetros, longitudes, índice de forma (Longitud /diámetro y peso de brevas negras de Abanilla cultivadas en secano y en regadío. Muestras tomadas el 22 de Junio de 2007.

Variable	Regadío	Secano	Diferencias
Diámetro (cm)	4,6	4,4	N.S.
Longitud (cm)	7,3	6,9	N.S.
Forma (Long/Diámetro)	1,5	1,5	N.S.
Peso medio (g)	130	60	5%

La figura 9 presenta tanto la forma como el tamaño de la breva Negra de Abanilla.



Figura 9 zquierda, forma redondeada y tamaño de la breva Negra de Abanilla. Arriba, forma alargada de algunos frutos de esta variedad. Muestras tomadas en la parcela de secano, el 22 de Junio de 2007.

Las dos selecciones de breva de Abanilla se han propagado y están actualmente plantadas en Hacienda Nueva, en El Chaparral.

CONCLUSIONES

- El objetivo 1 se ha alcanzado.
- El objetivo 2 se ha alcanzado parcialmente en el aspecto de salvar el material vegetal de mayor interés para Abanilla.

Quedan pendientes:

- Estudios de fenología, de autenticidad varietal mediante marcadores moleculares y el saneamiento de las variedades contaminadas por virus.
- Divulgar nuevos procedimientos de cultivo a Abanilla con la colaboración de las instituciones y organizaciones locales, y
- Transferir los materiales junto con los resultados experimentales a su lugar de origen, Abanilla, con objeto de que la iniciativa privada local pueda desarrollar una nueva industria frutícola diferenciada, saludable y de calidad con los materiales vegetales propios.

Calendario de actuaciones.

30 de Mayo, 2007. Primera reunión del equipo de I+D con el Alcalde de Abanilla y con los concejales de Cultura y de Agricultura, acompañados de dos agricultores locales conocedores de la huerta de esta localidad.

11 de Junio, 2007. Primera visita del equipo de I+D, acompañado por agricultores locales, para ver la fruta de los albaricoqueros Damasco y de Hueso Dulce. Se señalaron cuatro árboles de albaricoquero Damasco y dos de Hueso Dulce, y un peral variedad Pereta, ubicados en la pedanía de Mahoya, en donde se produce una fruta de calidad excepcional que los agricultores locales también relacionan con el efecto positivo del riego con aguas del río Chícamo. Las medidas efectuadas para determinar el contenido en azúcares de los Damascos alcanzaron valores muy superiores a los conocidos en las variedades normalmente cultivadas.

14 de Junio, 2007. Presentación de un proyecto de I+D a la dirección del IMIDA que lo aprueba a los pocos días.

22 de Junio, 2007. Nueva prospección del equipo de investigación a Abanilla, en donde se evalúan árboles en plantación regular y dispersos de la higuera Negra. Acompañan al equipo dos agricultores locales que también indicaron la necesidad de conservar otras dos variedades locales de albaricoquero: Ojal Blanco y Damasco Temprano. De esta última variedad solo había un único árbol, la mitad del cual estaba seco y sus probabilidades futuras eran en el momento de la visita de corto recorrido. Se tomaron muestras de frutos de higuera y estaquillas de ramas para propagarla.

13 de Julio, 2007. En la Consejería de Agricultura se entrega el proyecto al Alcalde de Abanilla, Fernando Molina, por parte del Director General de la DGMECA, Angel García Lidón, en presencia del Director del IMIDA, Adrián Martínez Cutillas y del Coordinador del proyecto, Frutos Tomás

Terminado el acto, el alcalde y otros miembros de su corporación municipal, junto con el Diputado Nacional, Arsenio Pacheco, integrado también en esta iniciativa, fueron recibidos por el Consejero de Agricultura y Agua, a quien expresaron su agradecimiento por la respuesta tan eficaz de la Consejería a sus peticiones en este tema. ■

■ Banco de Germoplasma: Especies de frutales de hueso, *P. armeniaca* L y *P. persicae* (L) Batsch; nogal, *Juglans regia* L y Moráceas (*Morus* sp, *Broussonetia* sp, *Maclura* sp)

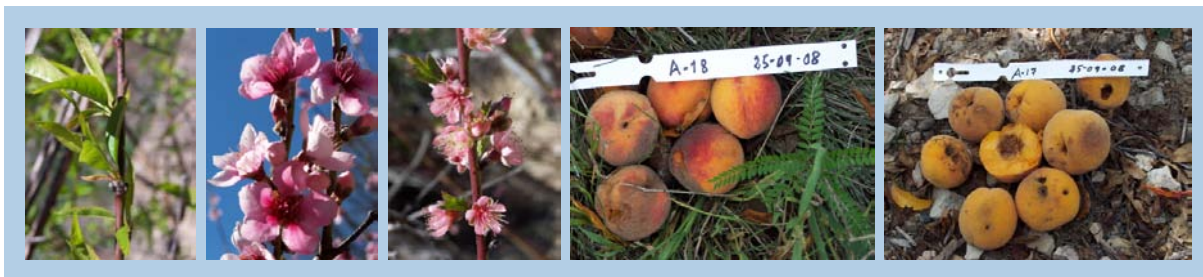
Entidad financiadora y Referencia	INIA. RFP2004-00012-00-00
Investigador responsable	Joaquin Rodríguez Navarro
Equipo	Jose Luis Cenís Anadòn Isidro Hita Gambin Celia Martínez Mora

RESUMEN

El ámbito del proyecto es la recuperación, conservación, evaluación, identificación y documentación de material vegetal de albaricoquero (*P. Armeniaca* L.), melocotonero (*P. Persicae* Batsch), nogal (*J. Regia*) y morera (*Morus* sp), autóctonas.

1. Nuevas introducciones, y conservación del material vegetal.

Se ha continuado, la prospección de melocotonero en Algarinejo (Granada), localizando 21 nuevos árboles diferentes. Todos procedentes de semilla, con flores rosáceas o campanuláceas, de diverso color y épocas de floración, con frutos de color, textura y forma variadas, demostrando una cierta variabilidad fenotípica. Se ha recolectado material vegetal de los tipos interesantes e injertado en vivero de recepción, para su posterior incorporación en colección.



Se ha realizado la prospección de material de melocotonero en la Isla de Tenerife, preferentemente del muy apreciado Ramblero, en San Juan de la Rambla, Santa Catalina y Santo Domingo. Se han recogido 6 tipos y se han injertado en vivero de recepción.



Se han mantenido las colecciones de albaricoquero, melocotonero, nogal y Moráceas en las fincas experimentales de Lorca, Jumilla, Bullas y Murcia con incorporación de nuevos individuos procedentes de vivero de recepción.

Como altas se incluyen nuevas introducciones de material de la población de melocotoneros de Algarinejo (Granada) en la colección de Jumilla.

Como bajas, desgraciadamente, debe incluirse toda la colección de albaricoquero de la finca experimental de Bullas, arrancada en febrero del 2008, sin opción de sustitución y según mejor criterio del director del IMIDA, para nuevo uso de las parcelas plantadas. Del total de los 61 clones de la colección arrancada, 29, corresponden a material autóctono de Murcia, Valencia y Albacete, los realmente valiosos desde el aspecto de germoplasma y los otros 32, a materiales extranjeros.

Se ha realizado la duplicación de la colección de melocotonero de Murcia, ubicada en la Estación Sericícola, en la Alberca para su localización en Jumilla, al considerar su conveniencia dados los problemas crecientes de suministro de agua de riego.

Después de las incidencias, la situación actual de las colecciones es la siguiente:

Especie	Total	Variación
Albaricoquero	62	-30
Melocotonero	150	+22
Nogal	55	0
Moráceas	51	+4
Total	328	-4

2. Identificación mediante marcadores moleculares (Microsatélites).

Se ha estudiado la variabilidad y las relaciones genéticas de 106 entradas de melocotonero autóctono español en colección, con 17 microsatélites (SSRs). Los resultados permiten su caracterización molecular y el análisis de la relación entre las agrupaciones genéticas y el origen geográfico del material, así como la optimización del empleo de los marcadores microsatélite en esta especie.

En el estudio realizado para 27 microsatélites, la colección de albaricoquero de Murcia, Valencia y Albacete, ha resultado con una variabilidad media de 0,420, mayor que la encontrada para melocotonero, de 0,330.

El estudio de la variabilidad genética del Búlida, sobre 84 muestras, determina tres grupos genéticos con uno mayoritario (93,7%) frente al resto (5% y 1%).

3. Caracterización y documentación de material vegetal de las colecciones.

Se ha procedido a la documentación y caracterización de material de melocotonero de Isso (Albacete), Castillejar (Granada) y Lerida y a la recopilación de datos de las poblaciones de albaricoquero y melocotonero existentes: Periana (Málaga), Gorga (Alicante), Castillejar, Cortes de Baza y Zujar (Granada), archipiélago Canario y La Nava (Huelva), aunque de modo limitado, dado el escaso personal técnico y auxiliar disponible en este apartado del proyecto.

Se ha iniciado la caracterización de la población existente de Moráceas, a partir de muestras de órganos de los árboles padre existentes en la finca de la Estación Sericícola (Murcia).

OTRAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Selección de híbridos melocotonero-almendro con una gama de vigor y resistentes a nematodos *Meloydogine sp.*

En 1985 se inicia un programa de selección de híbridos melocotonero-almendro procedente de cruzamientos de *Titan* x *Nemaguard*, con objeto de obtener una serie de patrones de diversos vigores, resistentes a *Meloydogine sp.* De un total de 106 descendencias se seleccionaron por sus adecuadas características agronómicas 32 individuos con potencial interés.

De ellos actualmente han sido seleccionados 9 individuos, 2 de vigor escaso, 2 de vigor medio, 2 vigorosos y 1 muy vigoroso, sometidos a estudios de multiplicación por estaquillado e *in vitro*. Los resultados de multiplicación por estaquillado leñoso indican de media (<60%) a escasa capacidad (<20%) de enraizamiento por este sistema.

En este periodo se ha procedido a la multiplicación por estaquillado leñoso del citado material para la realización de ensayos de compatibilidad y comportamiento con albaricoquero ciruelo y melocotonero

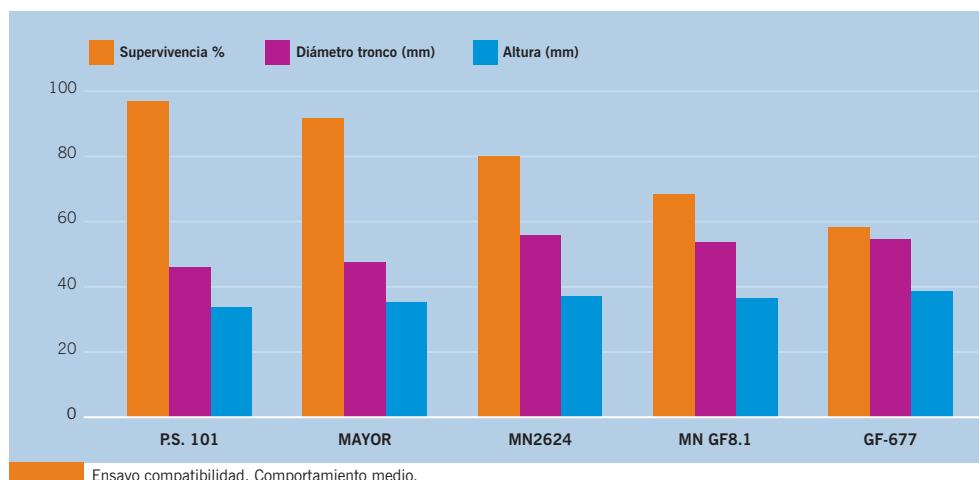
Estudios de compatibilidad y comportamiento de ciruelos e híbridos melocotonero-almendro como patrones del ciruelo japonés.

En 1999 se injertan 20 variedades de ciruelo japonés sobre los ciruelos *Mariana* GF-8.1, *Mariana* 2624, *Puebla de Soto* 101, y sobre los híbridos de melocotonero x almendro GF-677 y *Mayor*.

En febrero del 2000 se plantan 8 árboles de cada combinación y se realizan controles de prendimientos y desarrollo en altura y diámetro de tronco de los árboles vivos.

Los mayores casos de incompatibilidad se presentan en las combinaciones con GF 677. Los híbridos presentan mayor desarrollo que los ciruelos, aunque actualmente es escasa la diferencia de tamaño. Los contenidos de azúcar en frutos, medidos como °Brix, son mayores en los ciruelos que en los híbridos, presentando diferencias entre los integrantes de ambos grupos.

Entre los portainjertos incluidos destacan por su mejor compatibilidad y homogeneidad de comportamiento con la especie, el híbrido melocotonero-almendro *Mayor* y la selección de ciruelo pollizo PS 101. En el grafico adjunto se representan los comportamientos medios de cada portainjertos con el conjunto de las 20 variedades estudiadas.



Comportamiento del híbrido M-A Mayor como portainjertos del almendro en secano.

En la localidad de Fuente Álamo, (Campo de Cartagena), se realiza en 1997, una plantación de almendros con portainjertos híbridos melocotonero- almendro. Se localizan 184 pies de *Mayor* y 166 pies de GF 677 a marco de 8,0 x 8,0 m, que se injertan en la primavera de 1998 con las variedades *Ramillete* y *Peraleja*, al 50%. La precipitación media durante la vida de la plantación, hasta el año 2007 incluido ha sido de 264,4 mm.

En el año 2002 se realiza la primera recolección y hasta la fecha, la cosecha neta acumulada sobre *Mayor* siempre ha sido superior a la de GF 677. En el año 2006 lo ha sido en un 58,1%, en el 2007 en un 19,35% y en el último año, 2008, en un 66,75%. Por otra parte, en las condiciones de secano árido donde se desarrolla el ensayo, el híbrido GF 677 ha tenido 33 árboles muertos frente a 3 del híbrido *Mayor*, lo que en términos absolutos supone el 24,8% y 1,65% respectivamente. ■

■ Efectos de diferentes niveles de agua de riego en el cultivo del melocotonero precoz

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Educación y Cultura. Dirección General de Investigación. BIOCARM. Conv. 2005. 2105SU0027
Investigador responsable	Jesús García Brunton
Equipo	José García García Antonio Soler Montoya María Concepción Sánchez Jácome

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es evaluar en las condiciones de una finca comercial de melocotonero de maduración precoz, el efecto que ocasiona la aplicación de diferentes niveles de agua de riego, en la agronomía, el control de plagas y enfermedades y sus consecuencias económicas.

RESULTADOS OBTENIDOS

1. Climatología.

En la figura 1, se puede apreciar que se produjeron importantes diferencias de climatología en el intervalo de tiempo de la tercera semana de marzo (inicio el 14 de marzo) a la segunda semana de abril (inicio 11 de abril) de los años 2006 y 2007. En este periodo del año 2007, respecto al mismo de 2006, se observaron temperaturas más bajas, del orden de 6 a 8 °C menos, además de importantes cantidades de lluvia y muy repartidas en los días. Ambos aspectos influyeron de forma notablemente negativa en la producción del año 2007, y determinaron diferencias sustanciales en el terreno económico respecto al año 2006.

También en los periodos verano - otoño de ambos años, fueron distintos, ya que el de 2006 fue muy caluroso y muy seco, mientras que el de 2007 ha resultado relativamente suave (para las condiciones de Murcia).

2. Resultados agronómicos.

Fenología.

En la tabla 1 se puede apreciar que anualmente, las fechas de observación de los estados fenológicos son muy similares. Las fechas de aclareo y recolección fueron las comerciales de la zona, donde se ubica el ensayo.

Riegos aplicados.

En la tabla 2 se muestran los volúmenes (m³/ha) de agua aplicados en las parcelas experimentales en los años 2006 y 2007, según los diferentes tratamientos. Como se puede apreciar:

+ más de las dos terceras partes del volumen anual de agua de riego se aplica en postcosecha.

- + casi un tercio del volumen anual se aplica unos 45 días antes de la maduración, después del aclareo.
- + En el año 2007, debido a las lluvias primaverales, se ha aplicado entre 25 a 30% menos de agua que en 2006, excepto en el nivel R 50 donde sólo se puso un 6% menos.

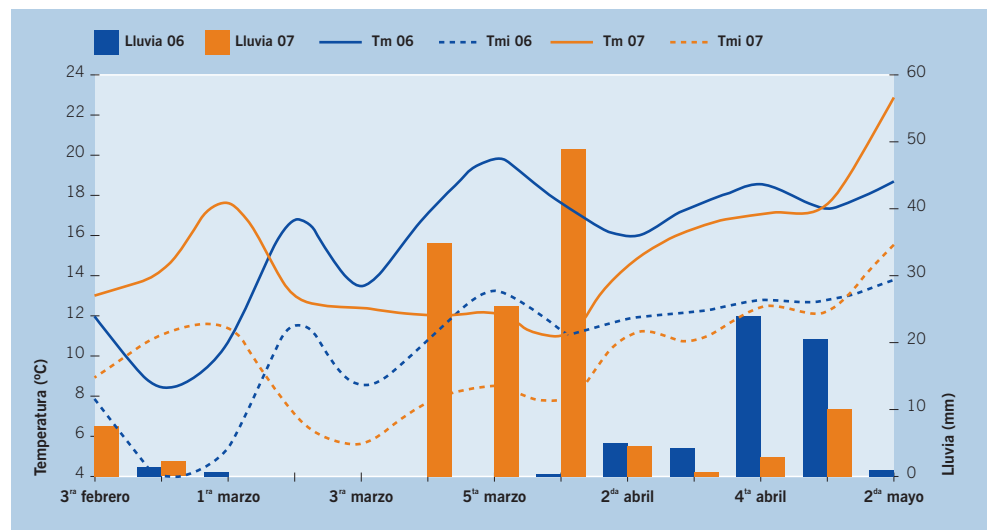


Figura 1 Valores medios semanales de temperatura media y temperatura mínima, y total de lluvia semanal registrados (estación "Hoya del campo" CI 22 - SIAM), entre el 15 de febrero y 20 de mayo de los años 2006 y 2007.

Tabla 1 Fechas de floración, plena floración (F2), endurecimiento del hueso, aclareo de la fruta y recolección en los años 2006 y 2007.

	2006	2007
Floración	18 enero a 27 de febrero	23 enero a 22 de febrero
	3 a 13 de febrero (F2)	8 a 12 de febrero (F2)
Endurecimiento del hueso	18 de marzo a 10 de abril	20 de marzo al 8 de abril
Aclareo	20 de marzo	29 de marzo
Recolección	6 al 16 de mayo (4 cogidas)	10 a 17 de mayo (3 cogidas)

Control del agua en el suelo y estrés hídrico aplicado.

En las figuras 2 y 3 se muestran las curvas de evolución del potencial hídrico medio en hoja medido al mediodía en tres árboles por parcela elemental de cada nivel de riego.

Se puede apreciar que al final del mes de julio de ambos años, el estrés provocado fue muy importante (- 30 mP). En ambos años el tratamiento R 50, resultó más estresado que los otros, entre los cuales sólo se observaron diferencias en los meses de septiembre y octubre. Destacar que el riego aplicado en el tratamiento R 50 en el año 2007 provocó mayor estrés que en el 2006, a pesar de que las condiciones ambientales de este año eran menos estresantes.

Tabla 2 Volumen de agua anual aplicado (m³/ha) y su distribución anual (%), según tratamiento en los años 2006 y 2007.

		R 75	R 100	R 50	Control
2006	Volumen (m ³ /ha) Año	4873	5769	3683	5620
	Porcentaje sobre control	87 %	103 %	66 %	0 %
	% hasta 3 abril	10,8 %	9,1 %	14,3 %	9,4 %
	% 3 abril a maduración	29,1 %	26,3 %	28,2 %	24,3 %
	% en Postcosecha	60,1 %	64,6 %	57,5 %	66,3 %
2007	Volumen (m ³ /ha) Año	3927	4351	3454	4351
	Porcentaje sobre control	90 %	100 %	79 %	0 %
	% hasta 3 abril	7,7 %	8,2 %	7,1 %	8,2 %
	% 3 abril a maduración	28,8 %	26,4 %	32,3 %	26,4 %
	% en Postcosecha	63,5 %	65,4 %	60,6 %	65,4 %
Diferencia (%) m³/ha 2007 / 2006		-24,1%	-32,6%	-6,6%	-29,2%

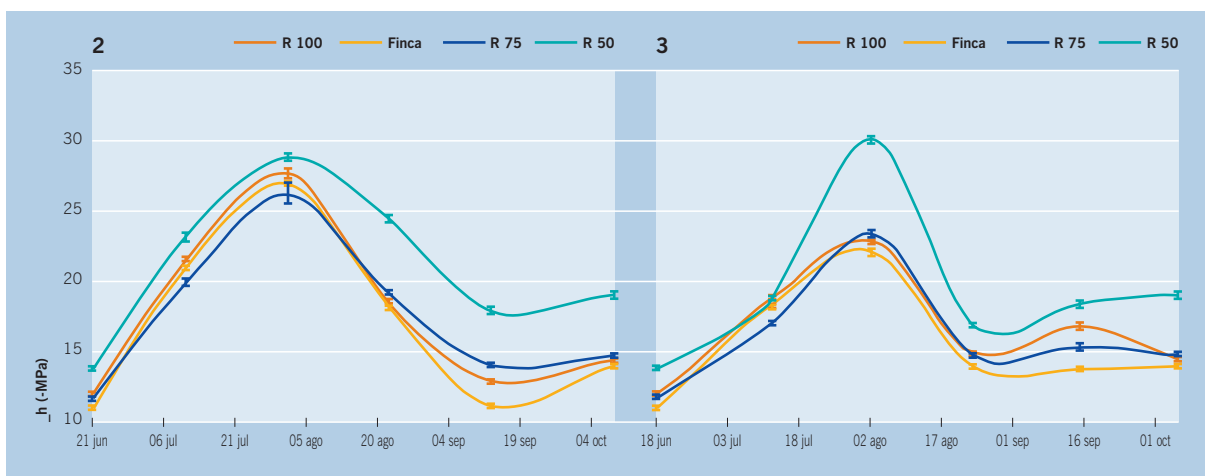


Figura 2 Potencial hídrico (-Mpa) al medio día. Año 2006.

Figura 3 Potencial hídrico (-Mpa) al medio día. Año 2007.

En la figura 4 se puede observar la evolución de los valores medios del contenido en agua volumétrica (%) del suelo en 4 sondas por tratamiento en el horizonte a 30 cm de profundidad. Como se puede apreciar en dicho gráfico, en las primeras etapas del inicio del proyecto, la evolución del contenido en humedad fue muy irregular, con fuertes altibajos, para posteriormente poco a poco hacerse menos variable, con lo que se ha conseguido parcialmente mantener un cierto nivel de humedad similar (excepto en el tratamiento R 50) según el desarrollo fenológico de los árboles (época del año). Otro efecto positivo (datos no mostrados) ha sido controlar la pérdida de agua en profundidad, manteniendo constante el nivel del agua por debajo de los 50 cm, lejos de las raíces.

Es muy importante destacar que a pesar del fuerte estrés hídrico provocado en el verano del año 2006, no se observaron frutos dobles en la primavera de 2007, fisiopatía si observada en otras variedades de ciclo similar y en cultivo sin aparente estrés hídrico.



Figura 4 Curvas de la evolución de los valores medios del contenido en agua volumétrica (%) de cada tratamiento a 30 cm de profundidad.

Tabla 3 Cosecha (kg/árbol), número de frutos/árbol, peso medio (g) del fruto y producción total (tn/ha) según tratamiento en los años 2006, 2007 y diferencia relativa (Dif.) (%) entre 2007 y 2006.

	Kilos			Nº fr			P.M.			Tn / ha		
	2006	2007	Dif.	2006	2007	Dif.	2006	2007	Dif.	2006	2007	Dif.
R 100	53,4	30,5	-43%	534	412	23%	100,0	73,9	-26%	27,7	15,8	-43%
R 75	54,7	30,5	-44%	522	398	24%	104,8	76,6	-27%	28,4	16,8	-41%
R 50	57,6	32,0	-44%	580	434	25%	99,3	73,8	-26%	29,9	17,1	-43%
Finca	58,8	32,9	-44%	591	434	27%	99,5	75,7	-24%	30,5	17,7	-42%

Calidad de la fruta.

Entre años se observaron importantes diferencias en la calidad de la fruta, relacionadas por las condiciones ambientales de la época de desarrollo y maduración del fruto, tal y como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 Parámetros de la calidad de la fruta según tratamiento en los años 2006 y 2007.

	2006			2007		
	Firmeza	Acidez	° Brix	Firmeza	Acidez	° Brix
R 100	4,6	9,6	9,9	8,1	12,6	10,4
R 50	4,4	9,9	9,9	7,8	11,7	10,1
R 75	3,9	9,9	10,1	8,1	12,4	10,3
Testigo	4,5	9,4	10,0	7,7	11,8	10,7

3. Resultados de plagas y enfermedades.

Tanto en el año 2006 como en 2007, no se observaron diferencias entre tratamientos por la incidencia de plagas y enfermedades. Los controles realizados durante la primavera del año 2006, evidenciaron que la principal problemática fitosanitaria de este tipo de cultivo frutal está relacionada esencialmente con la presencia del trips (*Frankinella occidentalis*) y de los hongos abolladura (*Taphrina deformans*) y cribado (*Stigmia carpophila*), patologías estrechamente relacionadas, la primera de ellas, con el tipo de fruto (nectarina) y las otras, con las condiciones ambientales en que tiene lugar el desarrollo del fruto y la vegetación.

También se observó en menor importancia la presencia de *Anarsia linatella* en algún brote. En el año 2007 y contando con la colaboración de la empresa COPPERT, con el fin evaluar el control de Trips con insectos auxiliares, se hicieron sueltas de *Amblyseius cucumeris* y *Amblyseius swirskii*, en floración, y en maduración del fruto con *Orius laevigatus*. En la primera época de suelta, se evidenció que las bajas temperaturas en el periodo de floración no permiten la actividad depredadora de estos dos insectos auxiliares. En la segunda suelta, en la época de maduración del fruto, con el trips localizado en los brotes vegetativos, tampoco se observó actividad depredadora, ya que el insecto utilizado tiene hábitos de colonización de flores, que esa época no existen en el cultivo. También durante este año, se instalaron difusores de confusión sexual para el control de *Anarsia Linatella*, no observándose daño alguno en brotes.

4.- Resultados económicos.

El primer año de ensayo (2006) no nos ha permitido comprobar cambios significativos sobre el cultivo como efecto del nivel de agua de riego, lo cual nos permita llevar a cabo un análisis comparativo, pero nos ha permitido establecer la estructura de costes de la explotación en condiciones normales de cultivo. Para el cálculo de costes se ha considerado como unidad productiva la parcela ensayo de superficie 1 hectárea con datos del tratamiento control.

La estructura contable nos muestra un sistema intensivo que determina un capital circulante muy elevado respecto al inmovilizado. Esto confirma que esta actividad ha de tener una alta liquidez para hacer frente al circulante anual. El inmovilizado asciende a 632 €/año·ha frente a un circulante de 14.842 €/año·ha, es decir, el inmovilizado sólo supone un 4,08% del coste total de producción, y consecuentemente, el circulante es muy elevado (95,92%). Esto confirma que este tipo de empresa ha de tener una alta liquidez para hacer frente al circulante anual.

Asimismo, el agua de riego tiene una gran importancia por ser un factor de producción limitado y que determina a través de su manejo la realidad económica de una plantación de regadío. Como vemos en la tabla 5 el coste relativo del riego, es decir la suma del coste de agua más el coste de energía eléctrica asociada al riego supone un 9,10% del coste total.

Tabla 5 Costes relativos de determinadas partidas sobre los costes totales de explotación.

Tratamiento	Aclareo + recolección + poda	Riego (agua + electricidad)
Control	40,22%	9,10%

Por otra parte, en la tabla 6 exponemos los resultados obtenidos en cuanto a producción y precio de venta del producto. La recolección se dividió en cuatro cogidas de fruta escalonadas y, por tanto, se obtuvieron diferentes precios medios para cada una de ellas. El precio mostrado es el precio medio ponderado para cada cogida, considerando las diferentes calidades, y por último, el resultado final de producción y precio medio.

Tabla 6 Resultados de producción y precios medios ponderados de venta de la fruta. Año 2006.

	1ª cogida	2ª cogida	3ª cogida	4ª cogida	Resultado
Producción (kg/árbol)	8.00	14.50	25.50	10.80	58.80
Precio ponderado (€/kg)	0.78	0.66	0.66	0.60	0.66

El año 2006 resultó un buen año ya que el precio medio de venta de la fruta fue de 0,66 €/kg y la producción muy elevada (cerca de 30 tn/ha).

A partir de la contabilidad de costes e ingresos expuesta realizamos una evaluación de esta actividad productiva. La tabla 7 muestra los índices de evaluación económica, mientras que la tabla 8, los índices de eficiencia en el uso del agua de riego.

Tabla 7 Índices de la evaluación económica. Año 2006.

MN/circulante (%)	MN/inversión (%)	MN/coste (%)	UR (€/kg)	PM (kg/ha)
27.75	37.01	26.61	0.52	19,028

Tabla 8 Índices de evaluación de la eficiencia en el uso del agua. Año 2006.

Eficiencia productiva (kg/m ³)	Productividad aparente (€/m ³)	Nivel de empleo (UTA/hm ²)	MN/m ³ (€/m ³)	URA (€/m ³)
5.28	3.49	107	0.73	0.93

Los índices económicos que usan el margen neto nos muestran una actividad con elevada rentabilidad, sobre todo si la comparamos con otros cultivos frutales intensivos en Murcia como albaricoquero o ciruelo. Es mucho mayor el MN/Inversión que el MN/circulante, debido a que este cultivo tiene un alto circulante y una inversión relativamente baja. El índice de rentabilidad global (MN/coste) nos indica una alta rentabilidad (26.61%). El umbral de rentabilidad muestra que cada kg producido cuesta 0.52 €, cifra ésta similar a la calculada en otros trabajos para variedades precoces. Por último, en esta condiciones de cultivo y de mercado la cantidad mínima a producir para hacer viable la explotación es de 19.028 kg/ha, cifra sensiblemente inferior a la media de producción de los últimos años.

La explotación analizada nos muestra una productividad del agua de 5,28 kg/m³, superior al más favorable de los indicados en melocotonero en California (4,14 kg/m³) o en Italia (4,69 kg/m³). Por su parte, el índice de productividad económica bruta es elevado (3,49 €/m³) en relación a los indicados en California, con WP (water productivity) como eficiencia económica de 0,20 €/m³ en maíz, 0,70 €/m³ en almendra o 5,00 €/m³ en fresa.

Por su parte, el uso del MN/m³ como índice de eficiencia es asimilable a un beneficio generado por m³, siendo un indicador muy útil para el empresario agrícola. Esta explotación en el año 2006 presenta un índice de 0,73 €/m³, muy elevado en relación a otros cultivos frutales de regadío en Murcia con similares condiciones de financiación, como melocotón tardío y media temporada (0,48) y en ciruelo sólo 0,30.

El URA (0.93 €/m³) nos confirma que la viabilidad económica de estas variedades de maduración tan precoz en el sureste español, no tiene una importante dependencia respecto al precio del agua. Así pues, es determinante la disponibilidad de agua de riego pero no su precio, al menos en los niveles de precio existentes en la actualidad.

A continuación pasamos al análisis comparativo en el año 2007. En esta campaña se controlan y cuantifican varios costes de producción influenciados directamente por la dotación y manejo del riego (poda de invierno, aclareo, recolección, riego). En este sentido la tabla 6 nos muestra estos costes para cada tratamiento así como el subtotal asociado. En la tabla 7 podemos ver los resultados de la contabilidad de costes para cada tratamiento. Con respecto a los resultados del año 2007 se verifica que el tratamiento óptimo es el

control, pero seguido muy de cerca por el R 75, con una diferencia en el margen neto de tan sólo 136 €/ha, pero suponiendo un ahorro en el consumo de agua del 10% (423 m³/ha). Los tratamientos R 100 y R 50 son económicamente menos eficientes, pero situándose a no mucha distancia (R 50 tiene un margen neto de 362 €/ha). En todo caso debemos indicar la gran diferencia económica entre los años 2006 y 2007, debida fundamentalmente según nuestra opinión a las condiciones ambientales de la primavera comentada en el apartado de climatología. ■

Tabla 9 Resultados del análisis de costes para cada tratamiento. Año 2007.

Concepto	Control	R 100	R 75	R 50
Poda anual	792	921	858	802
Aclareo	2.151	1.979	1.941	2.399
Recolección	2.333	2.115	1.977	2.355
Riego	923	923	833	733
TOTAL	6.199	5.938	5.609	6.289

Tabla 10 Resultados del análisis de costes para cada tratamiento. Año 2007.

	Control	R 100	R 75	R 50
MN (€)	-4.759	-5.224	-4.895	-5.121
MN/Ko (%)	-25,04%	-27,49%	-25,76%	-26,95%
MN/circulante (%)	-34,57%	-38,68%	-37,15%	-36,96%
MN/coste (%)	-32,36%	-36,16%	-34,67%	-34,61%
Punto muerto (kg)	43.737	46.127	41.446	48.265
Umbral rentabilidad (€/kg)	0,89	0,94	0,92	0,92
Eficiencia económica (€/m ³)	-1,09	-1,20	-1,25	-1,48
Eficiencia productiva (€/kg)	3,81	3,53	3,91	4,67

■ Estudio sobre la causas e incidencia de los huesos rotos y/o abiertos en melocotoneros en la Región de Murcia, 2007/2008

Entidad financiadora y Referencia	AGROSEGURO S.A. Contrato de Agroseguro
Investigador responsable	Jesús García Brunton
Equipo	María Concepción Sánchez Jácome María de los Ángeles Sánchez Zamora

OBJETIVOS

La evaluación de las causas e incidencia de los frutos con hueso abierto y/o roto en melocotoneros de fincas de las zonas productoras de la región de Murcia.

RESULTADOS OBTENIDOS

Durante los años 2007 y 2008 se han estudiado las causas e incidencia de frutos con hueso 'abierto' (V/A) y/o 'roto' (R) en melocotones y nectarinas producidos en parcelas comerciales ubicadas en las zonas fría y cálida de la región de Murcia. El estudio se ha realizado con las variedades de melocotonero del tipo 'low chilling' (LC), 'Red Candem', 'Flordastar', 'Supermorena' y 'Lourdes' en ambos años, y de 'Spring Lady', 'Catherine' y 'Big Top' en el año 2007. En cada parcela en estudio y a grupos de cuatro árboles les fueron aplicados tres diferentes intensidades de aclareo. Se realizó control horario de la temperatura bien con sensores 'Testo®', bien con la información de las estaciones climáticas del SIAM sitas en las fincas 'La Carrichosa' (Cieza), 'Agrícola D. Fernando' (Archena) y 'Casa Pinar' (Blanca). El potencial productivo fue evaluado mediante la densidad de flor antes de la brotación anual. Desde el inicio de la brotación se controlaron la época de floración y plena floración, de endurecimiento de hueso y de recolección de la fruta. En cada control se anotó la información relativa a posibles daños visuales por frío y el tamaño del fruto. En la recolección se controlaron el peso de la fruta y el número total de frutos cogidos por árbol, clasificando los frutos según el tipo de daño apreciado en el hueso.

En todas las parcelas y variedades se obtuvo elevado potencial productivo (de 50 a 100 yemas/m), excepto en las parcelas de 'Big Top'. La época de los estados fenológicos de una variedad dada, fue similar entre años y distinta en un mismo año según situación geográfica. Las variedades 'LC' presentaron una larga época de floración, sobretodo en las parcelas ubicadas en la zona fría. En ninguna variedad o parcela del estudio, se han observado frutos 'R', pero sí distintas cantidades de frutos 'V/A' en función de variedades, ubicación de la parcela, patrón y el año. A este respecto, aunque con diferente gradiente y a excepción de la variedad 'Lourdes', la mayor cantidad de frutos 'V/A' se presentaron

en los árboles con aclareo más intenso, cultivados sobre patrón 'pollizo' y de parcelas ubicadas en la zona fría. En ambos años, para un mismo día, se observaron unos 2 °C de diferencia de temperatura media diaria entre la zona cálida y la fría. Además en la época de endurecimiento del hueso, se observaron periodos de días con temperaturas medias diarias bajas, incluso menores a las del mes de enero. En base a los resultados obtenidos, consideramos que los frutos 'R' están directamente relacionados con las temperaturas por debajo de los °C, siempre que estas ocurran cuando el fruto ha iniciado la fase de endurecimiento de hueso, siendo su cantidad función del momento e intensidad de aquellas y del número de frutos en fase de endurecimiento del hueso. Resulta evidente que cuando en una zona se produzcan heladas, serán las variedades de ciclo vegetativo precoz, como las 'LC', las que presenten mayor cantidad de frutos 'R'.

Imágenes de tipología de melocotones con huesos dañados. ■



Imagen 1
Fruto con hueso abierto 'V'(apreciación visual)



Imagen 2
Fruto con hueso abierto 'A' (no apreciado visualmente)



Imagen 3
Fruto con hueso rajado y/o roto 'R'. Semilla dañada



Imagen 4
Fruto con hueso rajado y/o roto 'R'. Semilla dañada



Imagen 5
Fruto con hueso normal y semilla dañada 'N'.



Imagen 6
Fruto al inicio del 'envero' con hueso 'roto'.

■ Obtención de nuevas variedades de melocotón y nectarina adaptadas a la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	POI07-003
Investigador responsable	Antonio Carrillo Navarro
Equipo	José Cos Terror

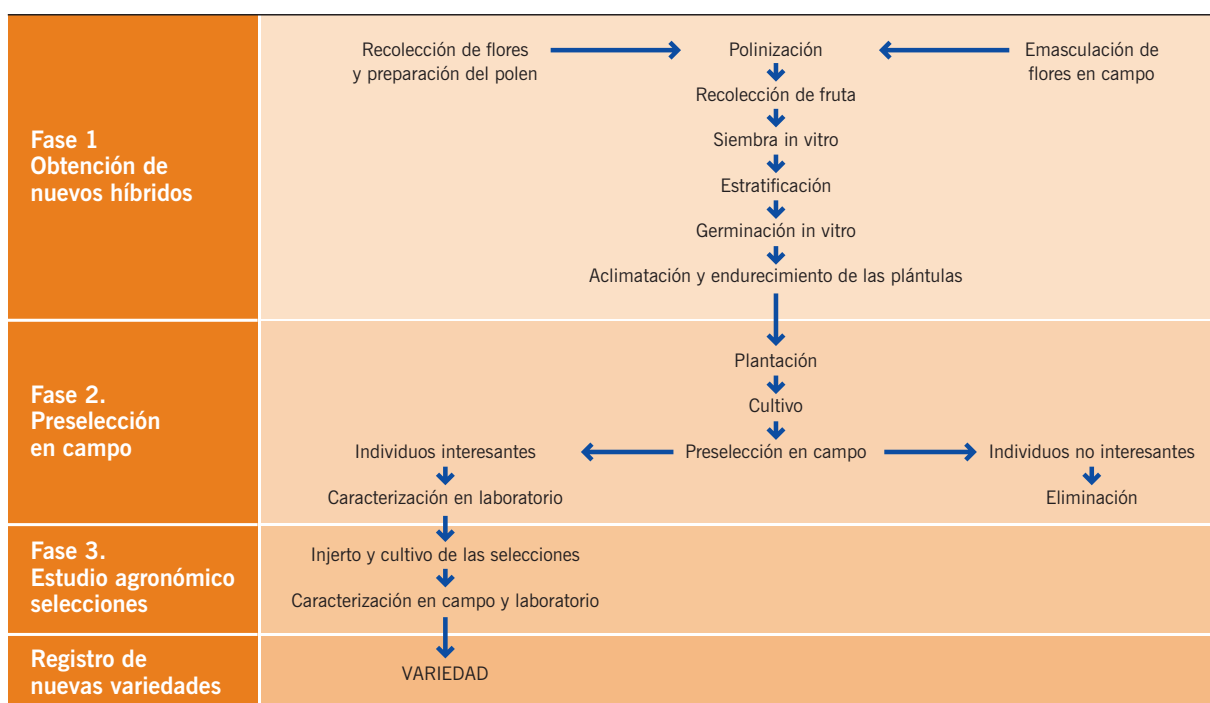
OBJETIVOS

El proyecto pretende optimizar los protocolos de hibridación, rescate in vitro de embriones, y aclimatación de plántulas para mejorar los rendimientos de cada una de estas fases, con el fin de poder abordar la obtención de nuevas variedades de melocotón y nectarina que se adapten a las condiciones de cultivo de la Región de Murcia diversificando la oferta varietal de esta especie respondiendo a las necesidades del sector.

El proyecto se está llevando a cabo siguiendo la metodología de un programa de mejora genética clásica, mediante hibridaciones dirigidas entre variedades de esta especie. El diseño de los cruzamientos se ha realizado con el fin de obtener variedades con las siguientes características:

- Adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las zonas de cultivo de la Región de Murcia.
- Maduración precoz.
- Productividad elevada.
- Excelente calidad organoléptica.

Las fases de las que consta el proyecto se recogen en la figura 1.



RESULTADOS OBTENIDOS

Los primeros pasos de puesta en marcha de este programa de mejora se dieron en el año 2005 con unos primeros cruzamientos que sirvieron de base para tener el primer contacto con todas las técnicas necesarias para la obtención de variedades nuevas. Durante los años 2005, 2006, 2007 y 2008 se han realizado todas las fases del programa de mejora para cada año, y se cuenta con una población de cada año descendencia de los cruzamientos realizados.

Año hibridación	Nº híbridos en campo	Años evaluación	Preseleccionados
2005	374	2007, 2008	29
2006	1.226	2008	39
2007	1.460	-	-
2008	4.500	-	-

Al ser uno de los objetivos más importantes la obtención de variedades precoces y extraprecoces, se ha puesto a punto la técnica de rescate *in vitro* de embriones inmaduros para poder germinarlos, consiguiendo obtener porcentajes del 50 al 75% (Figura 1).

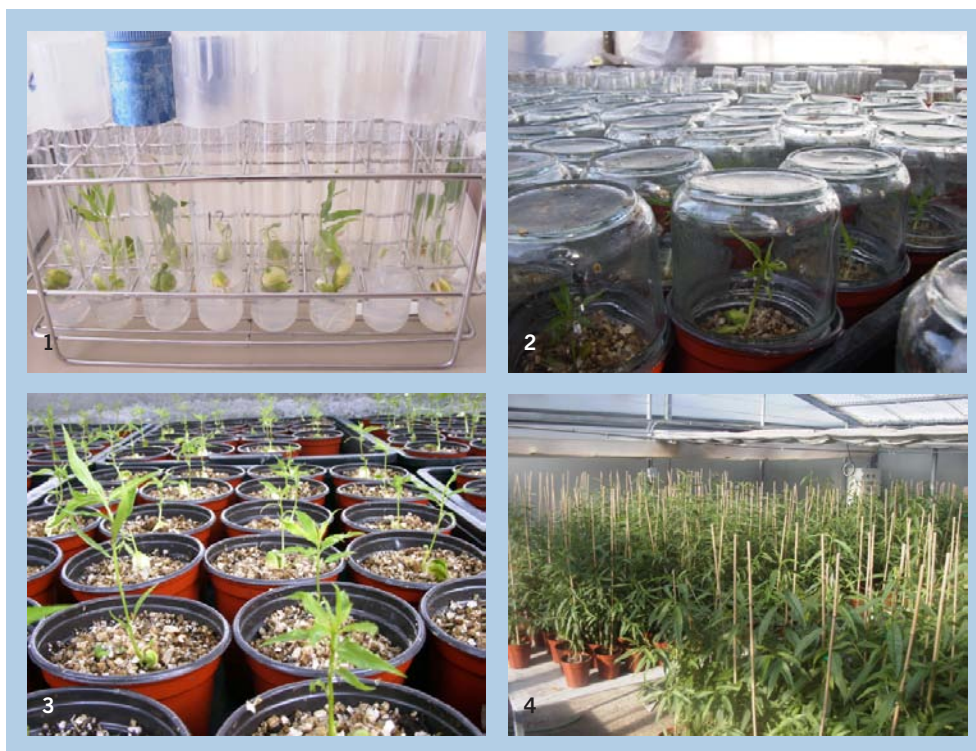


Figura 1 Etapas para la obtención de híbridos *in vitro*.

Los primeros cruzamientos del 2005 se recolectaron de los árboles madre en mayo-junio de 2005, se realizó el rescate *in vitro* de embriones, y se germinaron en septiembre de 2005, y tras pasar todo el invierno en invernadero creciendo, se plantaron en campo en marzo de 2006. Con este sistema, en 2007 produjeron los primeros frutos la mayor parte de árboles, consiguiendo acortar en un año la duración del programa de mejora. En el primer año no son capaces de manifestar todos los caracteres, pero algunos como las

fecha de maduración y recolección, contenido en azúcar, o acidez, tipo de fruto, etc, si que son representativos. La descendencia de 2006 ya ha producido su primera cosecha en 2008, y habrá que observar la segunda cosecha en 2009 para tener las primeras preselecciones (Figura 2).

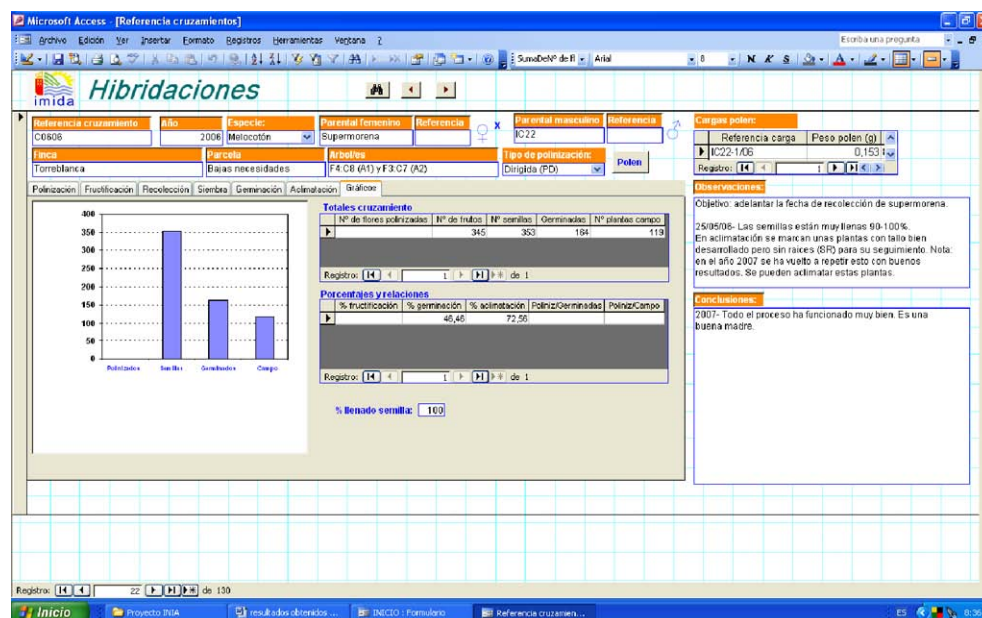


Figura 2 Detalles de la parcela de preselección en desde la plantación hasta su evaluación.

Para organizar y recopilar la información generada en cada una de las fases de estos estudios se ha una base de datos, con tres módulos integrados:

Módulo 1: Hibridaciones.

Nos permite conocer en todo momento el estado de los distintos cruzamientos, la eficiencia de la polinización, el estado de polen utilizado, del rescate in vitro y de la aclimatación de las plantas, hasta su plantación en la parcela de preselección.



Modulo 2: Nuevos híbridos.

Donde se recopila toda la información generada de los nuevos híbridos, las notas de campo, la caracterización agronómica y pomológica de laboratorio. Con esta herramienta podemos realizar consultas para ir seleccionando el material vegetal más interesante para cada caso.

Microsoft Access - [Nuevos híbridos]

Preselección de nuevos híbridos

Automecánico: Melocotón | Referencia: 02205-1 | Parental femenino: Sevilla 2 | Parental masculino: FLA 5.2 Flor de Prince | Año: 2005 | Fecha plantación: 25/03/2006 | Finca: Torreblanca | Parcela: Turaxas | Fila: 1 | Posición: 2 | Revisado: [X]

Abol: Vigor: [Elevado] | Tipo flor: [Rosacea] | Flores: [72] | Notas de campo: 27/04/2007 - Melocotón de forma redonda sin pico. Carne amarilla, piel con fondo naranja y chapa en un 70%. Sabor rico y bueno. Fecha de recolección 27/04. No tiene huesos duros. 30/04/2007 - Fimeza elevada. 30/05/2007 - Chapa 70-80%. Calibre medio grande. Lo clasificamos como muy interesante. 24/05/07 - Laboratorio. 11/05/07 - Pasado. 14/05 - Se confirma como buena variedad. Recolección 14/05. Chapa 50%. Sabor bueno. Fimeza buena (F).

Valoración: Año 1: Muy interesante | Año 2: Muy interesante | Año 3: [] | Iniciar: [X] | Fecha: 02/10/2007 | País: [España] | Lugar: Torreblanca | Clasificación: Melocotón rojo carne amarilla

Caracterización Laboratorial

Año	Recolección	Análisis	Fruto	Tb1	Acidez	Dureza 1	Dureza 2	Peso	Calibre	Promedios
2007	04/05/2007	2	11	5						
2007	04/05/2007	3	10,2	4,5						
2007	04/05/2007	4	11,4	5						
2007	04/05/2007	1	11	5						

Valores promedios

Año	Tb1	Acidez	Dureza 1	Dureza 2	Peso	Calibre
2007	10,90	4,88				5,60
2007	11,43					5,60
2008	10,10	9,89	5,17	4,96	74,85	5,50

Máximos

Año	Tb1	Acidez	Dureza 1	Dureza 2	Peso	Calibre
2007	11,43					5,60
2008	11,00	16,48	9,10	8,60	93,20	6,00

Para introducir los datos de caracterización en campo utilizamos una PDA, que nos permite sincronizar los datos tomados con la base de datos, lo que evita el posterior procesado de toda la información de campo, agilizando el proceso de evaluación.

Módulo 3: Variedades comerciales.

En este último se recoge toda la información existente, tanto bibliográfica como propia de variedades comerciales. Disponiendo de una información muy interesante para diseñar los futuros cruzamientos.

Microsoft Access - [Fichas varietales]

Fichas varietales

Auto: [] | Especie: Melocotón | Variedad: Redstart # | Otras denominaciones: Sherman, M1698, M99016

Obtente: [La Universidad de Florida, Gaines] | Parentales: [] | Viveros: []

Localización: Disponible IMIDA: [X] | Utilizado en cruzamientos: [X] | Fecha plantación: [] | Finca: Torreblanca | Parcela: 23 | Fila: 3 | Posición: 7 | Otras fincas: []

Abol: Vigor: [Elevado] | Tipo flor: [Rosacea] | Flores: [] | Inicio floración: [] | Lugar control: [Fichas IMA] | Productividad: [Alta] | Época floración: [] | Final floración: [] | Fijación: []

Fruto: Tipo fruto: [Melocotón] | Color piel (fondo): [AN-Amarillo anaranjado] | Color carne: [A-Amarillo] | Aroma: [] | FDP: [0] | Tamaño: [Grande] | Color chapa: [R-Rojo brillante] | Dureza: [] | Hueso adherido: [] | Brix: [0] | Pico: [] | % Riego: [70-80] | Fecha recolección: [15/05/2007] | Lugar recolección: [Fichas IMA]

Notas: 0) Caracterización 2008 TB Redstart: sin pico, chapa en 40%, fondo amarillo con chapa roja. Calibre grande. 1) Variedades de Melocotón y Nectarina tempranas (NP Luis Bledines Caballé, Mario Llanes Solinas, José Martínez Calvo, Gerardo Ulicser II). Generalitat.

Características vegetativas: Parte semi-erecta, variedad vigorosa, flores rosáceas, floración principalmente en ramos erectos. Tiene una elevada intensidad de floración.

Fecha de floración y recolección

Año	Lugar	Inicio floración	Plena floración	Final floración	Fecha recolección
2007	Torreblanca	08/02/2007			
2005	Torreblanca	04/02/2005	13/02/2005		20/05/2005
2006	Torreblanca				27/04/2006

Cálculo de FDP

Año	Expr1
2007	96
2008	1

Algunas de las preselecciones obtenidas a lo largo de estos años, ya se encuentran en la fase de estudio más detallado con el fin de iniciar el estudio agronómico final y poder

caracterizarlas con más detalle. A continuación se muestran algunas de las preelecciones obtenidas, que se encuentran en fase de estudio:



Paralelamente a estos trabajos se está usando una progenie de 300 híbridos del 2006, para iniciar la puesta a punto de la utilización de marcadores moleculares que puedan asistir a la selección precoz de individuos interesantes. Estos trabajos se están realizando en colaboración con el IRTA y el equipo de Biotecnología del IMIDA. Durante los primeros meses del proyecto, se ha extraído ADN de las variedades parentales y de los 300 híbridos, partiendo de hojas jóvenes como material vegetal, y utilizando el kit comercial DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen). ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

GARCÍA BRUNTON, J.; SANCHEZ JÁCOME, M.C.; GARCÍA GOZALO, O. 2007. Calidad agronómica de algunas variedades de melocotonero y nectarino en la Región de Murcia. *Vida Rural*. Nº 243 Año XIV - 2/2007: 28-30.

GARCÍA BRUNTON, J., SANCHEZ JÁCOME, M.C., GARCÍA GOZALO, O. 2007. Calidad de la fruta de variedades de melocotón (*Prunus persica* L. Batsch) de bajo reposo invernal en la Región de Murcia. *Actas de horticultura*, nº 48. SECH.

GARCÍA GARCÍA, J. y GARCÍA BRUNTON J. 2008. Eficiencia económica del agua de riego en el cultivo de diferentes grupos varietales de melocotón. *Fruticultura* 172.

GARCÍA-GARCÍA, J., GARCÍA BRUNTON, J. 2007. Resultados preliminares económicos del efecto de diferentes niveles de agua de riego en el cultivo del melocotonero precoz (*Prunus persica* L. Batsch). *Actas de horticultura*, nº 48. SECH.

LÓPEZ G., FRUTOS D. (2008): Análisis del Mercado nacional de consume de cereza en fresco. *Agrícola Vergel*, nº 315, 146-151.

MARTÍN GÓRRIZ, B.; TORREGROSA MIRA, A.; GARCÍA BRUNTON, J.; BERNAD GODINA, J. J.; ARAGÓN PALLARÉS, R. 2008. Recolección mecánica de melocotones con vibradores manuales y lonas de recogida. *Fruticultura* 172.

SOLER MONTOYA, A. M.C. SÁNCHEZ JÁCOME Y J. GARCÍA BRUNTON, J. 2007. Primeros resultados del efecto del nivel de agua de riego en las plagas y enfermedades del melocotonero precoz (*Prunus persica* L. Batsch). *Actas de horticultura*, nº 48. SECH.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

CARRILLO A., COS J. 2008. Nuevo programa de mejora genética de variedades de cerezo adaptadas a la Región de Murcia. *Vii Jornadas de Experimentación en Fruticultura*. 28-30 de Mayo de 2008. IRTA-Mas Badia.

FRUTOS D. 2008. Utilización de los híbridos melocotonero x almendro como patrones de cerezo (*Prunus avium*). *Vii Jornadas de Experimentación en Fruticultura*. IRTA-Mas Badia.

GARCÍA BRUNTON, J. 2008. Actualización sobre nuevas variedades de melocotón y nectarina de bajo requerimiento en frío. *Vii Jornadas de Experimentación en Fruticultura de la SECH*. Girona.

GARCIA BRUNTON J.; SÁNCHEZ JÁCOME, M.C.; GARCIA GARCIA, J.; SOLER MONTOYA, A. 2008. Initial results for low-chilling nectarine culture in the environmental conditions of southeast Spain. *9th International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems*. Geneva, New York, USA.

GARCÍA BRUNTON, J., SANCHEZ JÁCOME, M.C., GARCÍA GOZALO, O. 2007. Calidad de la fruta de variedades de melocotón (*Prunus persica* L. Batsch) de bajo reposo invernal en la Región de Murcia. *X Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

GARCIA BRUNTON J.; SÁNCHEZ JÁCOME, M.C.; SANCHEZ ZAMORA, M.A. 2008. Aspectos agronómicos de las variedades de melocotonero de carne firme utilizadas en el sureste de España. *IV Congreso de Mejora Genética de Plantas (SECH-SEG)*. Córdoba.

GARCÍA GARCÍA, J y J. GARCÍA BRUNTON, J. 2007. Resultados preliminares económicos del efecto de diferentes niveles de agua de riego en el cultivo del melocotonero precoz (*Prunus persica* L. Batsch). *X Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

GARCÍA MONTIEL F. 2008. Parámetros de calidad en variedades de cereza en función del estado de maduración y precocidad. *Vii Jornadas de Experimentación en Fruticultura*. IRTA-Mas Badia.

LÓPEZ G., FRUTOS D. 2008. Rooting clonal rootstocks for sweet cherry in southern Spain. *5th International Symposium on Adventitious Root Formation*. University of Alcalá.

LÓPEZ ROMERO D. 2008. Ensayo de patrones de Cerezo. *Vii Jornadas de Experimentación en Fruticultura*. IRTA-Mas Badia.

MARTÍN, B., TORREGROSA, A.; GARCÍA BRUNTON, J.; BERNAD, J.J.; ARAGÓN, R.; SÁNCHEZ MC. 2007. Empleo de vibradores de ramas para el aclareo mecánico de melocotoneros. *Actas del IV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de AgroIngeniería*. Albacete.

SOLER MONTOYA, A. M.C. SÁNCHEZ JÁCOME Y J. GARCÍA BRUNTON, J. 2007. Primeros resultados del efecto del nivel de agua de riego en las plagas y enfermedades del melocotonero precoz (*Prunus persica* L. Batsch). *X Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

Equipo de Horticultura

■ Desarrollo de variedades de pimiento tipo “California” adaptadas al Campo de Cartagena

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura. P0107-015
Investigador responsable	Joaquín Carlos Costa García
Equipo	María Soledad Catalá Giménez María de los Ángeles Morales García Elena Sánchez López Josefa Gomariz Pérez

La variedad tradicional de pimiento grueso “Trompa de Vaca”, cultivada en el Campo de Cartagena, fue sustituida durante la década de los 70, con la aparición de los invernaderos, por las variedades híbridas del tipo Lamuyo. Los híbridos, por efecto de la heterosis, presentaban un mejor cuaje en invierno-primavera, a la vez que una gran homogeneidad en los frutos, por lo que su rentabilidad era mayor que la de la variedad “Trompa de Vaca”. Sin embargo, desde hace algunos años el mercado europeo tiene preferencia por los frutos de tipo “California” que tienen forma cúbica, en lugar de la alargada del tipo Lamuyo y mayor grosor de carne. Ahora bien, estos nuevos tipos son más exigentes en temperatura para que se produzca un buen cuajado, a la vez que no están bien adaptadas a nuestros invernaderos. Por otra parte el precio de las semillas es muy elevado y repercute negativamente en los posibles beneficios. Estos aspectos han contribuido a que el cultivo del pimiento esté experimentando una pérdida de rentabilidad importante. Por ello, urge encontrar una solución a este problema.

OBJETIVOS

Obtención de nuevas variedades de pimiento California que reúnan las siguientes características:

- Adaptación específica a las condiciones del Campo de Cartagena.
- Elevada productividad
- Con requerimientos térmicos aceptables
- Con resistencia a virus

Desarrollo de nuevos patrones como alternativa al cultivo hidropónico.

RESULTADOS OBTENIDOS

Desarrollo de líneas parentales.

Para obtener híbridos F1 de pimiento es necesario desarrollar previamente líneas genéticamente fijadas que presenten un grado de homocigosis alto.

Durante los dos últimos años se han obtenido, a partir de variedades comerciales de “California” y “Lamuyo”, así como de cruzamientos de “California” con “Dulce Italiano” y “Lamuyo” gran número de líneas, entre las que hemos seleccionado aquellas que presentaban resistencia al TSWV y PMMoV, así como una elevada productividad y calidad.

Se han seleccionado 48 líneas de mejora, pudiendo agruparlas en 4 grupos según tipo y color del fruto, así se han obtenido 23 líneas con frutos del tipo “California rojo”, 7 líneas del tipo “California amarillo”, 14 líneas del tipo “Lamuyo rojo” y 4 del tipo “Lamuyo amarillo”. Se ha realizado la caracterización y tipificación de planta y de fruto siguiendo los descriptores editados por el IPGRI.



Figura 1 Plantas de pimiento de carne gruesa.

Figura 2 Frutos pimiento carne gruesa.

Estas líneas serán sometidas a sucesivos ciclos de autofecundación y selección con el fin de fijarlas genéticamente y seleccionándolas para los caracteres de interés ya descritos. Una vez fijados y conseguida la homocigosis se diseñarán los cruzamientos adecuados para testar sus Aptitudes Combinatorias Generales (ACG) y Específicas (ACE) con vistas a producir híbridos con heterosis.

Desarrollo de nuevos patrones.

Ante la prohibición del bromuro de metilo como desinfectante del suelo, estamos desarrollando patrones de pimiento resistentes a los patógenos del suelo más habituales. Para ello se han realizado cruzamientos entre distintas variedades de la especie cultivada *Capsicum annuum* y especies domesticadas y silvestres como *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*, etc.

Durante estos dos últimos años se han seleccionado patrones que presentaban gran vigor y desarrollo vegetativo así como resistencia a *Phytophthora capsici* y nemátodos. Presentando buenos resultados en los ensayos realizados en campo. ■



■ Huertas antiguas y variedades locales amenazadas de la Vega Media del Segura. Estrategias de conservación y gestión

Entidad financiadora y Referencia	Fundación Séneca. 03091/PI/05
Investigador responsable	María Soledad Catalá Giménez
Equipo	Joaquín Carlos Costa García María de los Ángeles Morales García Elena Sánchez López Josefa Gomariz Pérez

Los recursos fitogenéticos son la base de la subsistencia de la humanidad. Suplen las necesidades básicas y ayudan a resolver problemas como el hambre y la pobreza. Sin embargo, se han ido perdiendo principalmente por el uso inadecuado que hacemos de ellos, así como por la destrucción de sus hábitat. Dada su vital importancia es necesario conservarlos para beneficio de las generaciones presentes y futuras.

En la Región de Murcia, El IMIDA junto con la Red de Agroecología y Ecodesarrollo ha iniciado una línea de investigación con la finalidad de recuperar y conservar el patrimonio agrario tradicional de la Región de Murcia. En el marco de los trabajos realizados hasta la fecha hemos detectado un problema similar a otras regiones respecto a la fuerte erosión de nuestros recursos genéticos y a la fuerte alteración del paisaje agrario.

El Valle de Ricote es un área natural enclavada en la Vega Alta del Segura, al norte de la Región de Murcia. Engloba los municipios de Cieza (entrada natural del valle), Abarán, Blanca, Ojos, Ricote, Villanueva del Segura y Archena, a una altitud comprendida entre 295 m (Ricote) y 102 m (Archena).

Sus fértiles huertas, de origen prehistórico, mantienen aún las huellas en su esplendor romano y, sobre todo árabe (valle morisco). La gestión del espacio agrícola de la vega ha conducido al diseño de sistemas enormemente productivos y a la vez sostenibles, hasta tal punto que constituyen uno de los sistemas agrarios de mayor interés de la Región de Murcia, tanto desde el punto de vista socioeconómico, como ambiental y cultural.

La agricultura de regadío, durante el siglo XVIII, estaba dominada por el cultivo de cereales, moreras, olivar, frutales, limoneros y vid. El cultivo de legumbres y hortalizas tuvo que ser importante, ya que era la base alimentaria de la época, aunque se carece de referencias documentales (García Avilés 2000). Los productos de la morera y los frutales estaban dirigidos a su comercialización. El resto se destinaba a autoconsumo. En la actualidad hay un predominio claro de frutales y cítricos cuyo destino principal es la exportación. La producción hortícola es escasa y, en gran parte, continúa destinada al autoconsumo.

OBJETIVOS

Los objetivos concretos en el marco de este proyecto son:

- Hacer un inventario y descripción de las Huertas Históricas de la Vega Media del Segura, que presenten en la actualidad una elevada biodiversidad.
- Catalogar los agrosistemas en función de sus recursos genéticos, valor paisajístico, patrimonio agrario, rareza y grado de amenaza.
- Caracterizar los recursos fitogenéticos desde el punto de vista varietal y de su calidad nutritiva y sensorial.
- Elaborar un listado de recursos fitogenéticos amenazados, con fichas descriptivas y fotos en color, acompañadas de información sobre su calidad nutritiva y sensorial.
- Proponer medidas para la conservación y gestión de las huertas y de los recursos fitogenéticos amenazados.

RESULTADOS OBTENIDOS

El Valle de Ricote se considera en su conjunto como un Lugar de Interés Agropecuario (LIA) debido al excepcional patrimonio agrario que atesora. Como espacios de interés prioritario se han seleccionado seis debido a la heterogeneidad del paisaje (El Menjú), estado de conservación del sistema hidráulico (Ruta de las Norias), manejo tradicional de la huerta y conservación de variedades locales (El Soto), importancia para la fauna silvestre (Embalse de Blanca-Azud de Ojos) y valores culturales y paisajísticos (Estrecho de Solvente y Parque de la Marquesa).

La agrobiodiversidad del Valle de Ricote debe conservarse a través del planeamiento urbanístico ante las amenazas inminentes de cambio de usos de suelo, la modernización de regadíos, el envejecimiento de la población y la falta de relevo generacional. En los LIA,s considerados como prioritarios se debería apostar por sistemas de producción ecológica. Estos agroecosistemas, libres de la especulación urbanística y destinados a mantener una elevada biodiversidad, constituyen un espacio potencial ideal para investigar sobre las bases técnicas y científicas de la Agroecología.

Es necesario establecer medidas que aseguren la conservación y el uso racional de la Biodiversidad Agraria del Valle de Ricote por medio de una política activa de protección y defensa, en la que participe el conjunto de la ciudadanía y de las organizaciones sociales interesadas.

Los agricultores de huertos pequeños son mayoritariamente personas retiradas, dedicados a la agricultura de forma total o parcial. La huerta del Valle de Ricote es heterogénea y minifundista, ya que la mayoría no superan la hectárea de extensión.

Es por esta condición por la que la explotación de la huerta es una actividad marginal del propietario, para el autoabastecimiento o un aporte extra a la renta familiar.

Los huertos antiguos del Valle de Ricote mantienen una gran diversidad espacial, vertical y horizontal, pero han perdido gran parte de su diversidad genética. Casi ningún agricultor guarda las semillas por el trabajo que representa. De esta forma, se está perdiendo una señal de identidad de la huerta del Valle de Ricote y el reservorio genético de variedades adaptadas a las condiciones locales. El manejo de la huerta es en gran parte de tipo convencional, aunque se mantienen sistemas de regadío tradicional, junto a algunas

prácticas relacionadas con el laboreo (imposibilidad de mecanización por el espacio reducido), la fertilización y el diseño de las parcelas.

La falta de relevo generacional conducirá, en un breve plazo, al abandono paulatino de estos agrosistemas por cambios en el estilo de vida y la falta de mano de obra agrícola. El conocimiento agrícola acumulado por generaciones de valricoteños se perderá si no llevamos a cabo medidas inmediatas para su conservación y divulgación, que tengan como finalidad la consecución de estas prácticas y el establecimiento de un flujo intergeneracional que perdure en el tiempo.

Se han reproducido, caracterizado las siguientes nuevas entrada procedentes de los agricultores de las áreas prospectadas:

- Pimientos: Alargado, blanco, cerezas picantes, corneta gruesa, cuadrado, cuerno cabra, de conserva, de mazarrón, grueso de Murcia, guindilla murciana, morro de vaca, morrón de conserva, negral rojo, negral, ñora, rojo de enrastrar, tres cascós, verdal alargado, blanco, cerezas picantes, corneta gruesa, cuadrado, cuerno cabra, de conserva, de mazarrón, grueso de Murcia, guindilla, murciana, morro de vaca, morrón de conserva, negral rojo, negral, ñora, rojo de enrastrar, tres cascós, verdal.
- Tomates: Almagro pera, amarillo, apunzonado, muchamiel, bombilla, ceheginero, ciruela, cuarenteno, de Guadalupe, del país, flor de baladre, gordo murciano rojo, muchamiel, murciano, negro, pera de Algezares, redondo de muchamiel, rojo aplastado, tardío, típico de Alhama y verdal.
- Berenjena: Alargada violeta, blanca alargada, huevos de toro, larga morada semitemprana, listada de gandía, redonda morada, redonda negra, verde de Cieza.
- Calabaza: Esponja, guinea, de Mula, de peregrino, del vino, marranera, potimaron, totanera, totanera naranja.

Los ensayos de caracterización se han llevado a cabo en la finca experimental “Hacienda Grande” que el IMIDA posee en El Chaparral (Cehegin).





Para la caracterización se ha seguido, en gran parte, la lista de descriptores publicados por el IPGRI para el tomate (IPGRI 1996), pimiento (IPGRI 1995) y berenjena (IPGRI 1990), junto con los descriptores elaborados por EGGNET para la caracterización primaria de berenjena.

A partir de las variedades estudiadas, se ha realizado una preselección de aquellas que hemos considerado como más interesantes para su cultivo y comercialización atendiendo a criterios de producción así como de calidad organoléptica de los frutos.

Tras realizar una preselección de las variedades más interesantes desde el punto de vista organoléptico y productivo, son necesarios ensayos en profundidad con éstas para determinar propiedades nutritivas y sensoriales con las que poder elaborar una lista definitiva de variedades susceptibles de su cultivo y comercialización como mejor mecanismo de conservación “in situ” de dichas variedades. ■

■ Estudio fisiológico de la respuesta de distintas variedades de tomate a condiciones adversas (déficit hídrico, estrés salino, bajas temperaturas) y su influencia sobre la calidad organoléptica de los frutos

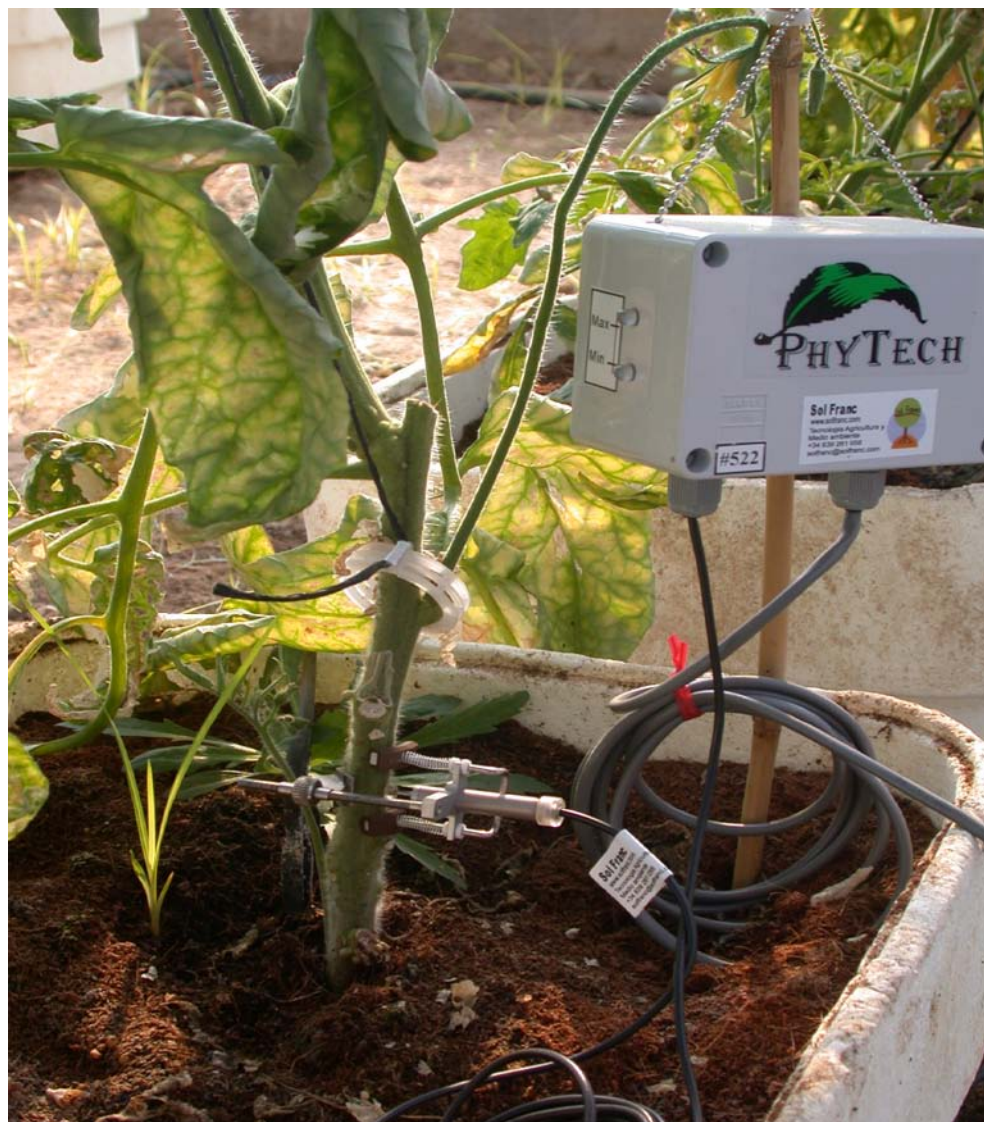
Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2007-00056-00-00
Investigador responsable	María de los Ángeles Morales García
Equipo	María Soledad Catalá Giménez Joaquín Carlos Costa García Elena Sánchez López Josefa Gomariz Pérez

La región del Sureste peninsular (Alicante, Murcia y Almería) tiene un gran peso específico dentro de las áreas productoras de tomate en España debido fundamentalmente a su climatología, la cual favorece la producción a lo largo de todo el año. Las plantas de tomate requieren altas temperaturas y condiciones de elevada radiación fotosintéticamente activa para una producción óptima. Estas condiciones son típicas de las regiones áridas y semiáridas donde existen importantes limitaciones en el agua de riego, la cual, a menudo se caracteriza por contener elevadas cantidades de sal. Conviene, por ello tener en cuenta que el área Mediterránea se caracteriza por poseer unos regímenes pluviométricos deficitarios y/o irregularmente distribuidos respecto de las necesidades impuestas por la fenología de los vegetales, lo que induce situaciones de estrés hídrico, siendo éste el principal factor limitante de la productividad vegetal. Esta escasez de recursos hídricos ha derivado también en una progresiva salinización del suelo debido a la sobreexplotación de los acuíferos y a la escasez de agua de buena calidad que pueda lavar las sales solubles, provocando pérdidas importantes en la capacidad productiva de los suelos agrícolas de esta zona. Por ello las situaciones de estrés son tan comunes en los sistemas agrícolas y de ahí la importancia de su conocimiento y manejo.

Concretamente, en la Región de Murcia el cultivo del tomate se desarrolla fundamentalmente al aire libre, con mayor o menor protección (mallas, plásticos), de modo que pueden presentarse en él multitud de situaciones de estrés, tanto generados por agentes bióticos como por factores abióticos. La mayor parte de esas situaciones se mantienen durante un corto periodo de tiempo pero, frecuentemente, se dan a la vez varios estreses.

Para ello, parece conveniente plantear un amplio y detallado estudio en el que se pueda concretar el comportamiento hídrico de distintas variedades de tomate (tanto híbridos comerciales como algunas variedades tradicionales de reconocida calidad) ante situaciones ambientales adversas mediante la utilización de distintos indicadores biológicos que informen de la situación hídrica de las plantas ante dichas condiciones.

Parámetros como el contenido hídrico relativo, potencial hídrico foliar, conductancia estomática y transpiración, junto con medidas de flujo de savia por medio de sensores darán información



completa de las situación hídrica de las plantas debido a la dificultad que entraña el uso de un solo parámetro como referencia del estado hídrico de un cultivo. El desarrollo de indicadores como el uso de sensores para registrar microvariaciones de grosor de tallo o de hojas, o las medidas de flujo de savia ofrecen la ventaja de proporcionar registros continuos del estado hídrico de la planta sin ser destructivos.

Por otra parte, es conocida la capacidad de la mayoría de plantas hortícolas para producir compuestos biológicamente activos, así llamados debido fundamentalmente a su capacidad antioxidante, entre los que destacan los carotenoides (concretamente el licopeno) y el ácido ascórbico (vitamina C). sin embargo, las concentraciones y el perfil de dichos componentes pueden variar con las prácticas de cultivo y las condiciones medioambientales así como con el genotipo (especies y cultivares).

En los últimos años se ha visto incrementada la demanda por parte de los consumidores de productos frescos y de calidad, sobre todo en productos hortícolas. Concretamente, en el caso del tomate, el consumidor demanda productos con todo el sabor que recuerda

al tomate cultivado en los huertos tradicionales y que poco a poco con el cultivo de híbridos comerciales se ha ido perdiendo. Además, la creciente información sobre los aspectos beneficiosos que los pigmentos del tomate tienen con respecto a la salud y el rechazo hacia los productos manipulados genéticamente por gran parte de los consumidores, hacen que pensemos en la posibilidad de poder incrementar la calidad del tomate controlando tan solo aspectos relacionados con las condiciones medioambientales del cultivo (niveles controlados de sequía o salinidad, control de la temperatura nocturna) (Pasternak *et al.*, 1986; Mitchell *et al.*, 1991).

OBJETIVOS

El objetivo global de este proyecto consiste en caracterizar la situación hídrica en plantas de distintas variedades de tomate (tanto híbridos comerciales como variedades tradicionales autóctonas) mediante el análisis de distintos indicadores biológicos ante situaciones ambientales adversas tales como el déficit hídrico, la elevada salinidad en el agua de riego o las temperaturas extremas, con el fin de profundizar en los aspectos fisiológicos más relacionados con la respuesta hídrica a tales condiciones y su directa implicación sobre la calidad organoléptica de los frutos.

Este estudio se enfoca por una parte en el análisis de la respuesta de diferentes variedades de tomate (variedades tradicionales e híbridos comerciales) a situaciones de estrés hídrico, salinidad y bajas temperaturas bajo condiciones controladas usando técnicas que informen de forma continua y no destructiva de la situación hídrica de las plantas a tiempo real, y por otra parte, y una vez evaluado el comportamiento de las distintas variedades ante dichas condiciones adversas, estudiar de qué manera estos factores ambientales influyen en la calidad agronómica del cultivo basándonos en los aspectos más relacionados con la calidad organoléptica del fruto y fundamentalmente en el posible enriquecimiento en compuestos con capacidad antioxidante.

RESULTADOS OBTENIDOS

El Proyecto acaba de comenzar, con lo que todavía no existen resultados. ■

■ Selección de variedades tradicionales hortícolas adaptadas al cultivo ecológico

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA 2006-00144-C02-01
Investigador responsable	María Soledad Catalá Giménez
Equipo	Joaquín Carlos Costa García Consuelo Pellicer Botía María Ángeles Morales García Aurora Pérez Crespo Elena Sánchez López Josefa Gomariz Pérez José María Egea Fernández José María Egea Sánchez David González Martínez Javier Melgares de Aguilar Cormenzana

OBJETIVOS

El objetivo global de este proyecto consiste en seleccionar aquellas variedades tradicionales de tomate, pimiento, berenjena, melón, pepino, lechuga, cebolla y pimiento para pimentón, mejor adaptadas al cultivo ecológico en las condiciones agroclimáticas características de las dos Comunidades Autónomas participantes en el proyecto: Región de Murcia y Extremadura. La selección se realiza en base a características productivas, de calidad y propias de adaptación al cultivo ecológico. Se persigue conseguir este objetivo global, mediante la ejecución de los siguientes objetivos parciales:

- Objetivo 1.** Caracterización morfológica y agronómica de variedades tradicionales de hortalizas en cultivo ecológico.
 - Objetivo 1.1.** Respuesta de los cultivos y de los suelos al cultivo ecológico.
- Objetivo 2.** Evaluación de parámetros de calidad en las variedades ensayadas.
- Objetivo 3.** Establecimiento de una ficha varietal de los distintos tipos evaluados.

RESULTADOS OBTENIDOS

Caracterización morfológica y agronómica de variedades tradicionales de hortalizas en cultivo ecológico.

Con el fin de abarcar una gran parte de la climatología y edafología existente en nuestra Región, los ensayos se han llevado a cabo en distintas localidades de la Región de Murcia:

Calasparra, en colaboración con los Agricultores ecológicos de la finca Casa Torres-El Olivarejo.

Espinardo en el campo de ensayos ecológicos de la facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Jumilla en colaboración con los Agricultores ecológicos de la finca Casa Pareja.

Chaparral (Cehegín) en la Finca Hacienda Grande del IMIDA, en condiciones de Cultivo Ecológico.



Las variedades testadas durante los años 2007 y 2008 fueron:

MELÓN de los tipos:

- *Amarillo*: Mu-C-31, Mu-C-30, Mu-C-17(4), Mu-C-2, Mu-C-28, Mu-C-35
- *Piel de Sapo*: Mu-C-4, Mu-C-90 (4), Mu-C-72, Cm 2, Cm 15, y Añoral
- *Tendral*: Mu-C-47, Mu-C-20, Mu-C-44, Mu-C-34, Cm 5, Cm 9
- *Rochet*: Mu -C-41, Mu-C-6, Cm 20 y Cm 21

TOMATE de los tipos:

- *Muchamiel*: Mu-L-21, Tucka2, Lidón, Mu-l-21/1, Ly 43 y Cida-55
- *Flor de Baladre*: Ly 18, Ly 51, Ly 21
- *Pera*: Cida 44a, Cida 62, Mu-L-10, Mu-L-15, Mu-L-40 y Mu-L-27
- *Murciano*: Mu-L-36, Cida 59b, Mu-L-24, Mu-L-14 y Cida-56
- *Negro*: Ly32 ,Ly47a y Ly34

PIMIENTO de los tipos:

- *Carne gruesa*: Mu-Ca-17, Ca-18 , Ca-6, Mu -CA-7, MU-CA-10, Pimiento Plaza Bullas, MU-CA-22 (cuadrado) y Ca-12
- *Pimiento para pimentón*: Americano, Negral, Rodacol, Ocal, Datler, Nedacol y Datler negro

BERENJENA:

- Larga morada (Mu-S-1)
- Listada de Gandía (Mu-S-3)
- Redonda negra (Mu-S-8) y MU-S2-2, MU-S-4, MU-S-7 y MU-S-5

Para la Caracterización morfológica de todos cultivos hortícolas incluidos en el proyecto se han utilizado los descriptores publicados por el IPGRI (IPGRI, 1990, 1996, 2003; IPGRI, AVRDC y CATIE, 1995).

El total de caracteres morfológicos, tanto de la parte vegetativa como del fruto, evaluados por especie han sido: 17 en pimiento, 14 en berenjena, 19 en melón y 31 en tomate, en el que también se ha evaluado defectos de frutos como agrietado, fasciación, podredumbre apical.

Se ha evaluado la precocidad y producción total en todos los cultivos. Ambas producciones se han realizado a nivel de parcela, recogiendo los frutos de todas las plantas en conjunto y dividiendo por el número de plantas de la parcela.

Para la Respuesta de los cultivos y de los suelos al cultivo ecológico se han analizado distintos parámetros en aguas y suelos durante el cultivo.

Durante el cultivo se han realizado mediciones del contenido en clorofila en planta para tratar de ligarlos con su estado nutricional, así como análisis foliares del contenido en macro y micronutrientes en hoja.

Los resultados obtenidos nos han permitido llegar a los siguientes resultados:

En melón para la producción por planta se observan diferencias entre genotipos y localidades los tipos más productivos son Piel de Sapo y Amarillo y la localidad mas productiva fue Jumilla. El peso medio también muestra diferencias entre genotipos y localidades. La localidad donde el peso medio fue más alto fue Calasparra. El mayor número de frutos por planta lo tienen las entradas de tipo amarillo y en la localidad de Jumilla es donde se han obtenido un mayor número de frutos por plante.

En tomate los resultados obtenidos nos indican que la producción total es debida en gran parte al tipo varietal y de una forma significativa a la localidad donde se cultiva. En el estudio por tipos varietales, el menos productivo es el flor de baladre debido, posiblemente, a que muchos de sus frutos están afectados por podredumbre apical. Para la podredumbre apical hay claramente un efecto del tipo y de la localidad siendo el tipo flor de baladre el más sensible y la localidad Jumilla donde más se manifiesta esta fisiopatía.

El estudio del análisis foliar del ensayo de las variedades de tomate cuyo objetivo es seleccionar variedades que se adapten bien a las condiciones naturales y que se ajusten a las pocas enmiendas que se pueden realizar en un cultivo ecológico. Para el contenido en macronutrientes en hoja se han detectado interacciones significativas genotipo x medio en el contenido de Ca y P. El tipo Flor de Baladre presenta un mayor contenido en Ca significativamente mayor en Jumilla que en la Vega media, mientras que el resto de los tipos presenta un mayor contenido en Ca en la Vega media. Para el contenido en P todos los tipos presentan una concentración en P mayor en la Vega media, mientras que el tipo Pera no muestra diferencias significativas entre ambas localidades. Respecto a los microelementos, todos se presentan en concentraciones consideradas como deficientes, excepto B y Cu. En hoja se han detectado significación para la interacción genotipo x medio para Fe, Cu y B . Tanto para B como para Cu es el tipo Flor de Baladre es el que vuelve a mostrar un comportamiento distinto al resto de los tipos, presentando una mayor concentración de ambos micronutrientes en la localidad de Jumilla.

Evaluación de parámetros de calidad en las variedades ensayadas.

Tomate

La evaluación de parámetros de calidad se ha realizado preparando un homogeneizado de 10 frutos y tomando en este preparado los caracteres abajo detallados. El homogeneizado permite ser congelado sin perder ninguna de las propiedades que se analizarán, lo cual facilita la toma de todos los caracteres previstos.

La calidad del tomate se observa que los parámetros de calidad están estrechamente relacionados con el tipo varietal en el que se encuadran mas que por la localidad del cultivo,

excepto para la dureza que también es afectada por la localidad, para la longitud y la anchura además se observa una interacción entre el tipo y la localidad, el color del fruto también presenta un fuerte efecto debido a la localidad donde se produce el cultivo. La dureza es un factor muy importante en la manipulación y transporte de los frutos, destacando por su dureza los tipos Muchamiel y Murciano. El contenido en azúcares es también una de las características que tiene mayor demanda por parte del consumidor, para este carácter el tipo flor de baladre es el que presenta los mayores contenidos en azúcares.



Melón

En cuanto a la calidad de las variedades de melón, se han tenido en cuenta por un lado las características externas, como longitud anchura y peso del fruto y por otro las características internas como son la anchura de la cavidad central, el espesor de la corteza y de la carne y el contenido en azúcares medidos como grados Brix.

Para caracteres externos, la localidad tiene un efecto significativo, únicamente sobre la longitud de los frutos. El tipo Piel de Sapo es el que presentan los frutos más alargados. En general los frutos alcanzan mayor longitud en Jumilla.

Para caracteres internos En el análisis de la cavidad central por genotipos vemos diferencias significativas entre genotipos y para la interacción genotipo x localidad. Los genotipos del tipo Tendral presentan una anchura significativamente mayor de la cavidad central en la localidad de Jumilla, lo que parece indicar que presentarían mejor característica de calidad en Calasparra.

Para el carácter espesor de la carne el análisis muestra significación para los tres efectos estudiados: genotipo, localidad e interacción genotipo x localidad.

El estudio por genotipos para el espesor de la corteza nos muestra que los genotipos con la piel más gruesa corresponden al tipo Tendral y el de piel más fina es Piel de Sapo.

La mayoría de genotipos mostró un mayor espesor en la localidad de Jumilla.

En el análisis del contenido en azúcar (°brix) se encontró diferencias entre genotipos y para la interacción pero no entre localidades. Siendo los genotipos de mayor contenido en azúcar los tipo Piel de Sapo.

Pimiento para pimentón

En el pimiento para pimentón dado que la mayoría de las variedades que actualmente se cultivan en Murcia son variedades antiguas aunque mejoradas, se ha realizado durante este último año un ensayo donde se utiliza como testigo la variedad más antigua que es la Bola-Americano y el resto de las variedades fueron mejoradas en el IMIDA con el fin de adaptarse a las nuevas condiciones de cultivo y de problemática de cultivo que iban apareciendo en la Región, este ensayo de medida de la calidad ha permitido constatar lo siguiente:

Contenido de clorofilas y carotenoides en frutos de pimiento para pimentón

Las variedades de pimiento para pimentón se pueden clasificar en dos grandes grupos según su evolución del proceso de degradación de clorofilas a lo largo de la maduración del fruto, el formado por aquellas en las que las clorofilas se van degradando paulatinamente hasta llegar la madurez cuando comienza la biosíntesis de carotenoides (*tipo rojo*) o aquellas en que la degradación total de las clorofilas no se produce en los estados de maduración, resultando variedades de un color marrón característico, consecuencia de la combinación del color rojo de los carotenoides con el verde de las clorofilas (*stay-green*).

Se han estudiado las diferencias entre los dos tipos respecto de varios parámetros que puedan influir en el poder colorante de dichas variedades, a lo largo del proceso de maduración. Los parámetros estudiados son:

1. El contenido de clorofila total, *clorofila a*, *clorofila b* y relación clorofila *a/clorofila b* en fruto en los distintos estados de maduración.
2. En frutos maduros, evaluar el contenido en carotenoides totales y el de los dos grandes grupos que tiene *Capsicum*, carotenoides rojos y carotenoides amarillos, así como la relación entre ambos (carotenoides totales rojos/carotenoides totales amarillos).
3. Contenido en pigmentos colorantes mediante °ASTA ya que es el parámetro más usado comercialmente.

Todas las variedades mejoradas poseen mayor concentración de pigmentos carotenoides que la variedad testigo Bola Americano (171,99 °ASTA), con unos rangos que oscilan entre 220,99 °ASTA de la variedad Negral y 311,64 °ASTA de la variedad Datler Negro. Las variedades rojas degradan la clorofila cuando se inicia el proceso de la maduración de los frutos. Así en el estado 7, de frutos totalmente maduros, la clorofila desaparece al completo.

En las variedades *stay-green* que poseen el gen retenedor de la clorofila *cl*, sin embargo, no se observa el proceso de la degradación de clorofilas al comienzo de la madurez, lo que unido a la formación de los pigmentos rojos carotenoides confiere a los frutos un color marrón.

En las variedades Negral y Nedacol se produce una disminución del contenido en clorofila total hasta el estado 7 (frutos turgentes), aunque un aumento de la clorofila *b* a partir de este estado provoca un mayor contenido en las clorofilas totales en el estado 8 (sobremaduración). Exceptuando la variedad roja Ocal las que mayor contenido en carotenoides totales son las variedades *stay-green*, Datler Negro y Negral y Nedacol.

Actualmente se están analizando los datos que nos permiten comparar la evolución de estos parámetros en dos localidades en cultivo ecológico y las diferencias entre ese cultivo ecológico y un cultivo convencional para los mismos caracteres.

Durante el año 2008 Los mismos materiales vegetales han sido cultivados en Extremadura, por los participantes de el subproyecto-2 correspondiente a esa comunidad.

El trabajar en las dos comunidades nos permite tener una mejor valoración de las interacciones genotipo x medio de estos materiales en cultivo ecológico. También nos permite seleccionar las variedades que mejor respondan frente a localidades muy diferentes y formas de cultivos distintas.

La puesta en común de los resultados de estas dos campañas, esta dando lugar a la redacción de distintas publicaciones. ■

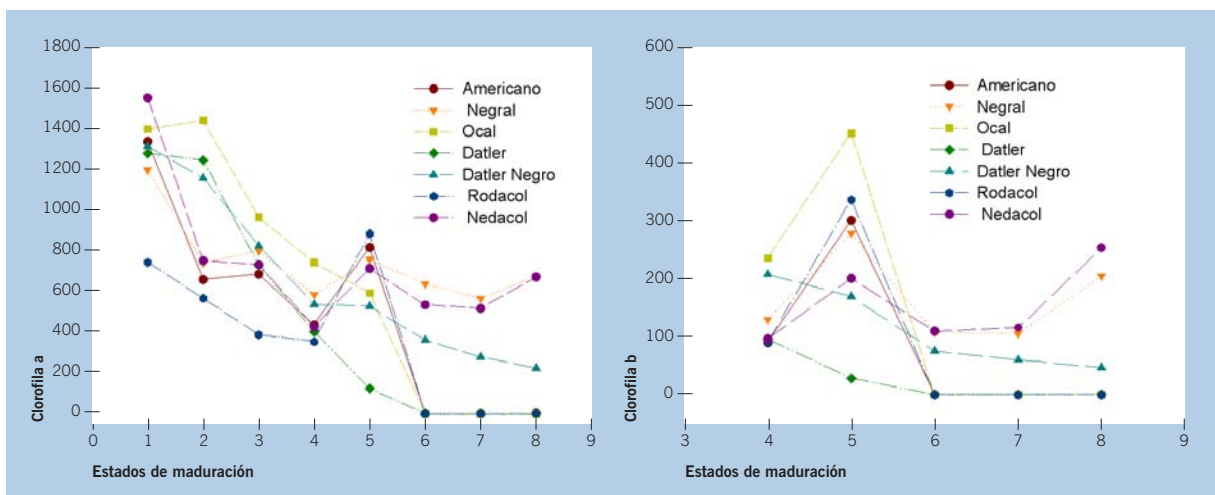


Figura 1 Contenido en clorofilas en fruto de pimiento para pimentón.

■ Recolección, multiplicación y evaluación de los recursos fitogenéticos hortícolas para su conservación en los Bancos de Germoplasma

Entidad financiadora y Referencia	INIA. 2004-006-C-10-06
Investigador responsable	Joaquín Carlos Costa García
Equipo	María Soledad Catalá Giménez María de Los Ángeles Morales García Elena Sánchez López Josefa Gomariz Pérez Fulgencio Sánchez Solana Francisco José Navarro Zamora

OBJETIVOS

Los objetivos son:

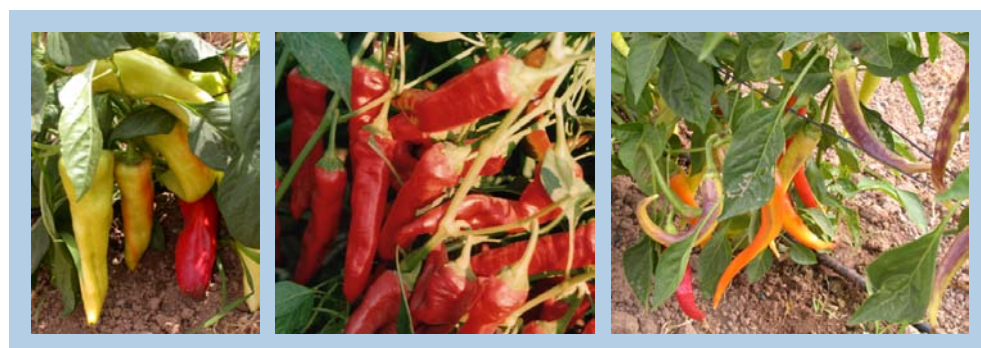
- Completar la prospección y recogida de los recursos fitogenéticos autóctonos de las especies hortícolas de mayor importancia económica y ampliarlas a otras especies menores que favorezcan la diversificación de la oferta.
- Multiplicar y conservar los recursos anteriores salvaguardando su variabilidad para la Mejora Genética en plantas hortícolas.
- Caracterizar y documentar las colecciones con objeto de facilitar el uso de muestras conservadas.

RESULTADOS OBTENIDOS

Durante el año 2007 se caracterizaron, tipificaron y reprodujeron las siguientes accesiones, procedentes de los bancos de germoplasma: 23 de *Capsicum annuum*, 2 de *Citrullus lannatus*, 2 de *Cucumis melo*, y 26 de *Lycopersicon esculentum*.

La reproducción de melón y pimiento se realizó bajo túneles y jaulones de alogamia para conservar el material genético original.

Una copia de las evaluaciones realizadas junto con la semilla reproducida se envió al Banco de Germoplasma de Valencia.



También se caracterizaron, tipificaron y reprodujeron las siguientes accesiones, procedentes de la prospección y colectas realizadas por el equipo de horticultura del IMIDA: 3 de *Capsicum annuum* y 9 *Lycopersicon esculentum*.

Durante el año 2008 se caracterizaron, tipificaron y reprodujeron las siguientes accesiones, procedentes de la prospección y colectas realizadas por el equipo de horticultura del IMIDA: 4 de *Capsicum annuum* y 5 *Lycopersicon esculentum*. ■



Figura 1 Variabilidad de tomate tipo "Cherry".

Colectas realizadas por el equipo de horticultura del IMIDA durante los años 2007-2008.

NUEVAS ENTRADAS TOMATE			
	Localidad	Localidad	Localidad
	Santomera	Murcia	Tomate de la Pera
	Santomera	Murcia	Peña 1
	Mazarron	Murcia	Cherry Rojo
	Mazarron	Murcia	Cherry Negro
	Mazarron	Murcia	Cherry Amarillo
	Mazarron	Murcia	Cherry Naranja
	Garaballa	Cuenca	Garaballa Rosado
	Garaballa	Cuenca	Gabaralla Globosa
	Garaballa	Cuenca	Garaballa aperada
	Los Royos (Caravaca)	Murcia	Tarragolla
	Alguazas	Murcia	Pera resistente
	Santomera	Murcia	Baby-1
	Santomera	Murcia	Baby -2
	Torre Pacheco	Murcia	Rosa Murciano
NUEVAS ENTRADAS PIMIENTO			
	Albentosa	Teruel	Bola Teruel
	Guerrero Negro	Baja California (Méjico)	Mexbal
	San Pedro	Murcia	Pimiento Ornamental
	Santomera	Murcia	Pimiento Banco
	Santomera	Murcia	Pimiento Picante
	Santomera	Murcia	Pimiento Choricero
	Santomera	Murcia	Bola Baby

■ Otras líneas de trabajo

Equipo Horticultura

Joaquín Costa García
M^a Soledad Catalá Giménez
M^a Ángeles Morales García
Josefa Gómariz Pérez
Elena Sánchez López

OBJETIVOS

A petición del sector pimentonero y debido a las pérdidas ocasionadas en los cultivos de pimiento para pimentón por la incidencia del virus del bronceado del tomate (TSWV), se han continuado con el programa de mejora con la finalidad de obtener variedades de pimiento para pimentón tolerantes al TSWV.

Objetivos:

1. Evolución del número de trips y de la enfermedad.
2. Estudio de parámetros de calidad. El factor principal de calidad en el pimiento para pimentón es la intensidad del color, así como la relación fresco/seco, que nos indica el contenido en materia seca del fruto
3. Evaluación de la productividad. Las nuevas variedades de pimiento para pimentón obtenidas deben poseer una adecuada producción que haga rentable su cultivo, a pesar de los distintos factores limitantes que tiene el cultivo de pimiento para pimentón en la Región de Murcia.

RESULTADOS OBTENIDOS

Como material vegetal se utilizaron 37 líneas en la generación F8, derivadas de los cruzamientos realizados entre las accesiones de *C. chinense*: PI-159236 y PI-152225 resistentes al TSWV y diversas variedades de pimiento para pimentón de la especie *C. annuum*, que diferían en el tamaño, forma y color de sus frutos: con frutos subesféricos, Negral (con genes retenedores de clorofila) y Bola; con frutos alargados, Ocal y alargado-triangular, Datler.

De las 37 líneas experimentales se eliminaron 5 que dieron positivo al virus del bronceado en el test Elisa, la variedad local Bola, también dio positivo, eligiéndose para medidas de producción plantas totalmente sanas.



Figura 1 Plantación Totana.

Parámetros de calidad.

Más de la mitad de las nuevas líneas presentan mejor color que la variedad testigo bola. La variedad testigo Bola tiene 258 °ASTA mientras que la línea 29-I tiene 387,38 ° ASTA. En general los frutos con mejor color son los que poseen genes retenedores de clorofila y que provienen de parentales con esta característica. Los valores obtenidos al estudiar la relación peso fresco/peso seco oscilan entre 4 para la línea de menor índice y 6,88 para la línea de mayor índice. El resultado de la variedad local Bola es 5.19, por lo que se han conseguido seleccionar 14 líneas con mejor relación peso fresco/peso seco.

Características agronómicas.

Los rendimientos agronómicos y comerciales de las líneas fueron evaluados basándose en el vigor vegetativo, morfología de la planta y rendimiento total.

en el momento en que la mayor parte de sus frutos se encontraban

en estado óptimo de recolección, se pesaron y contaron todos los frutos de la planta, distinguiendo entre tres estados, verde, óptimo (maduro turgente) y sobremaduro.

Con unos rangos de producción que oscilan entre 1336 kg/m² de la línea 17 y 4211,25 kg/m² de la línea 10, la variedad testigo Bola con una producción de 2361,75 kg/m² se encuentra entre las 6 menos productivas. Resultan muy interesantes las líneas 1 y 28 con producciones de 3339,89 kg/m² y 3475,87 kg/m² respectivamente ya que son más productivas que la variedad Bola y con características morfológicas similares, forma de fruto subsférico y color rojo.



Figura 2 Color.



Figura 3 Variedades de pimiento para pimentón tolerantes al TSWV.

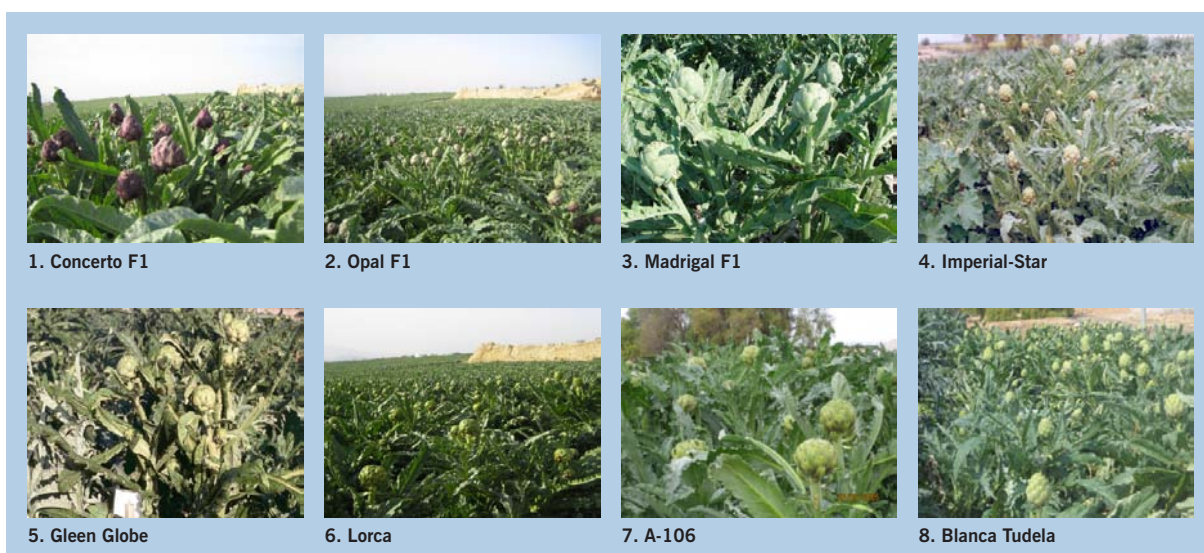
■ Estudio y aprovechamiento de nuevos cultivares de alcachofa para consumo en fresco y para la industria, en el segundo año de su ciclo de cultivo

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Economía, Industria e Innovación de la Región de Murcia. 2105SU0024
Investigador responsable	José Antonio Martínez Serna
Equipo	Luis Almela Ruiz Dr. María Remedios Martínez Jiménez Manoli Carbonell Carreño M ^a Antonia Torá Gaona

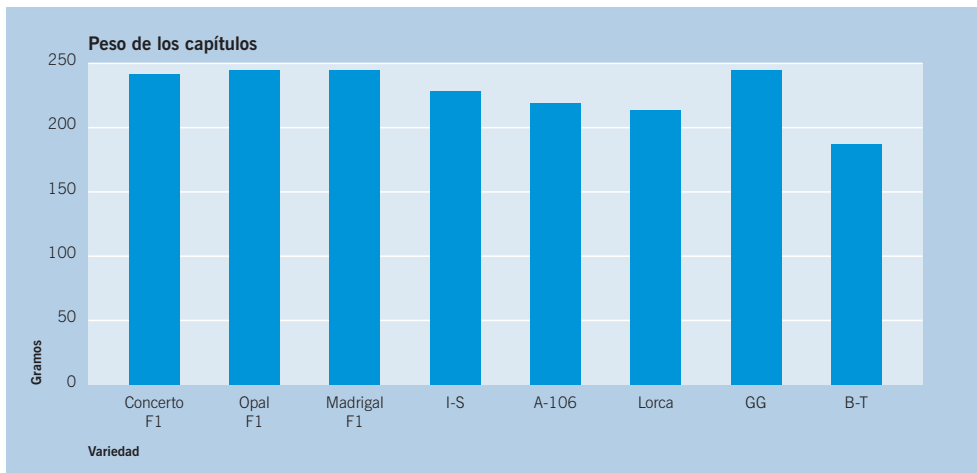
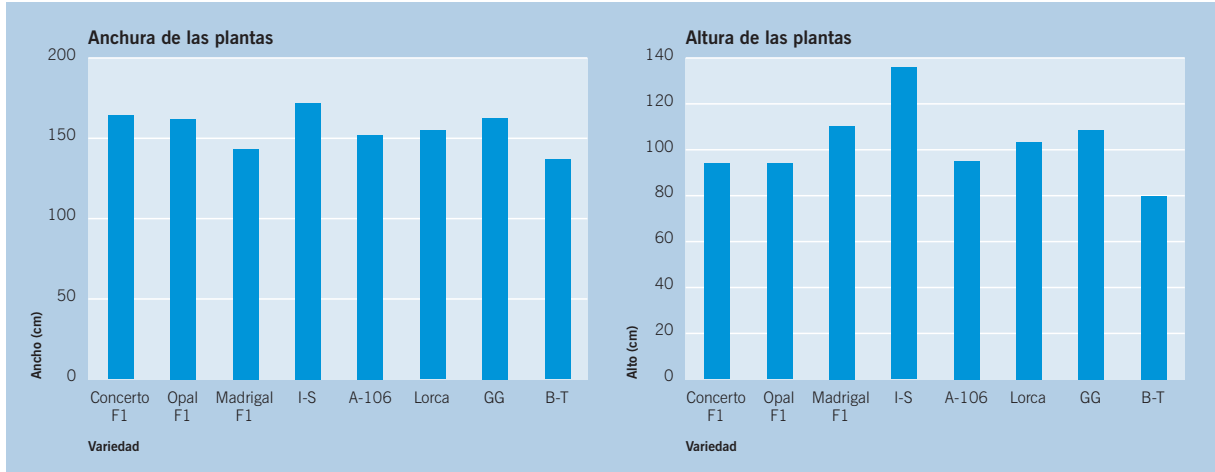
OBJETIVOS

Conocer nuevos cultivares de alcachofa de propagación sexual, poco conocidas en su morfología y en aquellos aspectos más interesantes desde el punto de vista agrícola para consumo en fresco y para la industria en su segundo año de cultivo y conjuntamente en ciclo bianual. Así se estudian principalmente: desarrollo vegetativo, producción precoz, tardía y total y calibre de los capítulos, atendiendo principalmente al peso medio. También se estudio la calidad químico-física y nutricional de los capítulos frescos de las variedades seleccionadas. Los resultados son comparados con el cultivar Blanca de Tudela que actualmente supone más del 98% de la producción en nuestro país.

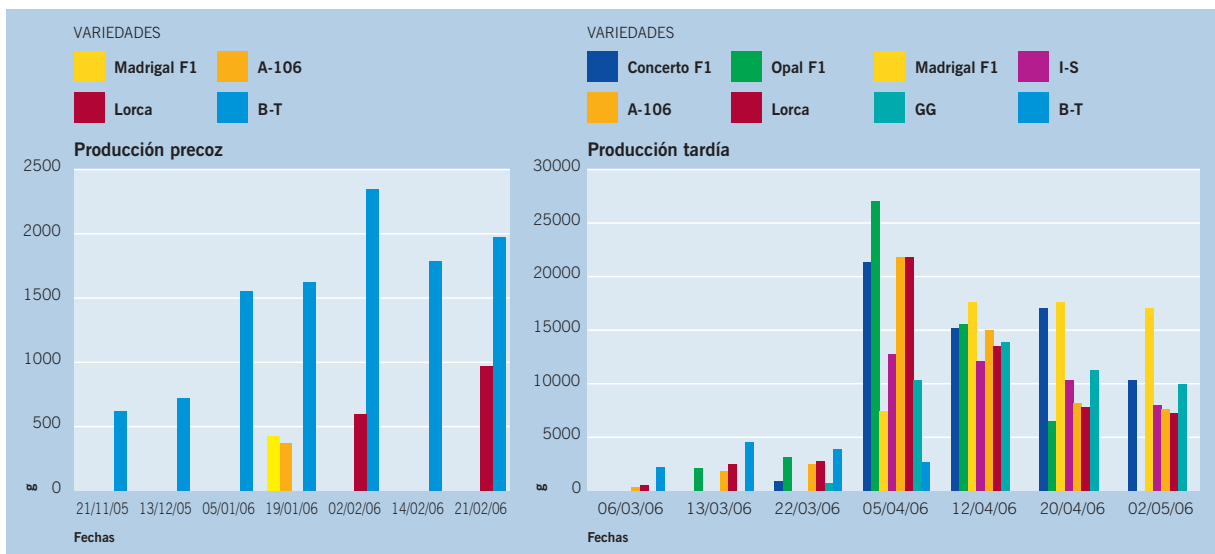
MATERIAL Y MÉTODOS

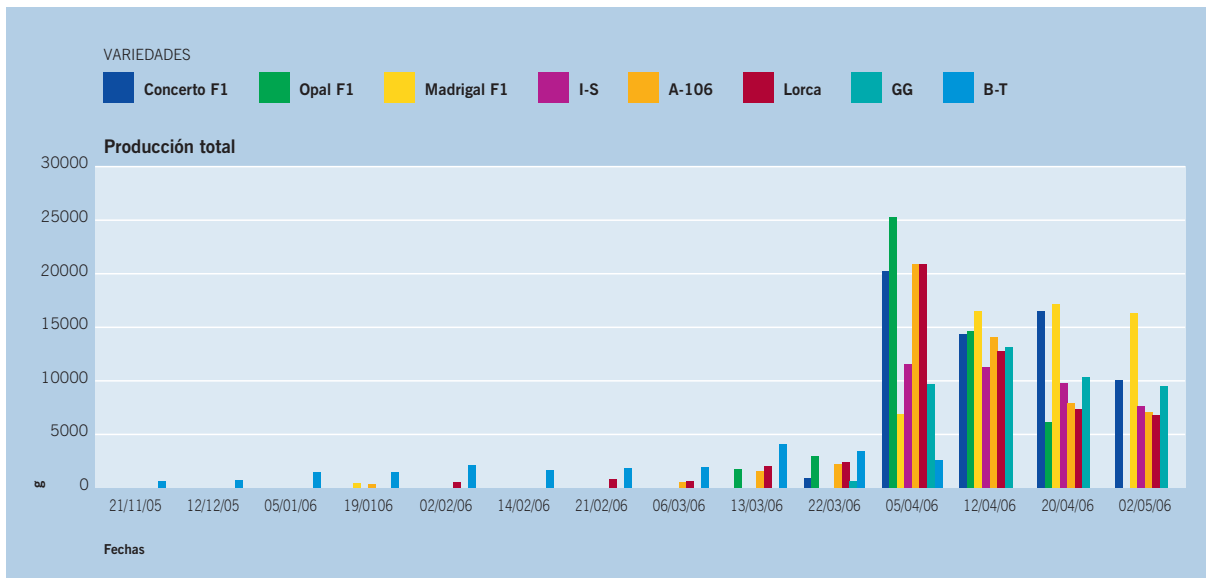


RESULTADOS OBTENIDOS

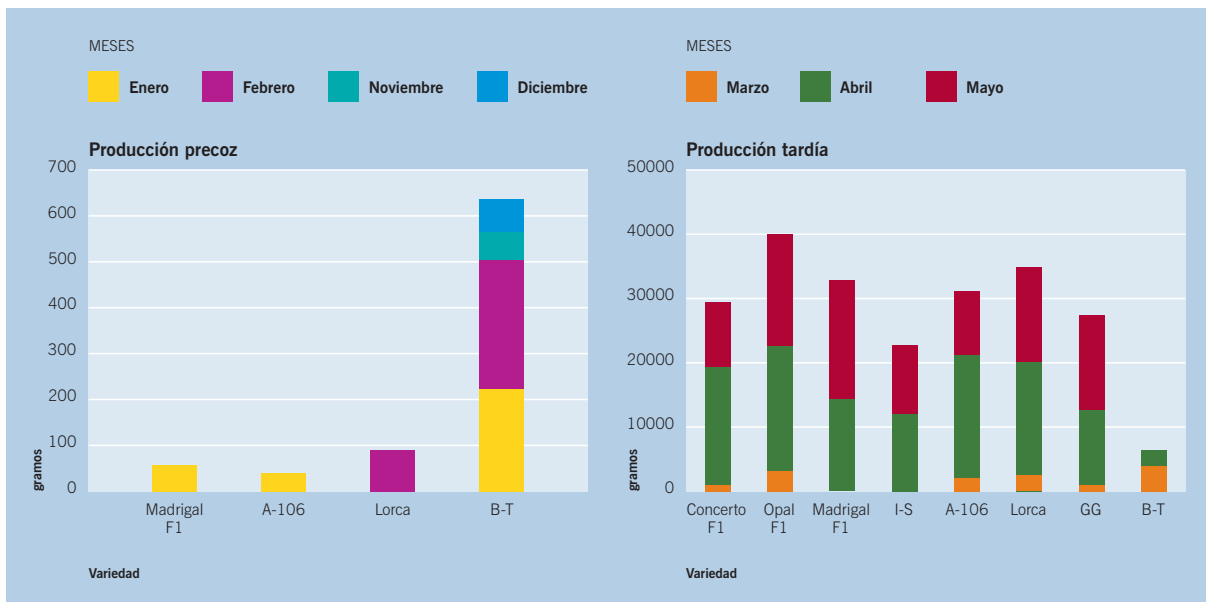


Producciones.

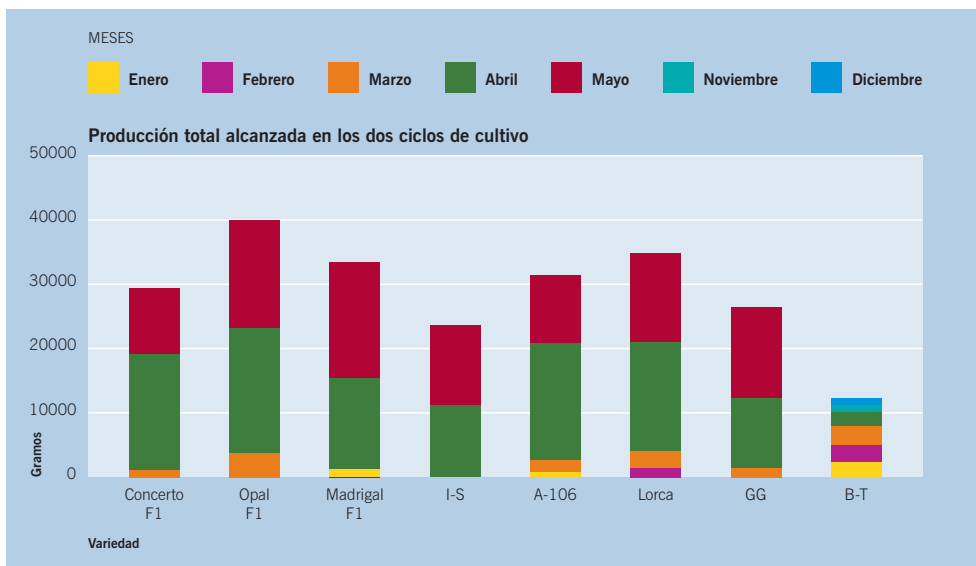




Producciones bianuales.



A la vista de los resultados se puede observar que en producción precoz bianual los cultivares de semillas que han tenido alguna producción aunque escasa son: Lorca, Madrigal y A-106 por orden de producción., destacando que el cultivar Blanca de Tudela (zuecas) alcanza gran producción, siendo sus meses de plenitud enero y febrero. En producción tardía, los cultivares más productivos son por este orden Opal F1, Lorca, Madrigal F1, A-106, Concerto F1, Green Globe, Imperial Star, y por último la Blanca de Tudela (zuecas).



CONCLUSIONES

2º Año de cultivo:

En cuanto al vigor, el parámetro más importante a la hora de definir el marco de plantación es la anchura; en nuestro estudio observamos que hay diferencias significativas entre todas las de semilla con la Blanca de Tudela, las de semillas entre si no presentan diferencias significativas. Los cultivares más vigorosas son por este orden: Concerto, Imperial Star, Opal F1, A-106, Madrigal F1, Lorca, Green Globe (GG) y la menos vigorosa es la Blanca de Tudela (B.T).

El otro parámetro que define el vigor es la altura, en cuanto a esta se han observado diferencias significativas entre los cultivares de semillas Madrigal F1, Imperial Star, Lorca y Green Globe con las de semillas Concerto F1, Opal F1, A-106, y Blanca de Tudela. Los que más altura alcanzan por este orden son: Imperial Star, Madrigal F1, Green Globe, Lorca, A-106, Concerto, Opal F1 y Blanca de Tudela.

En cuanto al calibre de los capítulos de los distintas variedades ensayadas hay diferencias significativas en cuanto al calibre, entre las variedades de semillas Concerto F1, Opal, Madrigal F1, A-106 y Green Globe con respecto a las de semilla Imperial Star, Lorca y Blanca de Tudela (zueca).

Las variedades que producen mayores calibres son por este orden: Madrigal F1, Opal F1, Green Globe, Concerto F1, Imperial Star, A-106, Lorca y la de menor calibre es la Blanca de Tudela.

En producción precoz solo hay producciones para el cultivar B.T. teniendo su máxima producción entre finales de Enero y mediados de Febrero.

En producción tardía la B.T. apenas produce en cambio las de semillas están en plena producción siendo los meses más productivos Abril y Mayo. Los cultivares que más producen son por este orden: A-106, OPAL F1, LORCA, CONCERTO, MADRIGAL F1, I.S., GG y B.T.

Producciones bianuales

En producción total bianual, han destacado por orden de producción: Opal F1, Lorca, Madrigal F1, A-106, Concerto F1, Green Globe, Imperial Star y por último La Blanca de Tudela.

El análisis se ha llevado a cabo con el programa estadístico SPSS que nos ha sacado la media por repetición de cada uno de los cultivares y que el diseño estadístico se hizo a 3 repeticiones por cultivar.

En cuanto a la determinación de las características químico-físicas y bioquímicas de los cultivares de alcachofas estudiados, muy importantes para conocer las cualidades nutricionales y su aptitud para el procesamiento industrial, se han llevado a cabo por los investigadores del Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología de La Universidad de Murcia con la colaboración del CNTC de Molina de Segura, cuyos resultados de forma resumida se exponen a continuación:

Durante el segundo año de cultivo de las variedades de alcachofa investigadas, se realizó una amplia analítica sobre los parámetros químico-físicos y bioquímicos más representativos de su calidad. El objetivo fue el de obtener datos complementarios respecto a la investigación en la que se utilizaron inflorescencias de alcachofa correspondientes al primer año de cultivo.

Respecto a la humedad media de las alcachofa, los resultados fueron similares a los de la campaña anterior, con pequeñas diferencias atribuibles al momento del muestreo o al estado de desarrollo de las inflorescencias. Las muestras que presentaron mayor humedad fueron las de los cultivares Blanca de Tudela, Lorca y Green Globe, sin diferencias significativas entre ellas ($p \geq 0,05$) en cualquiera de las tres fracciones consideradas: inflorescencia completa, brácteas externa o brácteas internas. El grupo compuesto por los cultivares Concerto, Madrigal, A-106, Imperial Star y Opal, se diferenció de las tres variedades anteriores, pero no entre sí, excepto en el parámetro humedad de brácteas externas donde Imperial Star y Opal fueron las de menor humedad (~ 83 %).

Con respecto a la textura, Blanca de Tudela fue el único cultivar que presentó diferencias al considerar el fruto completo, mientras que en la parte comestible la textura fue similar sin presentar diferencias significativas ($p > 0,01$). Tras la industrialización en forma de corazones, la textura de estos preparados se evaluó a lo largo de varios meses. Inicialmente la menor textura, evaluada como resistencia al penetrómetro, tanto en los fondos como en las brácteas correspondió a las variedades Blanca de Tudela, Lorca, Imperial Star y Green Globe; mientras que la más firme fue las de las variedades Madrigal y Opal. Transcurrido un tiempo de almacenamiento (máximo 6 meses) la textura tendió a homogenizarse, manteniéndose Madrigal como el cultivar con la textura más firme en fondos y brácteas, sin llegar a ser fibrosos en este último caso.

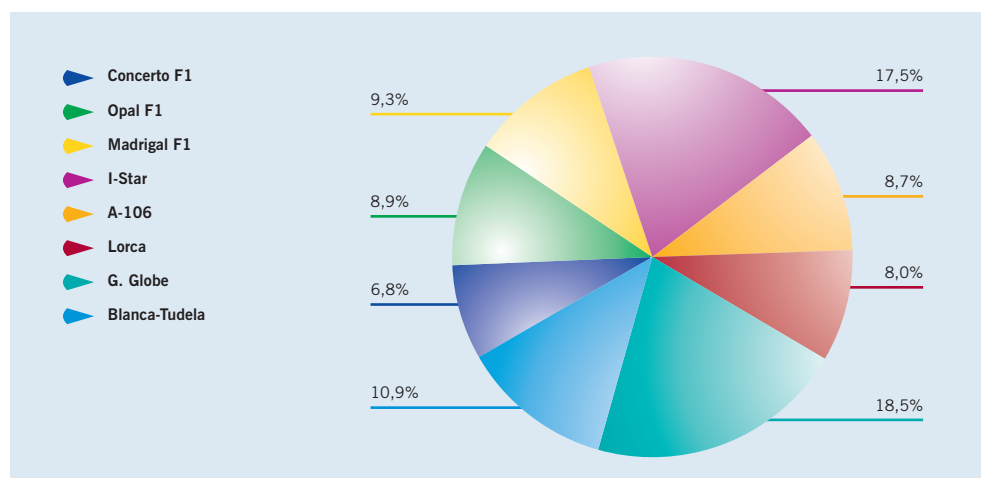
Confirmando los datos correspondientes al primer año de cultivo el contenido de elementos minerales en las inflorescencias de alcachofa, tanto macro como micronutrientes, presentó escasa variabilidad y una notable acumulación de forma similar al resto de la alcachofera, confirmando los altos requerimientos de este cultivo en cuanto al aporte de nutrientes. Desde el punto de vista nutricional para humanos y animales (cuando consumen subproductos) es destacable el contenido de fósforo, magnesio y potasio que aporta la ingesta de esta hortaliza.

El color es una de las características que diferencia subjetivamente a los cultivares de alcachofa. Desde verde puro a violeta intenso existe toda una gama intermedia de tonalidades. Desde el punto de vista cuantitativo y objetivo, se ha determinado el color visual de forma normalizada, mediante espectrofotometría de reflectancia utilizando el espacio CIELab, y también el color extractable debido a la presencia de clorofilas. Externamente el color más oscuro ($L \sim 27$) correspondió a la variedad Concerto, cuya tonalidad morado intenso queda objetivada por el valor de su coordenada b (~ 1) que expresa la tonalidad azul. Valores ligeramente superiores de L (claridad) y menores de b (azul) presentaron las variedades ligeramente moradas o jaspeadas tales como Imperial Star, Opal y Green Globe; mientras que las típicamente verdes presentaron valores altos de L (claridad) y claramente negativos para la coordenada a , correspondiente al tono verde. En los corazones, los cultivares Imperial Star y Madrigal fueron de tonalidad similar a Blanca de Tudela, variedad de referencia para este tipo de elaborados.

El color externo verde de la alcachofas es debido a la presencia de clorofilas, pigmentos fotosintéticos. Sin embargo, este color visual no está relacionado directamente con el contenido absoluto de clorofilas ya que puede quedar enmascarado por la presencia de pigmentos morados. No obstante la variedad Madrigal, de color aparente verde, fue la de mayor contenido de clorofilas, seguido de Blanca de Tudela y Opal, aunque esta última presenta tonalidad ligeramente morada. La variedad Concerto, típicamente morada, presentó un contenido de clorofilas sólo ligeramente inferior; mientras que A-106 y Lorca fueron las de menor contenido de clorofilas.

Otro parámetro importante relacionado con la calidad agroindustrial de la alcachofa es su capacidad de pardeamiento y las actividades enzimáticas relacionadas; estos factores son importantes a la hora de ajustar los tratamientos térmicos de inactivación. Desde estos puntos de vista se valoró las actividades enzimáticas polifenoloxidasas (PPO) y peroxidasa (POD), así como la capacidad de pardeamiento expresada como pardeamiento potencial (PP), polifenoles totales (PT) y el índice de Folin (IF). Los resultados han puesto de manifiesto la necesidad de evaluar de forma conjunta o global todos estos parámetros. Respecto a las actividades enzimáticas, PPO presentó mayor incidencia sobre el pardeamiento y las variedades de mayor actividad, como la Blanca de Tudela (~ 735 UAE/mg prot.), fueron también las que más pardearon, como se comprobó al evaluar los índices PP, PT e IF. Otras variedades tales como Lorca, presentaron mayor actividad POD (780 UAE/mg prot.) que PPO (390 UAE/mg prot.), pero su capacidad de pardeamiento fue inferior. Al comparar brácteas externas con corazones en una determinada variedad, las actividades PPO y POD fueron ligeramente inferiores en esta última porción de la inflorescencia, mientras que la capacidad de pardeamiento fue más alta. Esta aparente contradicción la interpretamos como resultado de la actuación de compuestos antioxidantes (pigmentos fotosintéticos, ácido ascórbico) presentes en alta concentración en las brácteas externas.

El último compuesto de interés que se menciona en este resumen de resultados, es la inulina. La inulina es un polifructano responsable, en buena parte, de las saludables características nutricionales de la alcachofa. Pero, por otra parte, es la sustancia que origina la aparición de precipitados indeseables en los elaborados de corazones en conserva. Como la inulina es soluble en agua, los líquidos de gobierno de las conservas de alcachofa suelen presentar una concentración del fructano próxima al nivel de saturación; en tales circunstancias pequeñas variaciones de las características químico-físicas (pH, temperatura) durante el almacenamiento pueden provocar que se alcance la saturación y la consiguiente precipitación. Bajo las condiciones experimentales empleadas en nuestra investigación, se limitó la diferencia de entre tratamientos o condiciones de almacenamiento entre los elaborados procedentes de los distintos cultivares, por lo que las diferencias apreciadas en la precipitación de inulina en dichos elaborados es atribuible únicamente al contenido específico de cada cultivar. Los resultados de los contenidos de inulina en los ocho cultivares estudiados se muestran en la figura. ■



■ Estudio de los efectos agronómicos ocasionados por la utilización de aguas residuales regeneradas a distintas concentraciones salinas, en el cultivo de gramíneas cespitosas. Ensayo de nuevos sustratos

Entidad financiadora y Referencia	Región de Murcia. Consejería de Educación, Ciencia e Innovación. SUE-AGR 07/03-0004
Investigador responsable	José Antonio Martínez Serna
Equipo	Antonio Abel Lozano Pérez José Francisco Saez Sironi Manuel Sánchez Baños Manuela Carbonell Carreño Víctor Cros Gutiérrez (Desarrollo y Contratas)

OBJETIVOS

Las aguas residuales utilizadas que previamente han sido depuradas, se plantea como una opción muy valiosa para ayudar a resolver en parte los problemas de escasez de recursos hídricos, ya que por una parte nos permite explotar éste elemento primordial de una manera sostenible, y por otra, descender la contaminación de nuestros ríos, ramblas, mares, etc., al disminuir los vertidos a los mismos, tanto desde las ciudades como de las industrias.

Con el presente proyecto proponemos estudiar las posibilidades de reutilización del agua residual depurada con la finalidad de poder utilizarla en el riego de variedades de gramíneas cespitosas, capaces de ser regadas con agua de mala calidad, manteniendo las características principales de un buen césped utilizado para zonas verdes, deportivas y campos de golf. Por ello consideramos que el presente proyecto puede ayudar a desarrollar la reutilización de las aguas residuales depuradas en una Región donde los recursos hídricos son muy escasos y adecuarla a las necesidades nutritivas de las plantas. Para ello, se han establecido una serie de objetivos que han sido recogidos en el apartado correspondiente.





- Objetivo 1.** Estudiar las características agronómicas, el desarrollo vegetativo y la calidad del césped de las especies y/o variedades mas importantes de *Paspalum vaginatum*; *Cynodon dactylón* (Bermuda) y *Agrostis stolonifera*, cuando se utilizan aguas residuales urbanas a diferentes concentraciones salinas.
- Objetivo 2.** Estudiar la adecuación de los nutrientes contenidos en las aguas regeneradas a las necesidades de las variedades de los céspedes ensayados. Este objetivo estará encaminado a adecuar las aguas utilizadas a las necesidades nutritivas de estos cultivos, reduciendo así la aplicación de abonos al suelo y a evitar en lo posible la contaminación por lixiviado de las capas freáticas subterráneas.
- Objetivo 3.** Consistirá en comprobar la idoneidad para el cultivo de estas especies pratenses, de la utilización de materiales inertes, algunos de ellos higroscópicos, derivados de la industria del vidrio y de la cerámica, aprovechando los residuos de la industria evitando la extracción de ramblas y playas, de gravas y arenas utilizadas hasta ahora, contribuyendo así al respeto, mejora y limpieza del medio ambiente.

Al mismo tiempo se comprobará el gasto hídrico en las parcelas donde se utilicen, por si ello supusiera un ahorro en el gasto de agua, lo cual sería otra ventaja muy importante a tener en cuenta dado la escasez de este elemento en nuestra Región. ■

■ Adaptación de materiales degradables de acolchado en cultivos hortícolas, como alternativa al empleo de los polietilenos de uso tradicional

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. PR05-CC-05
Investigador responsable	Alberto González Benavente-García
Equipo	Josefa López Marín Juan Antonio Fernández Hernández (UPCT)

OBJETIVOS

Estudiar la respuesta agronómica de cultivos de semiforzado a nuevos desarrollos de carácter degradable usados como acolchado.

RESULTADOS OBTENIDOS

La actividad del proyecto se ha centrado especialmente en la colocación de los MATER-BI como acolchados válidos para las comarcas regionales donde se practican los semiforzados, presentando mayor atención a los efectos agronómicos proporcionados y a su similitud por los ofrecidos por los polietilenos lineales de baja densidad.

Ello ha estado motivado en que los primeros desarrollos iban enfocados hacia su aplicación en cultivos de primavera-verano, como sandía, melón, etc., y que debían de mostrarse transparentes a la radiación incidente, para potenciar la inercia térmica a nivel del sistema radicular.

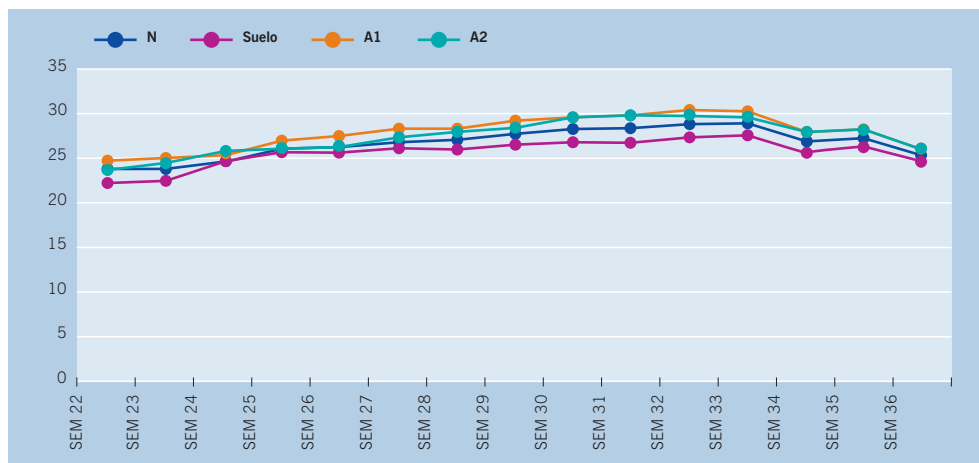
Estos desarrollos, de coloración translúcida, fueron ensayados durante varias campañas en el Campo de Cartagena, apreciándose conductas diferentes, ya que en algunos de ellos la degradación se precipitaba antes de cubrir sus necesidades dentro del ciclo de cultivo. Además ciertas problemáticas derivadas de su aplicación y adaptación a la tecnología de cultivo de la zona, y con las especies que se evaluaban, fueron perfeccionadas. Y hechos, como el de la abrasión del filme de acolchado experimentado ante el contacto con la manguera de gotero, fueron mitigados. Otros aspectos como su colocación mecanizada, también son contemplados, extrayéndose conclusiones que lo facilitaban, actuando para ello, sobre la preparación inicial del terreno, en la tensión a la que se sometía el filme desde el rollo de material biodegradable, y en la velocidad del tractor, lo que repercutía, esto último, en el rendimiento de la máquina por hectárea acolchada.

De todos los materiales estudiados se puede decir que hubieron desarrollos que cumplían las exigencias demandadas a cualquier acolchado de la zona, evidenciándose una degradación visual casi total, aunque no se ha continuado en esta línea de trabajo por motivos logísticos de la empresa propietaria

A la finalización de este proyecto se empezaron a considerar nuevos materiales biodegradables de acolchado de coloración opaca, prolongándose estos trabajos en un nuevo proyecto de investigación.

Producción final en distintos tratamientos de acolchado.

Tratamiento	Peso unitario (K)	Longitud (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Nº Total de frutos	Peso Total (K)
1	1.505	17.69	13.11	40	60.200
2	1.448	12.44	12.75	34	49.220
3	1.282	15.53	12.35	52	66.660
4	1.405	17.22	12.87	50	70.240
5	1.368	17.10	12.72	45	61.560
6	1.436	17.80	12.88	37	53.140
7	1.489	17.77	13.04	42	62.540
8	1.404	17.30	13.07	43	60.360
PE Negro	1.444	17.68	12.88	28	39.420
PE Transparente	1.296	17.38	12.46	44	57.020



Temperatura a nivel radicular (-10 cm).



Material de acolchado biodegradable en cultivo de melón en proceso de desestabilización.

■ Multiplicación de esfuerzos para el desarrollo innovación, optimización y diseño de invernaderos avanzados

Entidad financiadora y Referencia	CDTI. Repsol YPF
Investigadores responsables	Alberto González Benavente-García Josefa López Marín

OBJETIVOS

ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE NUEVOS DESARROLLOS FOTOSELECTIVOS LIMITADORES DE LA RADIACIÓN INFRARROJA PRÓXIMA (NIR).

Constatar la repercusión de la limitación de la radiación NIR, en las bandas de radiación consecutivas, anteriores y posteriores, PAR e infrarroja de onda larga, que influyen sobre la conducta del cultivo.

Comprobar la posible influencia de la variación de la radiación en el interior del invernadero sobre los niveles poblacionales de plagas y en la reducción de individuos provenientes de sueltas de fauna auxiliar.

RESULTADOS OBTENIDOS

No se ha constatado una reducción importante en la radiación fotosintéticamente activa (PAR) captada proporcionalmente bajo este material antitérmico con respecto a la registrada en el resto de otros tratamientos de cubierta, en su primer año de utilización, y que buscan un efecto similar de sombreo; aunque en estos casos, normalmente tradicionales, son diferentes ya que no existe fotoselectividad, sino opacidad y reducción de cierta parte del espectro solar en su totalidad, siendo más importante cuando se utiliza pantalla de sombreo con una apertura del 50 %.

De aquí que entre los objetivos a seguir investigando se encuentre el de la evolución de las propiedades antitérmicas inducidas y su decaimiento a lo largo del tiempo; para de esta manera ofrecer una lámina de cubierta al agricultor que se encuentre dentro de las características de las ya usadas, es decir, con utilización de dos campañas como mínimo considerando su espesor, entre otras, que a priori ya cumple.

Dentro de los protocolos establecidos para seguir avanzando en el conocimiento de estos nuevos materiales de cubierta y su repercusión en la conducta del cultivo, se ha constatado la evolución de la introducción de la fauna auxiliar predatora como agente principal de control de las plagas que afectan tradicionalmente al cultivo sobre el que se valora desde algunos años esta nueva cubierta, en este caso el pimiento de invernadero para consumo en fresco.

Para realizar dicho control se ha hecho un seguimiento en los auxiliares más importantes, cuyas sueltas se han realizado debido a las plagas que a su vez controlan, habiéndose considerado para ello a *Orius laevigatus*, parasitoide de *Frankliniella occidentalis*, *Ambliseius swirski*, polífago genérico y controlador de *Bemisia tabaci*, *Aphidius colemani*, predator

de diversos géneros de pulgones, etc. En todos los casos se ha constatado a través de la colocación de trampas cromotrópicas que la presencia de estos atrayentes no afecta al nivel poblacional de los mismos ya que a excepción de *O. laevigatus* que ha sufrido un pequeño número de capturas, el resto de auxiliares ha sido mínimamente afectado por estos señuelos adherentes.

También se ha comprobado que la efectividad de la fauna auxiliar introducida en el cultivo realizado bajo el material experimental de Repsol YPF, ha tenido una conducta similar a la observada en el resto de tratamientos de sombreado efectuados, pudiendo considerarse en todos los casos muy positiva por su efectividad. Por lo que se puede considerar que la selección realizada en el espectro de luz visible de la radiación NIR en la cubierta del invernadero permite el empleo de este tipo de control epidemiológico. Ello contribuiría a que esta producción pudiera considerarse como de obtención ecológica, lo cual llevaría consigo el marchamo de producción ecológica y un incremento en los precios de sus productos.

Comentar, que las plantas de todos los tratamientos han seguido una evolución normal, con independencia de una mayor o menor respuesta de crecimiento. La primera lectura, que resulta con incrementos negativos, no es que la altura se reduzca, sino que al realizar el trasplante, el cepellón se hunde en el suelo y de aquí que sus dimensiones sean aparentemente menores. Lo mismo ocurre con la última lectura, del 8 de agosto, aunque en este caso, la causa sea que al envejecer la planta se achaparra un poco, a lo que contribuye la elevación de temperaturas, que le hace perder cierta turgencia y su presencia erecta.

Considerando el resto de datos, se observa como característica principal que las plantas observadas en el tratamiento de polietileno térmico pintado, módulo 2, son las que mantienen un mayor porte de crecimiento dentro del conjunto de los tratamientos. También decir que los menores desarrollos se alcanzan, casi en general en las plantas del tratamiento de sombreado con pantalla térmica desplegada al 50%.



En la altura de la primera cruz, en general, las plantas han seguido la tendencia de la altura de la planta, ya que está íntimamente relacionada con ella. Por ello se observa que el crecimiento mayor corresponde a las plantas del tratamiento de polietileno térmico pintado, módulo 2, y las de menor en el tratamiento de sombreado con pantalla térmica abierta al 50%, módulo 4. Y aunque en el análisis estadístico prácticamente no aparecen diferencias significativas entre tratamientos, existe una tendencia clara.

La medida del 21 de julio corresponde a las plantas muestreadas en el tratamiento destructivo y aquí en este caso no hay disonancia, como en la altura de la planta, al ser ésta una variable más estable y a la que no afecta el estado de las condiciones ambientales en este momento del cultivo.

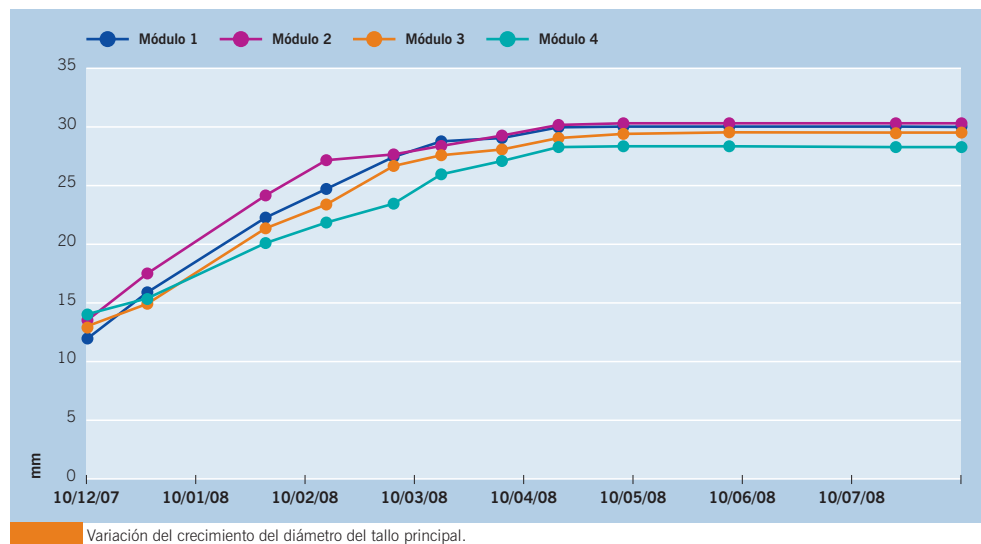
Al igual como en la altura de la primera cruz, en este caso, los incrementos de crecimiento del diámetro del tallo principal sean aparentemente poco sensibles, lo que lleva consigo la aparición de pocas diferencias significativas a nivel estadístico, también las plantas de todos los tratamientos recuerdan bastante la casuística de crecimiento en las dos variables anteriormente comentadas.

Es decir, que las plantas del tratamiento de polietileno térmico pintado, módulo 2, muestran que en varios momentos del ciclo de cultivo tienen un mayor desarrollo, aunque se vean acompañados también por los otros tratamientos, control y polietileno térmico con pantalla de sombreado al 50%. Advirtiéndose, además, que la expansión del diámetro de las plantas bajo cubierta de material experimental de Repsol YPF es la menor durante gran parte del ciclo de cultivo, aunque al final se aproximen mucho los tamaños definitivos, tal y como se muestran gráficamente.

Evolución del diámetro del tallo en diferentes momentos de crecimiento (mm).

FASE FENOLÓGICA	FECHAS DE CONTROL	TRATAMIENTOS							
		Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3		Módulo 4	
		Lectura	Δ	Lectura	Δ	Lectura	Δ	Lectura	Δ
Momento del trasplante	10-dic	3'40	-	3'40	-	3'40	-	3'40	-
Hasta inicio floración	26-dic	4,16	0,76	4,16	0,76	4,16	0,76	4,16	0,76
	09-ene	4,48	0,32	4,48	0,32	4,48	0,32	4,48	0,32
	28-ene	6,02	1,54	6,02	1,54	6,02	1,54	6,02	1,54
Hasta inicio tratamientos sombreado	14-feb	8,87 b	2,85	8,87 b	2,85	8,87 b	2,85	8,87 b	2,85
	03-mar	10,78	1,91	10,78	1,91	10,78	1,91	10,78	1,91
	17-mar	12,79 ab	2,01	12,79 ab	2,01	12,79 ab	2,01	12,79 ab	2,01
	03-abr	15,11	2,32	15,11	2,32	15,11	2,32	15,11	2,32
Hasta final ciclo	18-abr	17,56	2,45	17,56	2,45	17,56	2,45	17,56	2,45
	07-may	19,83	2,27	19,83	2,27	19,83	2,27	19,83	2,27
	05-jun	22,42	2,59	22,42	2,59	22,42	2,59	22,42	2,59
	21-jul *	23,52	1,10	23,52	1,10	23,52	1,10	23,52	1,10
	08-ago	24,78	1,26	24,78	1,26	24,78	1,26	24,78	1,26

Nota: (*) Datos correspondientes a tratamiento destructivo.
La presencia de letras en filas indica la existencia de diferencias significativas a nivel de $p < 0,05$.



Para observar mejor el comportamiento vegetativo de las plantas bajo el material experimental de Repsol YPF, se amplió el seguimiento con el estudio del crecimiento de las hojas de la canopia, a partir del 27 de marzo, contrastando sus avances con los experimentados en las plantas que crecían en el control sin ningún tipo de sombreado, observándose su desarrollo longitudinal y transversal.

En esta primera fase de observación, que se amplió hasta el 23 de mayo, ya un poco avanzada la aplicación de los tratamientos de sombreado, se observa que el desarrollo medio del limbo de las hojas, tanto en longitud como en anchura, es siempre superior en las plantas que se encuentran bajo la cubierta del material experimental de Repsol YPF, incluso partiendo de algunos individuos de menor dimensiones. Al ver esta evolución, y ya dentro de la vigencia de los tratamientos de sombreado, se continua el seguimiento hasta el 9 de julio, pero en este caso ampliando la observación a los cuatro tratamientos motivo de estudio. Y en este período se observa que, al igual como en el anterior, hay una mayor preponderancia del tamaño de la hoja, en longitud y anchura, de las plantas cultivadas bajo el material experimental de Repsol YPF que en las del resto de tratamientos, mientras que en estos no hay uniformidad en cuanto a esta conducta, siendo alternativos los distintos crecimientos alcanzados.

Evolución del crecimiento de la hoja en la canopia: Periodo 27 Marzo a 23 Mayo.

FECHAS DE MEDIDA	CRECIMIENTO HOJA (en mm)			
	Longitud		Anchura	
	Control (Módulo 1)	Material Experimental Repsol YPF (Módulo 3)	Control (Módulo 1)	Material Experimental Repsol YPF (Módulo 3)
27 Marzo	24,74	23,92 b	13,5	12,73 a
3 Abril	38,17	40,29 b	21,41	22,10 a
10 Abril	64,12	72,40 b	41,22	46,51 a
17 Abril	83,26	97,95 b	52,35	62,17 a
23 Abril	92,16	105,56 b	57,62	70,64 a
8 Mayo	100,56	128,25 b	68,44	83,81 a
15 Mayo	103,99	130,20 b	68,01*	86,38* a
23 Mayo	105,05	133,27 b	67,84*	85,76* a

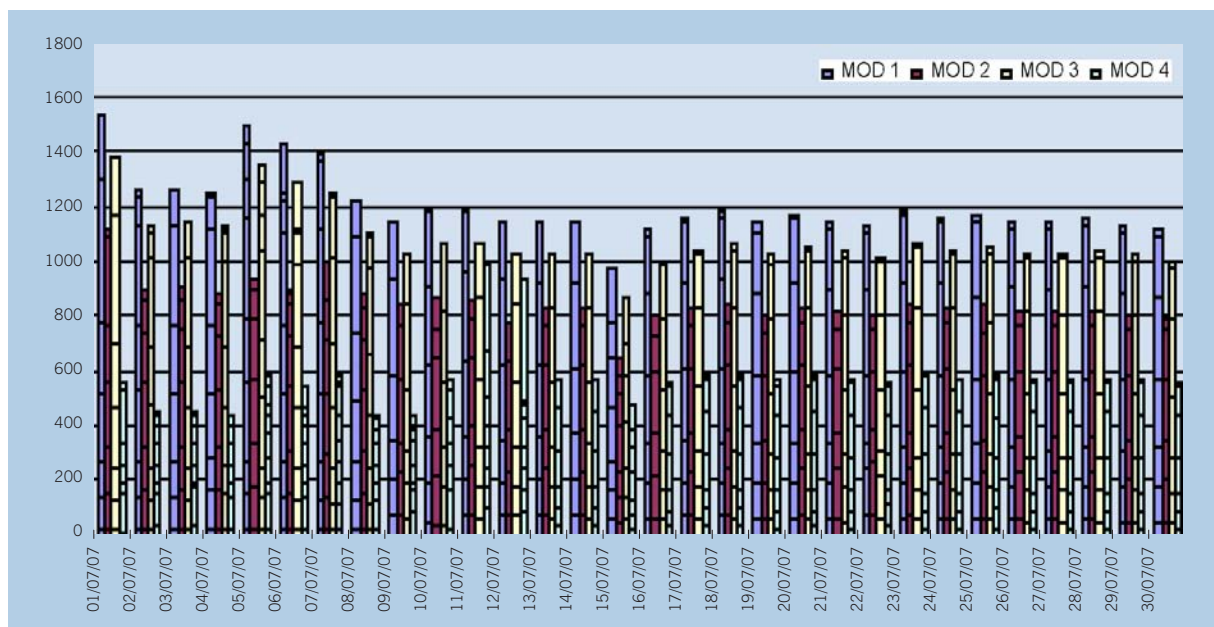
Nota: (*) Cambio de hoja.
La presencia de letras en filas indica la existencia de diferencias significativas a nivel de $p < 0,05$.

Evolución del crecimiento de la hoja en la canopia en todos los tratamientos: Período 23 Mayo a 9 Julio.

FECHAS DE MEDIDA	CRECIMIENTO HOJA (en mm)							
	Longitud				Anchura			
	Control (Módulo 1)	Polietileno pintado (Módulo 2)	Material Experimental Repsol YPF (Módulo 3)	Polietileno con pantalla sombreo (Módulo 4)	Control (Módulo 1)	Polietileno pintado (Módulo 2)	Material Experimental Repsol YPF (Módulo 3)	Polietileno con pantalla sombreo (Módulo 4)
23 Mayo	22,41	23,97	23,57	22,90	9,67	9,95	11,11	8,82
29 Mayo	41,53 ab	39,83 a	45,25 b	37,08 a	21,87 a	20,41 a	25,73 b	18,69 a
5 Junio	63,54 a	64,88 a	73,09 b	63,77 a	35,53 a	35,51 a	43,73 b	33,93 a
16 Junio	81,01 a	82,87 a	94,51 b	92,48 b	46,18 c	48,79 a	58,42 b	51,58 a
9 Julio	100,75 a	98,17 a	109,14 b	112,25 c	58,33 a	56,23 a	74,76 c	65,44 b

Nota: La presencia de letras en filas indica la existencia de diferencias significativas a nivel de $p < 0,05$.

También se han analizado en el conjunto de la planta otros índices foliares de crecimiento que indican que la importancia del aparato foliar en algunos tratamientos que puede residir en el tamaño de la hoja pero no en cuanto a la capitalidad de todo el aparato foliar. Así cuando se observa el índice del peso foliar, que establece la relación de la evolución durante el ciclo de cultivo entre el peso total de las hojas y el peso total de la planta, y aunque es cierto que se alcanzan valores importantes en el material experimental de Repsol YPF, en momentos determinados, como es el de 219 días después del trasplante (ddt), la respuesta en el tratamiento de polietileno térmico pintado, es superior finalmente. De igual manera, cuando se estudia el índice del área foliar, que expresa la relación entre la superficie foliar de las plantas y la superficie de suelo que ocupan, en este caso por m^2 , se aprecian factores parecidos. Es decir, que en la primera fase de crecimiento, hasta los 185 días después del trasplante presenta valores reducidos, pero a partir de este momento, se va incrementando y llega a encontrarse entre los valores de mayor rango entre todos los tratamientos.



Radiación Fotosintéticamente Activa máxima diaria. Julio.

En la línea Ratio del área foliar se manifiestan también similarmente los resultados, que expresan la relación entre el total de la superficie foliar y el peso total de la planta, excluidos los frutos. Aunque en este caso, los valores mostrados por el material experimental de Repsol YPF son casi los más importantes durante todo el periodo de crecimiento. Con respecto al crecimiento del conjunto de la planta, reflejado por la tasa de crecimiento continuo donde intervienen la estructura de todos los tallos de la planta y todas la hojas, pero sin frutos, las cuales se relacionan con la unidad de superficie ocupada, aparecen valores que recuerdan un poco a los ya expuestos. Es decir que en la primeras fases del desarrollo de las plantas, las pertenecientes a las desarrolladas con la cubierta del material experimental de Repsol YPF están por debajo de los aportados por los otros tratamientos, y al final del ciclo, hay una incorporación de crecimientos de esas plantas que se equiparan a alguno del resto de tratamientos. ■

■ Mejora de la productividad y la calidad de la producción de los cultivos hortícolas protegidos inducida por la multifuncionalidad de los materiales plásticos

Entidad financiadora y Referencia	IMIDA+FEDER. POI-04
Investigadores responsables	Alberto González Benavente-García Josefa López Marín
Equipo	Amparo Gálvez Carmen Maxi Rodríguez

OBJETIVOS

Estudio de la repercusión de las condiciones edafoclimáticas en los procesos de oxobiodegradación de materiales de acolchado de tonalidad opaca.

Determinar la repercusión del empleo de materiales fotoselectivos de cubierta, en especial aquellos que reducen determinadas zonas del espectro de luz visible relacionadas con el ultravioleta (UV) o que puedan ampliar la fotosintéticamente activa (PAR).

RESULTADOS OBTENIDOS

Dentro de la gama de materiales oxobiodegradables de acolchado que han aparecido en la zona, pero de coloración negra, y que se rigen por los mismos criterios de degradación, se han evaluado nuevos prototipos en un cultivo de melón Galia con ciclo de primavera-verano. La mayoría de ellos han sufrido degradación prematura a las 5 semanas del trasplante en su parte externa, quedando incólume la enterrada, por lo que se han desestimado.

De este mismo abanico de materiales de coloración negra se han vuelto a evaluar nuevos prototipos en cultivo de lechuga tipo iceberg en ciclo de otoño-invierno, con trasplante de 9 de noviembre de 2007. El ciclo de cultivo finalizó a principios de febrero de 2008, y los resultados agronómicos han sido adecuados dentro de los obtenidos en la comarca, tanto en precocidad, calidad de la producción y rendimientos. Algunos de los materiales experimentales han comenzado a degradarse en su parte externa el 22 de Enero de 2008, apreciándose una progresiva descomposición del filme a lo largo del tiempo en esa zona determinada.

Para comprender mejor el fenómeno de que solo una parte del acolchado se degrade, y presumiendo que podía estar motivado por la existencia de un mayor calentamiento de esas zonas y acumular una mayor integral térmica durante el cultivo, se han incorporado al estudio controles periódicos de temperaturas en las distintas zonas de acolchado; para ello se han utilizado lectores térmicos instantáneos, que dotados de tecnología láser, han permitido conocer la evolución de esas temperaturas. Los resultados obtenidos muestran que, en función de la orientación de la meseta, se producen esas irregularidades térmicas en la superficie del acolchado, y que en cultivos desarrollados en coordenadas geográficas como las del ensayo, son capaces de influir en el inicio de la descomposición de estos materiales.



Fracaso multiestructural, exclusivo en el talud orientado al oeste, en material oxodegradable, a la finalización del cultivo (4 meses de utilización).

Esta conclusión plantea una serie de interrogantes de uso con respecto a este tipo de materiales, tales como que habrá que fabricar los materiales teniendo muy en cuenta las condiciones ambientales de la zona, morfología del cultivo (que sea más o menos erguido, tapizante, etc.), etc., para que su degradación sea real.

También se ha observado otra circunstancia en estos materiales y es que la descomposición se produce a través de una serie de fisuras, que aparecen siempre en dirección transversal, y que a lo largo de tiempo se van uniendo entre sí hasta ir desapareciendo el filme. Lo que ocurre es que se ha apreciado que, dentro del fracaso multiestructural que se produce en el polímero, y conforme va desapareciendo la lamina, se van encontrando pequeñas partículas del material, formando pequeños cilindros enrollados sobre sí mismos o en pequeños trozos de algunos milímetros, por todos los alrededores de la parcela experimental, es decir que el material se ha dividido pero no se ha transformado en CO_2 y agua, tal y como se afirma de aquellos materiales cuya base es el ácido poliláctico.

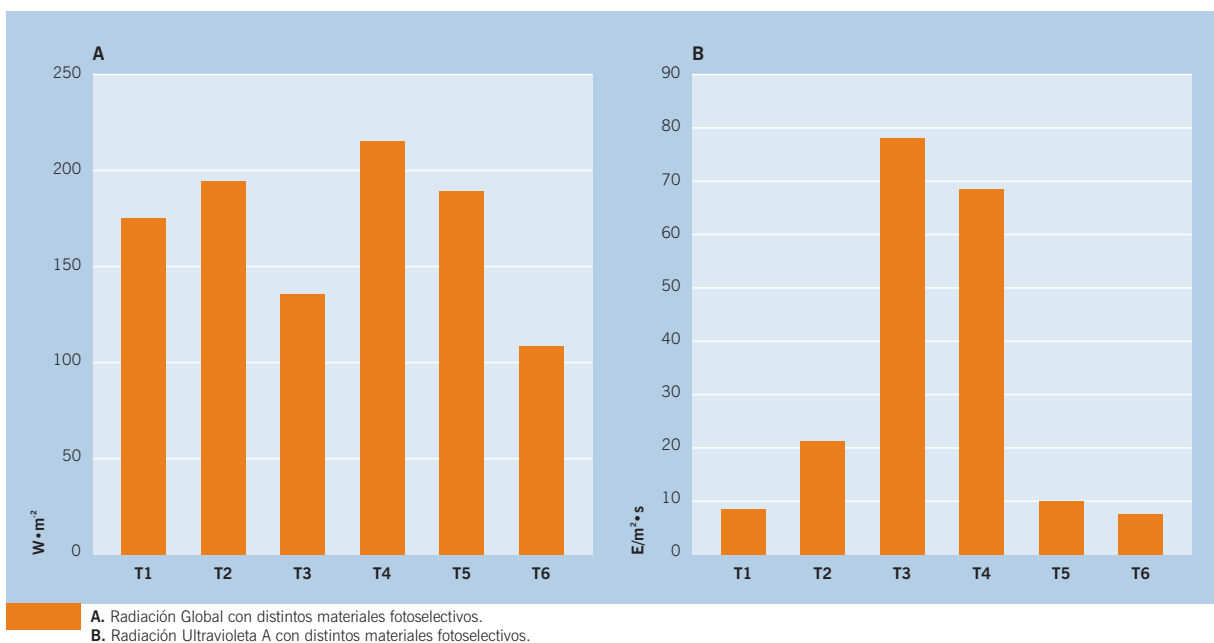
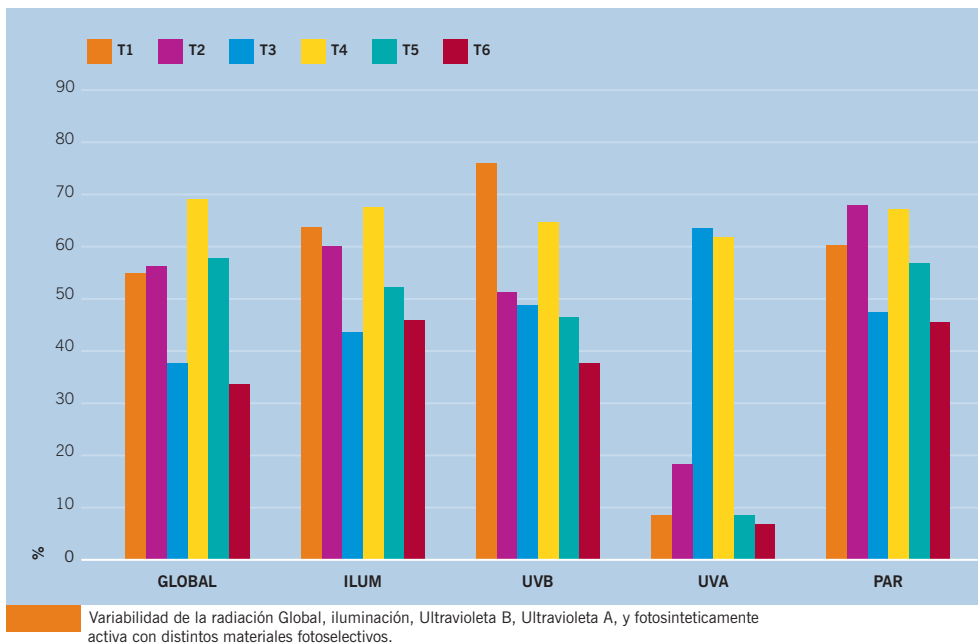
Tanto en los materiales oxobiodegradables transparentes, como en éstos últimos de nueva generación, se han realizado prácticas de colocación mecanizada, pudiendo concluirse que son aptos para este tipo de operación.

En el ámbito de las innovaciones en materiales de cubierta con filmes fotoselectivos, el proyecto está abierto a la evaluación de desarrollos que aparezcan en el mercado y que puedan alterar cualquier zona de la radiación solar incidente, afectando a los campos de la radiación ultravioleta A y B (UV), fotosintéticamente activa (PAR) e infrarroja de onda larga (IR). Y contemplando no solo esto sino también estudiando la convertibilidad dentro de la PAR de la zona verde, no aprovechada por las plantas, en azul o roja, sí sintetizadas.

Al igual como en otros estudios llevados a cabo en la zona NIR, en estos casos también

se estudian las acciones colaterales que pueden provocar este tipo de aditivos en la supresión de campos de longitud de onda positivos para el desarrollo de las plantas o para la sucesión ordenada de sus fases fenológicas, y que pueden percutir negativamente en la conducta del cultivo.

Para estas evaluaciones se utilizan módulos de 50 m², invernaderos tipo túnel visitable, modelo Kyoto, en los cuales, con independencia de un seguimiento exhaustivo de la calidad de la radiación que penetra al interior del invernadero, con relación a la existente en el exterior, se realizan perfiles de otras variables ambientales, como temperatura, humedad relativa, etc., que definen las variaciones climáticas que propician la acción fotoselectiva de estos materiales de cubierta. ■



■ Inventariado de plásticos de uso agrícola para su reciclado en la Región de Murcia. Materiales biodegradables de acolchado como alternativa de prevención de generación de residuos

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente. A622/2007/2-02,7
Investigador responsable	Josefa López Marín
Equipo	Alberto González Benavente-García Carmen Maxi Rodríguez Concepción Abrusci (CSIC-Madrid) Fernando Catalina (CSIC-Madrid)

OBJETIVOS

Realización de inventariado cuantitativo y cualitativo de materiales plásticos flexibles utilizados en horticultura, para lo que se han abordado los siguientes objetivos:

1. Determinar la superficie específica de cada cultivo ya que se ha constatado que cada uno conlleva el empleo de unos implementos determinados.
2. Realizar un perfil por cultivo de los implementos específicos utilizados, diferenciando: modalidades, invernadero o semiforzado, y peculiaridades de cultivo.
3. Determinar la vida útil de los materiales utilizados en cada cultivo.
4. Especificar las características de las tecnologías de cultivo empleadas durante la vida útil del material para orientar su gestión como residuo.
5. Inventariar cuantitativa y cualitativamente los residuos de láminas plásticas de uso agrícola a nivel regional.

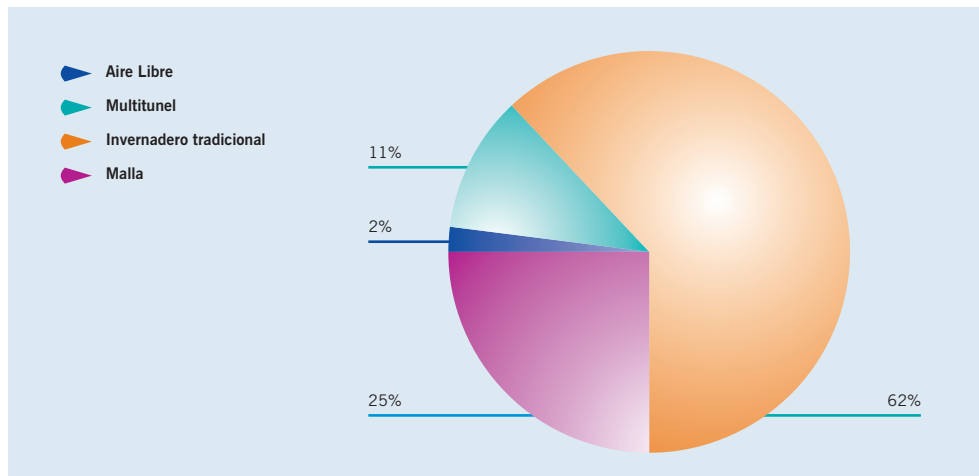
Estudiar la persistencia de los principios activos de los productos fitosanitarios utilizados durante el ciclo de cultivo, en los filmes de cubierta del invernadero.

Potenciar la introducción de materiales biodegradables de acolchado como alternativa a los polietilenos lineales de baja densidad, que provocan la generación de residuos cuando no son recogidos, contemplándose como aspectos principales los de la determinación de la microbiota que efectúa la digestión del polímero.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos de superficies recogidos siguiendo un modelo de encuesta generado en el proyecto, en cooperativas y grandes corporaciones agrícolas, con relación al cultivo protegido de tomate, se han concretado al final del proyecto, aunque se han tenido que complementar con informaciones del proyecto SIGEAM que se desarrolla en el IMIDA ante la falta de colaboración en el cumplimiento de la encuesta por parte de agentes productores relevantes. Según estos, las superficies actuales estimadas se encuentran dentro de las aproximadas por el servicio de Estadística de la Consejería de Agricultura y Agua. También se ha constatado la existencia de puntos de recogida y de empresas de gestión de residuos que se hacen cargo de estos

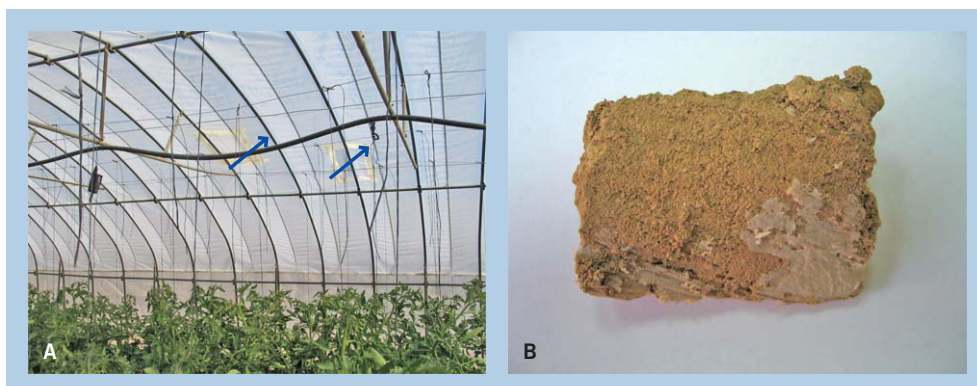
materiales, aunque se hayan encontrado dificultades para conocer el destino final y la modalidad de reciclado de estos desechos.



Porcentaje de superficies por modalidad de cultivo en tomate: Estimación de 2007-2008.

Con relación a la observación sobre la estabilidad de las materias activas de fitosanitarios en los materiales de cubiertas el ensayo ha consistido en la utilización en tres invernaderos tipo túnel de 100 m² de superficie, dos cubiertos con un polietileno termoaislante de 200 μ de espesor y de dos a tres campañas de vida útil y otro, cubierto también con un polietileno termoaislante de 200 μ de espesor, pero de distinto grado y procedencia. De estos, en dos, se cultiva tomate de porte indeterminado desde el 12 de noviembre de 2007 y en otro, uno de los dos cubiertos con el mismo material, no se ha plantado nada aunque se riega y abona como si lo estuviese, controlándose la no proliferación de malas hierbas.

Estos tres invernaderos, una vez consultada la relación de materias activas aconsejadas para la Producción Integrada en la Región de Murcia, según normativa actualizada del 14 de diciembre de 2007, y tras la comprobación de la existencia de los patrones de detección de éstas, ya que no son la totalidad, han sido tratados con productos comerciales que las contienen y que por tanto pueden ser identificados; como el control de la actividad epidemiológica no quedó completo con éstas, materias activas fue a su vez complementado con la aplicación de otras que previamente se vio que no iban a apantallar o dificultar la visión de los espectros dejadas por aquellas con las que se practica el seguimiento.



A. Situación lateral de la toma de muestras de plástico en cultivo de tomate.
 B. Proceso de degradación de polímeros vegetales

Para su ejecución se diseñó un calendario de tratamientos para todo el ciclo de cultivo, distribuyendo su aplicación de tal manera que el volumen de la aplicación final fuese cualitativa y cuantitativamente similar a la que emplea el agricultor.

Cada tres semanas desde el inicio de los tratamientos, el 28 de noviembre de 2007, se muestrearon probetas de los materiales de cubierta en los 3 invernaderos; el muestreo se hizo en 3 localizaciones diferentes de la cubierta, de cada invernadero, en las vertientes este y oeste, y en la zona de la cumbrera, para contemplar la posible influencia multiplicadora de la acción de la radiación solar. Estas probetas, mientras no fueron analizadas espectrométricamente, se conservaron en un congelador a -20 °C para no afectar la estabilidad de los residuos potenciales.

Los resultados obtenidos han evidenciado que a los cuatro meses de la finalización del cultivo, no hay trazas de las materias activas de los productos fitosanitarios utilizados durante el cultivo, en los filmes utilizados como cubiertas de los invernaderos.

Con relación al estudio de la microbiota que teóricamente actúa sobre los materiales de acolchado biodegradable, fabricados en gran proporción por polímeros vegetales, en los primeros estudios realizados en materiales experimentales de acolchado, en las zonas de los faldones enterrados se aislaron distintas especies del género *Bacillus*, como *B. megaterium*, *B. polymyxa* y *B. cereus*. ello se considera lógico y representa dentro de lo esperado ya que las elevadas temperaturas a que son sometidos los microorganismos localizados en esa zona del suelo, no afectan de forma importante a los del género *Bacillus*. ■

■ Acolchados

Entidad financiadora y Referencia	DISTRIBUIDORA DE AGROQUIMICOS (La Palma-Murcia). AGROQUÍMICOS
Investigador responsable	Josefa López Marín
Equipo	Alberto González Benavente-García Amparo Gálvez Carmen Maxi Rodríguez

OBJETIVOS

Determinar el comportamiento agronómico de un nuevo material oxodegradable de acolchado de tonalidad transparente y propuesto para incrementar la inercia térmica del suelo y fomentar la precocidad de las especies cultivadas en ciclos de primavera-verano.

Comprobar si los plazos de degradación se ajustan a las particularidades propuestas, y como influye la acción medioambiental en esos procesos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Debido a la irrupción en el mercado de nuevos materiales de acolchado denominados oxobiodegradables, y los cuales tienen como polímero base al polietileno lineal de baja densidad, al que se le adiciona un aditivo prooxidante, se ha iniciado su evaluación ya que los procesos de degradación son diferentes, en cuanto al proceso y a su duración.

Tabla 1 Características de materiales de acolchado.

Materiales de acolchado	Espesor (μ)	Dirección transversal		Dirección máquina	
		σ_B (MPa)	ϵ_B (%)	σ_B (MPa)	ϵ_B (%)
Oxobiodegradable	18	32'20	375	41'40	332
Polietileno transparente	18	16'07	575	21'65	377
Polietileno negro	15	12'35	482	21'07	273

Fuente: Elaboración propia con resultados del CETEC (2008).

σ_B = Resistencia a la tracción en el punto de rotura, ϵ_B = Alargamiento en el punto.

Para ello con una institución privada de la zona, DISTRIBUIDORA DE AGROQUIMICOS, con sede social en La Palma (Murcia), que se ocupa del lanzamiento de este nuevo material, se ha realizado un experimento conjunto en las instalaciones del IMIDA en la zona, en el Campo de Cartagena. Se ha valorado el comportamiento agronómico de un cultivo de melón tipo Galia, en este tipo de acolchado, y se ha comparado con el obtenido utilizando polietilenos tradicionales, transparente y negro. Así como los rendimientos y la calidad de la producción pueden estimarse como apropiados en todos los acolchados, la degradación de este nuevo material al final del ciclo de cultivo, tanto en la parte externa como enterrada, es muy débil; por ello se decidió mantener unas repeticiones, colonizadas por flora arvense, y continuar con las observaciones con periodicidad mensual; la

información comercial que avala las particularidades de este producto señalaba un tiempo de 18 a 24 meses como el establecido para producirse la desestabilización del material. En controles mensuales que se realizaron en este material, las propiedades de tracción de los filmes en el punto de fluencia y de rotura, siguiendo criterios de la norma UNE-EN ISO 527-3, 1996, mostraron solo ligeras pérdidas de sus propiedades mecánicas iniciales, a la entrada del invierno.

Ya en el segundo periodo se observó como la degradación en los faldones comienza a aparecer en el último muestreo efectuado el 5 de octubre, mientras que en la parte externa esta degradación está iniciada desde el comienzo del periodo, aunque siguen existiendo zonas de material consistente.

Tabla 2 Valores medios estimados de σ_B , ϵ_B y ϵ_{1B} , en direcciones máquina y transversal en el primer periodo de estudio.

Fecha de muestreo	Dirección transversal			Dirección máquina		
	σ_B	ϵ_B	ϵ_{1B}	σ_B	ϵ_B	ϵ_{1B}
Material virgen	41'4	332	370	32'2	375	525
16 Mayo 2007	34'3	350	380	14'9	*	*
21 Junio 2007	40'1	314	330	11'1	*	*
18 Julio 2007	38'9	310	340	14'9	307 ^A	403 ^A
10 Agosto 2007	25'0	242	254	16'3	* ^A	* ^A
17 Septiembre 2007	23'5	251*	263*	16'3	278*	432*
9 Noviembre 2007	28'7	240	260	15'7	224*	223*
6 Febrero 2008	32'1	290	300	15'1	309*	299*
6 Marzo 2008	16'7	227*	233*	11'4	374*	356*
8 Abril 2008	20'5	302*	317*	10'7	414*	452*
6 Mayo 2008	24'9	290	300	13'8	564*	534*

(*) Valores analíticos no admisibles. (A) Valores irregulares de algunas repeticiones. (*) Datos estimativos.

Tabla 2 Valores medios estimados de σ_B , ϵ_B y ϵ_{1B} , en direcciones máquina y transversal en el segundo periodo en la zona de los faldones.

Fecha de muestreo	Dirección transversal		Dirección máquina	
	σ_B	ϵ_B	σ_B	ϵ_B
Material Virgen	41'40	370	32'20	525
5 Junio 2008	12'74	293	8'76	318*
18 Julio 2008	11'85	181*	7'63	304*
5 Septiembre 2008	15'00	327*	9'26	277*
5 Octubre 2008	8'79	108	10'93	196*

Tabla 2 Valores medios estimados de σ_B , ϵ_B y ϵ_{1B} , en direcciones máquina y transversal en el segundo periodo en la parte externa.

Fecha de muestreo	Dirección transversal		Dirección máquina	
	σ_B	ϵ_B	σ_B	ϵ_{1B}
Material Virgen	41'40	370	32'20	525
5 Junio 2008	11'21	183*	8'81	142*
18 Julio 2008	10'91	231*	9'80	135*
5 Septiembre 2008	13'95	164*	9'03	197*
5 Octubre 2008	8'79	108	8'71	193*

Tras el comentario de los resultados analíticos hay que insistir en que éstos corresponden a las partes del material que permanecen aún en el suelo y que se encuentran más enteros, pero que dentro de las probetas analizadas se observan también áreas muy degradadas. Éstas últimas, que aparentemente se encuentran en buen estado, es posible que internamente tengan ya su estructura debilitada por la oxidación, de aquí que al aplicar la tensión se fracturen más rápidamente; ello puede estar favorecido por la superficie mayor de la probeta rectangular, y que al prepararla se incluya en su área alguna zona más deprimida.

Lo que es evidente es que las zonas de los faldones se encuentran en buen estado a los 20 meses de haber colocado el acolchado Oxoplas, al igual como sucede en los polietilenos, y que las zonas que han aparecido afectadas están provocadas por causas mecánicas no relacionadas con la degradación.

En cuanto a la parte externa, a los 20 meses de la colocación del acolchado, presenta zonas debilitadas pero no manifiesta una degradación importante, ni tampoco al tacto hay descomposición del material. Y si tenemos en cuenta que una vez pasado el verano, el material Oxoplas parece recuperar consistencia, habría que afirmar que la duración del periodo de degradación del mismo es superior a los 20 meses.

También comentar que ante la inestabilidad estructural que presenta la parte externa y aunque se elijan probetas rectangulares y se determine la Deformación nominal, se siguen encontrando mediciones que perturban la media, lo cual queda evidenciado ante las enormes variaciones estándar estudiadas que se dan.

Por lo que sería recomendable hacer además de la evaluación con el empleo del dinamómetro, la determinación de radicales carbonilo, indicadores de la acción oxidativa, con valoraciones con el espectrofotómetro de infrarrojos, ya que al ser transparente el material a analizar, facilita mucho su visión. ■



■ Estudio de sustratos hortícolas alternativos y para la producción de plántulas (IMIDA-JIFFY España)

Entidad financiadora y Referencia	IMIDA-JIFFY & ESPAÑA
Investigador responsable	Alberto González Benavente-García
Equipo	Josefa López Marín Alfredo López (Jiffy España)

OBJETIVOS

La utilización de nuevos sustratos, mezcla estándar de Jiffy, viruta de madera, y una tercera alternativa con componentes diversos, en especies hortícolas comestibles.

Se han contemplado en dos fases diferentes, la de semillero y la de terreno definitivo, en tres especies de familias botánicas diferentes, lechuga, brócoli y pimiento.

También se ha experimentado la diferencia de comportamiento, en especial la compactación de los componentes del sustrato del cepellón con el empleo de mezclas determinadas aditivadas con un adherente que los potencia.

RESULTADOS OBTENIDOS

La germinación en las tres especies experimentadas durante este periodo de estudio ha sido muy buena en todos los sustratos evaluados, pensando que puede ser aun mejor en el caso de utilizar la siembra automatizada.

El desarrollo de plántulas y aparición de órganos foliares en todas las especies se ha producido adecuadamente con independencia del sustrato utilizado, habiendo de dedicar una tecnología de la fertilización diferente en el caso de la madera.

Las plántulas en terreno definitivo se han comportado adecuadamente, aunque sería recomendable repetir al aire libre en distintos ciclos de cultivo los tratamientos de lechuga y brócoli, por haberse desarrollado la experiencia en un habitat inusual al de la práctica tradicional. En el caso del pimiento, aunque sería igualmente conveniente repetir el ensayo hasta la finalización del cultivo, las observaciones preliminares del arraigue inicial de plántulas y entrada en floración, mostraba unas buenas perspectivas.

El estudio del desarrollo del sistema radicular de las plántulas de pimiento, cubriendo la parte alta del cepellón en alguno de los sustratos usados, como Jiffy y Kekkila, es una gran ventaja ya que facilita el arraigue en el momento del trasplante. Sería conveniente estudiar estos aspectos con mayor detenimiento.

Tras considerar la germinación finalizada, se pasó a estudiar cual fue la repercusión de estos nuevos sustratos sobre el comportamiento de los primordios vegetativos, cotiledones y hojas verdaderas en brocoli. En todas las variables observadas, sustratos como Jiffy, Flora y Kekkila, se alternan con los mayores valores alcanzados, mientras que Madera y la mezcla experimental

X-4, son los que ofrecen menores tallas. En lo referente a la aparición de hojas verdaderas, existe uniformidad entre los distintos tratamientos, y es un poco más lento que la lechuga. Con igual cadencia que en lechuga, una vez por semana, se ha realizado el seguimiento de las plántulas en brócoli hasta el momento de trasplante, de acuerdo con el crecimiento que han presentado las variables vegetativas. La altura de la plántula ha presentado mayores incrementos durante todo el periodo, a excepción de al final, con Kekkila, y en la última fase con Madera, volviendo a evidenciarse la deficiencia de aportes nutritivos por este material y la reacción de la planta cuando recibe ayuda externa. En las dimensiones medias de la hoja verdadera, la evolución es similar, es decir los menores valores los presenta la Madera y los mayores corresponden a los otros sustratos con más potencial nutritivo; lo que también se observa es que este crecimiento es proporcional, y cuando es mayor en el eje longitudinal de la hoja, también lo es en el transversal. En la aparición del número de hojas, llama un poco la atención que la mezcla experimental X-4, teniendo un comportamiento discreto dentro del conjunto de los tratamientos en las otras variables, en este caso alcance el mayor número.

Las desigualdades de conducta reflejadas en la diferencias de incrementos de crecimiento de todas las variables, pone de manifiesto de una forma más explícita las distintas evoluciones de las plántulas observadas.

En el control realizado en el momento del trasplante, el 6 de febrero, el tamaño de los distintos órganos de las plántulas tiene dimensiones muy agrupadas en todos los tratamientos, menos en la mezcla experimental X-4, cuyas plántulas tienen las hojas un poco más largas y, una de las anchuras medidas un poco más desarrollada. Estas pequeñas diferencias se invierten ligeramente en el área foliar, donde la mezcla Kekkila con coco, se destaca por encima de la de X-4. En el número de hojas verdaderas, Kekkila retrasa un poco el ritmo de producción con respecto al resto de los tratamientos.

La materia fresca generada tiene cierta relación con el tamaño alcanzado por los órganos de la plántula, siendo el mayor peso el de la mezcla experimental X-4, aunque esa correspondencia se rompe cuando se observan los pesos secos obtenidos tras la deshidratación de las plántulas a 65 °C. El mayor peso seco logrado lo presentan las plántulas crecidas con Kekkila, sobresaliendo del conjunto de los tratamientos, aunque el peso fresco sea el menor de entre estos.

Al igual como en la lechuga, para tener información más concreta de la evolución de la parte subterránea, se pesaron cepellones en los dos estados, dando como cifra más elevada en los hidratados el de los de la mezcla experimental X-4; hecho que se ha constatado físicamente en el manejo de las bandejas, siendo bastante más pesadas que las del resto de sustratos. En este caso, si se corresponden los mayores guarismos de los pesos hidratados de los cepellones con los de los secos, sobre todo en los más elevados. Los contenidos de clorofila registrados en el momento previo al trasplante, muestreados en el haz de la hoja, se localizan en un arco de valores adecuados y propios de la especie, no apreciándose diferencias sensibles entre tratamientos.

Las condiciones ambientales que se han producido en el terreno definitivo, con trasplante en invernadero para realizar una observación con menor incidencia de las variables ambientales, han sido suaves y no las más adecuadas para esta especie, más exigente en temperaturas bajas.



Esto se ha confirmado en las plantas de todos los sustratos ensayados, en las que se han alcanzado enormes desarrollos de la parte aérea, con un gran tamaño de hojas y de altura de la planta. Ello se ha visto en los dos controles efectuados el 14 y 28 de marzo, respectivamente, y donde el desarrollo foliar en vez de estabilizarse, ha ido variando hasta dotar a las hojas de limbos enormes. Se estuvo pendiente de ver como repercutían estos crecimientos impropios de un cultivo convencional en el desarrollo de la inflorescencia, en el que observaciones puntuales realizadas no apreciaban discrepancias notables entre tratamientos. La pella comenzó a formarse a primeros de abril presentando un diámetro de 1,5 cm, el día 5, que se incrementó a unos 7, el día 12, y que en el control efectuado el día 17, llegaba a 10 cm, como media general.

Para ver si había alguna influencia de la luz en el desarrollo de la inflorescencia, en el control efectuado el 17 de abril se observaron los diámetros de éstas en los dos extremos y en el centro de la línea de cultivo. Observándose como en las plantas situadas en el este de la línea se quedaban en general un poco menores.

El tiempo necesario para conseguir la germinación máxima en plantas de pimientos similar en ambas variedades. Sin embargo, Almudén, germina unos días antes que Limona, en la mayoría de los sustratos, a excepción de en Jiffy que ya en esos pocos días alcanza el 90% de semillas germinadas. En Limona, las mezclas experimentales, X-4 y X-3, muestran una buena conducta y en los mismos porcentajes que los otros sustratos comerciales.

La variación de las dimensiones de los primeros órganos vegetativos en la variedad Almudén, recuerda un poco a la descrita en lechuga y brócoli. Ya que tanto en la altura de la planta, como en la evolución de los primeros movimientos foliares, hay una predominancia de crecimiento de los diversos sustratos comerciales evaluados, incluida la mezcla Kekkila con 30% de coco, no conocida como lecho de plántulas de semillero en la Región. También aparenta la misma inclinación en el tratamiento con menores desarrollos, y que lo sigue ostentando la Madera; en este caso es además evidente en la aparición de hojas verdaderas, que causa un retraso en ello la utilización de sustrato de

virutas de Madera, y que pone de manifiesto que puede ser un buen sustrato siempre que se aporte un fertilizante de apoyo que complemente la falta de nutrientes asimilables por parte de la plántula.



Durante el periodo de crecimiento en semillero no se encuentran diferencias de conducta a la que han ofrecido lechuga y brócoli con los mismos sustratos y donde destaca la mejor reacción de las plántulas de pimienta en Flora, en la mayoría de los casos, y la menor, cuando se utiliza Madera como sustrato. Las diferencias de crecimiento en cada fecha de control, en las dos variedades, y en cada sustrato, tampoco muestran comportamientos distantes entre las pautas de desarrollo estimadas para esta especie.

En el momento del trasplante, fijado por el estado adecuado de la planta para ello en la totalidad de los sustratos, menos en Madera, y que se produce el 12 de febrero, se observó como en la variedad Almudén se cumplieron todos los preceptos exigidos, y que existían con pocas diferencias entre tratamientos. Hay que destacar la mayor envergadura de las plantas crecidas en Jiffy, que se tradujo en la mayor área foliar habida en todos los tratamientos. Para seguir estudiando la respuesta de las plantas, y aunque la plántula no habían logrado las dimensiones óptimas para el trasplante, también se pasaron a terreno definitivo las de Madera.

Con la variedad Limona se observó una respuesta parecida a la de Almudén, incluso cuando se trató del área foliar que igualmente fue superior a la del resto de tratamientos, aunque no llegó al tamaño alcanzado en Almudén. También en el caso de Limona, las mezclas experimentales X-4 y X-3, guardaron una conducta adecuada con valores intermedios y comparables a los dados en los sustratos que ofrecieron menor porcentaje que en el caso de la Madera. Circunstancia que si se produjo cuando se trató del cepellón. Los contenidos de clorofila encontrados en hojas adultas de la variedad Almudén sobrepasó un tanto el hallado en las del tratamiento Kekkila, mientras que el resto presentó valores medios. Los niveles detectados en la variedad Limona se contradicen con la variedad anterior, ya que los contenidos hallados en Kekkila aquí son los inferiores registrados.

En general se podría decir que estos sustratos evaluados en el caso del pimienta son aptos para la producción de plantas en semillero, a excepción de las desarrolladas en Madera, que necesitarían una fertilización especial que cubriese el bajo intercambio de sustancias



nutritivas necesarias para alimentar a la plántula para que consiga el tamaño adecuado para ser trasplantada. Además, las mezclas experimentales, X-4 y X-3, también se han comportado bien y con propiedades para producir plantas de desarrollo óptimo.

Las diferencias de comportamiento observadas entre variedades a lo largo del proceso de semillero, no se continúan en terreno definitivo, siendo transitorias, ya que durante el corto periodo en que se han podido seguir en el invernadero, todas las plantas han mostrado una respuesta excelente.

Un apartado muy interesante a tener en cuenta, observado durante la fase de semillero, es el desarrollo radicular que promueve la granulometría de alguno de estos sustratos; ello permite que el sistema radicular se desarrolle más y mejor. La expansión de las raíces en la parte superior del cepellón, reduciendo la espirilación de la raíz principal, es una característica muy importante y que es muy buscada por los profesionales de los semilleros y que intentan promover con los sustratos que utilizan, ya que ello potencia el éxito del trasplante.

Pero si bien este problema es importante en el caso del pimiento, más aun es en el del melón, cuyo sistema radicular, en general, en plántulas listas para el trasplante es más bien escaso. ■

■ Influencia de la adición de hidrogel a sustrato Standard de Jiffy como técnica mejora dota del enraizamiento de esquejes de diversos tipos de clavel de maceta

Entidad financiadora y Referencia	IMIDA-JIFFY & ESPAÑA
Investigadores responsables	Alberto González Benavente-García Josefa López marín
Equipo	Alfredo López (Jiffy España)

OBJETIVOS

Estudiar la adición de retentores de agua a sustratos utilizados como medios de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de cultivos ornamentales, como método de optimización de la emisión y calidad del sistema radicular.

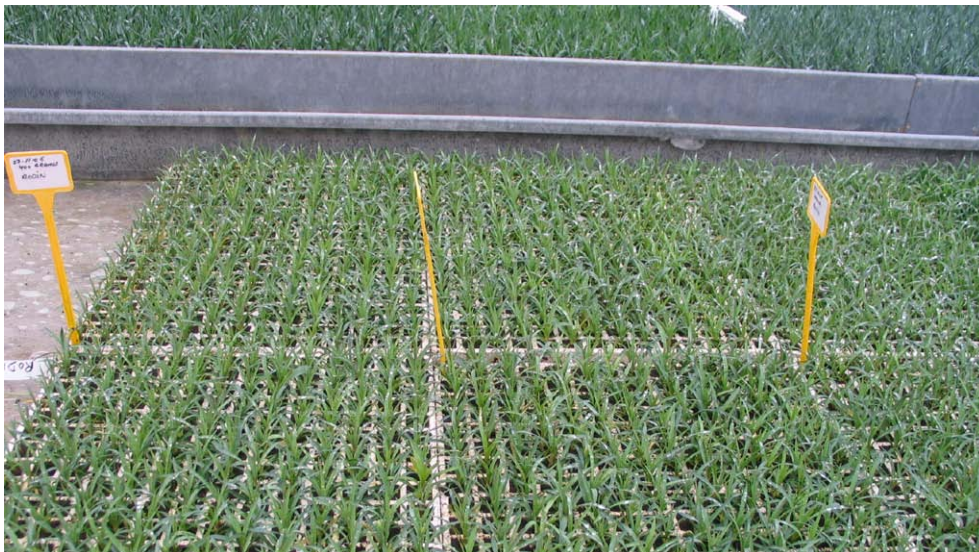
Evaluar estas adiciones sobre el comportamiento de variedades de clavel para maceta de diferente procedencia genética.

RESULTADOS OBTENIDOS

Para ello se ha planteado la utilización de dos dosis de Hidrogel, de 6 y 12 g por litro de sustrato estándar de Jiffy, a comparar con un testigo con este sustrato solamente.

Las variedades utilizadas de esta especie han sido dos tipo Carmelia, Senna y Kazan, y dos tipo Sprint, Rodin y Mondriaan.

Inicialmente, las variedades Carnelia, presentaron un aspecto más compacto, pero esto es una característica varietal, destacando en Senna el tratamiento con Hidrogel de dosis 12 g; sin embargo en Kazan la evolución fue uniforme en todas las propuestas realizadas.





En el caso de los tipos Sprint, en Rodin, parecía haber una ligera mejoría de acuerdo con las aportaciones de Hidrogel, estando un poco mejor los esquejes tratados con la dosis de 12 g con respecto a la dosis de 6 g, y a su vez de éstos con relación a los del testigo. En Mondriaan estas apreciaciones, aunque más leves, se mantuvieron; también se observó una pequeña presencia de clorosis en algunos esquejes, aunque esto parecía ser mas propio de la variedad que motivado por un exceso de agua propiciado por el retentor.

En cuanto al enraizamiento, al principio hubo emisión de raíces en los tipos Sprint y rudimentos en los tipos Carnelia, pero aun no se apreciaron sus sistemas radiculares definidos. Posteriormente se testaron las plantas para ver si el cepellón estaba lo suficientemente compactado para ejercer el trasplante, pero aun no lo estaba. El estado adecuado se alcanzó el 4 de enero y se observó el cepellón, en todos los tratamientos, haciéndose las consideraciones siguientes sobre el contenido de humedad:

Grupo Carnelia:

Senna: Dentro de los 3 tratamientos, hubo un gradiente de humedad más elevado en el tratamiento con 6 g.

Kazán: Se observó una distribución muy irregular de los contenidos higrométricos, ya que los más elevados se apreciaron en el testigo, y los menores en la dosis baja de Hidrogel, mientras que la dosis de 12g era la que presentaba una apariencia más normal.

Grupo Interespecífico:

Mondriaan: El grado de humedad del taco era similar en todos los tratamientos.

Rodin: su comportamiento fue similar al apreciado en Mondriaan.

En cuanto al desarrollo radicular se presentó aparentemente normal en todas las plantas, no existiendo diferencias sensibles entre tratamientos. Los crecimientos de la parte aérea fueron adecuados de acuerdo con las características del cultivar observado. El periodo de formación de la plántula y su sistema radicular tuvieron un plazo de tiempo normal y similar al de cualquier enraizado.

En esta primera fase, se podría decir que no se encontraron diferencias entre las plántulas tratadas con las distintas dosis de Hidrogel y las del testigo no tratado, por lo que se debería observar su conducta en cultivo definitivo, habiendo de tenerse en cuenta la época en que se realizó el trabajo, que fue la invernal. ■

■ Desarrollo tecnológico de plantas ornamentales en maceta

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. PR05-CC-07
Investigador responsable	M ^a Jesús Sánchez-Blanco (CEBAS-CSIC)
Equipo	Sebastián Bañón Arias (UPCT) Josefa López Marín Alberto González Benavente-García

OBJETIVOS

Estudiar nuevas mezclas de sustrato aptas para el cultivo en maceta de especies ornamentales, especialmente en clavel, determinando sus propiedades físico-químicas.

Reducir la proporción adicionada de las turbas, como componentes de estas mezclas, en favor de la fibra de coco, como sustrato orgánico, y de la vermiculita, como mineral inerte.

Evaluar el comportamiento de estas nuevas mezclas en distintas variedades de clavel para maceta, del grupo Oriental de Barberet&Blanc, de mayores prestaciones ornamentales.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se consideraron cuatro nuevas mezclas utilizándose cuatro sustratos diferentes en distintas proporciones. S1: 50% coco (Cocopeat 100% partícula de 2 mm de Ø) + 35% turba (sustrato Kekkilä) + 15% vermiculita de granulometría número 3). S2: 50% coco (Cocopeat 100%) + 15% sustrato Kekkilä + 35% vermiculita). S3: 50% Cocopeat-B (80% fibra flexible de coco natural tipo cabello y 20 % de partículas rígidas de 0,5 a 1,5 cm de largo) + 35% sustrato Kekkilä + 15% vermiculita).

El estudio se llevo a cabo determinando las propiedades físico-químicas de las mezclas propuestas y de las que se estimaron. La densidad aparente (d_a) a partir del peso seco del sustrato contenido en un anillo de volumen conocido, saturado de agua y sometido a una tensión de 10 cm de columna de agua. La densidad real (d_r) a partir del contenido en cenizas. El valor de la porosidad total se obtuvo a partir de las densidades reales y aparentes. El pH se midió en una pasta saturada de sustrato, con pH-metro Crison GLP21, colocando la sonda en tres puntos de la superficie de la muestra. Observándose que S1 mostró el menor valor de porosidad total, significativamente diferente al resto de sustratos analizados, debido a su alta densidad aparente y su baja densidad real. No obstante los cuatro sustratos utilizados mostraron valores de porosidad del 80 al 90%, apropiados para un sustrato en contenedor. S1 mostró los valores más elevados de agua disponible, frente al más bajo en S2, que por el contrario presentó el valor significativamente mayor de aireación; un alto volumen de aireación favorece el drenaje y disminuye la capacidad de retención de agua, lo que provoca problemas de manejo del cultivo. Sin embargo, S1 a pesar de tener el menor valor de aireación (47,73) mostró la mayor capacidad de agua disponible, lo que demuestra que la mezcla de componentes de sustratos puede producir

sustratos con características físicas muy diferentes a los originales, debido posiblemente a un proceso de mezclado de partículas, reduciendo la fracción de volumen de poros totales y alterando por tanto, la capacidad de aireación y retención de humedad. Los cuatro sustratos utilizados en el ensayo mostraron diferencias significativas en cuanto al pH, mostrándose el mayor valor en S4 (5,26) frente al menor en S3 (5,01).

Tabla 1 Características físicas de los diferentes sustratos. S1 (50% Cocopeat + 35% sustrato Kekkilä + 15% vermiculita), S2 (50% Cocopeat + 15% sustrato Kekkilä + 35% vermiculita), S3 (50% Cocopeat-B + 35% sustrato Kekkilä + 15% vermiculita), S4 (50% Cocopeat-B (80/20) + 15% sustrato Kekkilä + 35% vermiculita).

Parámetros	S-1	S-2	S-3	S-4
Aireación (%)	47,73a	79,39d	53,40b	64,65c
Agua disponible (%)	29,16 b	24,04 a	28,29 b	23,88 a
Porosidad total (%)	86,82a	90,43b	88,62b	92,53bc
dr (g cm ⁻³)	1,36a	1,66a	1,59a	1,65a
da (g cm ⁻³)	0,21c	0,16b	0,19b	0,12a
pH	4,91 a	5,21 b	5,01 a	5,26 b

Las variedades de clavel evaluadas de la serie Oriental, obtenidas por Barberet&Blanc, Camille, de flor grande y doble, de crecimiento medio, muy precoz, floración muy abundante y pétalos de color rosa y la variedad Summerdress, de pétalos anaranjados. La planta utilizada fue esqueje ya enraizado, dotada de 7 hojas, en las cuales se controlaron, altura y diámetro de planta (cm), número de brotes/planta, número de hojas/planta, área foliar (cm²), peso fresco y seco (g) y contenido relativo de agua (CRA), que se determinó a partir de la diferencia entre el peso fresco y seco de los brotes. El contenido relativo de clorofila (CRC) fue medido con un medidor Minolta SPAD-502. También se controló el porcentaje de plantas comerciales que fueron apareciendo por sustrato de cultivo, iniciándose el control cuando había 2 ó más flores en estado de escobilla mostrando el color de los pétalos.

Al final del ciclo de cultivo se evidenció en la variedad Summerdress, se obtuvieron diferencias significativas en cuanto al contenido relativo de agua (CRA) entre los diferentes sustratos ensayados, mostrándose el mayor valor en S3 (72%) frente al menor en S2 (59%). El mayor número de hojas, de peso fresco y seco en valor absoluto se obtuvieron con S3, no mostrando diferencias estadísticas con el resto de sustratos y lo mismo ocurrió con el contenido relativo de clorofila (CRC). El número de brotes/planta mostró valores

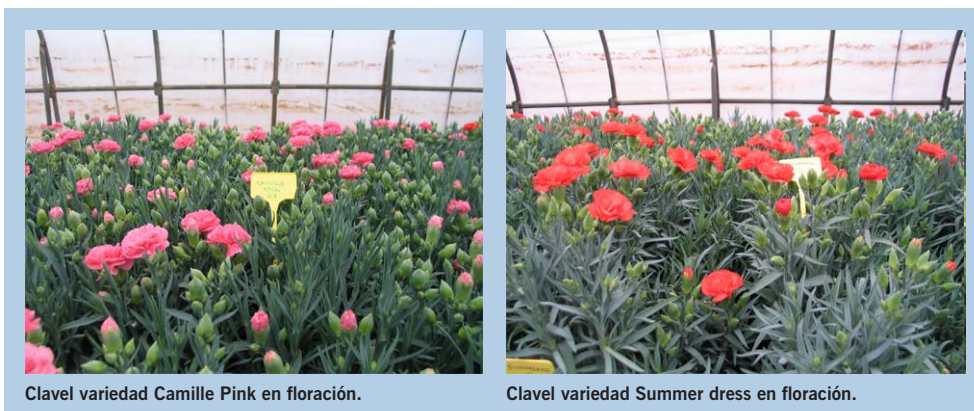


Drenaje de diferentes sustratos.



Ensayos de clavel en floración.

muy similares en todos los sustratos. En la variedad Camille, se obtuvieron diferencias significativas en el número de brotes/planta, mostrando los mayores valores S1 y S2 (7,5) (Tabla 3). El CRA presentó diferencias entre los distintos sustratos ensayados, obteniéndose el mayor valor con S4 (73%) y el menor con S2 (36%). El contenido relativo de clorofila (CRC) mostró valores significativamente menores con S3, frente al resto de sustratos. En cuanto a la altura y diámetro de planta se obtuvieron valores similares sin diferencias estadísticas en todos los sustratos. Se apreció un ligero aumento en el número de hojas y en el área foliar en valor absoluto con S1, sin diferencias significativas con el resto de sustratos; lo mismo ocurrió para el peso fresco y seco. La floración se produjo, sin diferencias notables entre variedades y sustratos.



Para determinar la influencia sobre la variación del consumo hídrico en estas nuevas mezclas se hallaron potencial hídrico foliar (Ψ_h) y potencial osmótico (Ψ_o), los cuales se realizaron con una cámara de presión tipo Scholander-Hammel Soil Moisture, mod. 3000 y un osmómetro Wescor-5500, respectivamente. El potencial de presión se estimó por diferencia entre Ψ_h y Ψ_o .

La fotosíntesis neta (P_n) y la conductancia estomática foliar (g_s) se midieron al mediodía en la misma fecha y sobre las mismas plantas que se midió el estado hídrico, utilizando un aparato de intercambio gaseoso portátil, LI-6400, LI-COR Inc., la velocidad del flujo de aire circulante dentro del sistema, durante el período de medida, fue de $\approx 350 \mu\text{mol s}^{-1}$, con un déficit de presión de vapor de la hoja al aire de aproximadamente 2 KPa. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento y una medida por planta. Los valores de potencial hídrico (Ψ_h) resultaron bastante elevados en las dos variedades cultivadas en las mezclas ensayadas, no encontrando diferencias significativas con la variación de la proporción de los diferentes componentes que constituyeron los 4 sustratos utilizados. Estos valores son indicativos de que las variedades Camille y Summerdress presentaron un buen estado hídrico en los cuatro sustratos. Se puede asumir que la utilización de fibra de coco en un porcentaje elevado (50%) y los porcentajes relativamente bajos de turba utilizada en todas las mezclas (inferior al 35%) no fueron suficientes para producir diferencias en las relaciones hídricas de las plantas, procurando unos valores de potenciales muy similares.

La tasa fotosintética y la conductancia estomática no mostraron diferencias significativas entre sustratos en las dos variedades de clavel estudiadas. Se puede considerar que existió

un buen grado de apertura estomática de las plantas y por tanto, una adecuada tasa fotosintética en todos los casos, lo que supone que las plantas tuvieron una adecuada capacidad transpirativa en los cuatro sustratos, especialmente porque el área foliar fue similar en todos ellos para cada una de las variedades. ■

Tabla 2 Influencia del sustrato sobre las relaciones hídricas en las plantas de clavel variedad Camille.

Parámetros	S-1	S-2	S-3	S-4
Ψ_n (MPa)	-0,38 a	-0,52 a	-0,54 a	-0,51 a
Ψ_o (MPa)	-1,30 a	-1,11 a	-1,53 a	-1,64 a
Ψ_p (MPa)	0,92 a	0,59 a	0,99 a	1,13 a
P_n ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	5,33 a	-0,25 a	-0,73 a	6,31 a
g_s ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	290,72 a	115,00 a	108,43 a	437,58 a

*Letras diferentes dentro de una fila indican diferencias significativas según el test de Duncan ($p < 0.05$).

Tabla 3 Influencia del sustrato sobre las relaciones hídricas en las plantas de clavel variedad Summerdress.

Parámetros	S-1	S-2	S-3	S-4
Ψ_n (MPa)	-0,45 a	-0,62 a	-0,57 a	-0,57 a
Ψ_o (MPa)	-1,38 a	-1,45 a	-1,52 a	-1,38 a
Ψ_p (MPa)	0,93 a	0,83 a	0,95 a	0,81 a
P_n ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	2,15 a	3,25 a	6,75 a	4,70 a
g_s ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	275,06 a	377,54 a	232,75 a	312,58 a

*Letras diferentes dentro de una fila indican diferencias significativas según el test de Duncan ($p < 0.05$).

■ Publicaciones científicas y de divulgación

ABRUSCI, C.; LÓPEZ-VILLANOVA, L.; CORRALES, T.; CATALINA, F.; GONZÁLEZ, A.; J. LÓPEZ-MARÍN. 2008. Filmes agrícolas basados en almidón. Descriptiva y mezclas. *Revista de Plásticos Modernos*.

CATALÁ, M.S.; COSTA, J.; EGEA, J.M.; SÁNCHEZ, E.; GOMARIZ, J.; GONZÁLEZ, D.; MELGARES, J.; MORALES, M.A.; EGEA-SÁNCHEZ, J.M. (2007) Efecto de la localidad en la calidad de variedades tradicionales de tomate en cultivo ecológico. *Actas de Horticultura: nº 48* (pág 550-553).

CATALÁ M.S.; GOMARIZ, J.; MARÍN, C.; SÁNCHEZ E.; MELGARES DE AGUILAR, J.; GONZÁLEZ D.; COSTA, J. (2008). "Valoración de la calidad en tipos de melón tradicionales de la Región de Murcia". *Cuaderno de resúmenes del VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica y IV Congreso Iberoamericano de Agroecología*. Pp127-128.

CATALÁ M.S.; GOMARIZ, J.; MARÍN, C.; SÁNCHEZ E.; MELGARES DE AGUILAR, J.; GONZÁLEZ D.; COSTA, J. (2008). "Estimación de la producción en cultivares autóctonos de melón en dos localidades distintas en la Región De Murcia". *Cuaderno de resúmenes del VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica y IV Congreso Iberoamericano de Agroecología*. pp139-140.

CATALÁ M. S., PELLICER C., SANCHEZ E., GOMARIZ J., COSTA J. PÉREZ J.A. (2008). "Interacción Genotipo x Medio Para El Contenido En Macro y Micronutrientes En Hojas De Tomate En Cultivo Ecológico". *XII Simposio Ibérico sobre nutrición Mineral de las plantas*. Granada 22-24 de Octubre del 2008 (en prensa).

CATALÁ M. S., SÁNCHEZ E., GOMARIZ J., COSTA J. (2008). "Características de calidad de pimiento para pimentón tolerantes al virus del bronceado del tomate". *Actas de Horticultura nº 51* (pág 347-348).

CATALINA, F.; LÓPEZ-VILLANOVA, L.; LÓPEZ-MARÍN, J.; MARQUINA, D.; ABRUSCI, C. 2007. Desinfección de suelos agrícolas y aplicaciones de filmes poliméricos. *Revista Plásticos Modernos*. 94 (617):428-433.

CONESA, E.; LOPEZ-MARÍN, J.; OCHOA, J.; GALVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BAÑÓN, S. 2008. Valoración agronómica de diferentes sustratos sobre el desarrollo de dos variedades de clavel oriental. *Actas de Horticultura*. 52:340-344.

COSTA, J.; CATALÁ, M.S.; SÁNCHEZ, E.; GOMARIZ, J.; LÓPEZ, A.; MORALES M.A. (2007) Utilización de nuevos patrones del género *Capsicum*, obtenidos mediante cruzamientos interespecíficos, como método de lucha contra la fatiga del suelo. *Actas de Horticultura: nº 48*. (pag 125-128).

DEL AMOR F.M.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Effect of Photosensitive Sheet and Grafting Technique on Growth, Yield and mineral Composition of Sweet Pepper Plants. *Journal of Plant Nutrition*. 31.

- FENOLL, J.; HELLÍN, P.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2007. Determination of Pesticide Residues in Lettuce by Gas Chromatography with Electron-Capture deyection. *Journal of AOAC International*. 90 (6):1670-1676.
- FENOLL, J.; LÓPEZ, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; GONZÁLEZ, A. 2007. Simplified Multiresidue for the Determination of Pesticide Residues in Lettuce by gas Chromatography with Nitrogen-Phosphorus Detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 389:643-651.
- FENOLL, J.; CAMACHO, M. M.; LÓPEZ, J.; HELLÍN, P.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2008. Dissipation rates of procymidone and azoxystrobin in greenhouse grown lettuce and under cold storage conditions. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*.
- FENOLL, J.; HELLÍN, P.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2008. Simplified multiresidue method for the determination of pesticide residues in lettuce by gas chromatography with nitrogen-phosphorus detection. *Euroanalysis XIV*. Antwerp.
- FERNÁNDEZ, J. A.; PEÑAPAREJA, D.; SIGNORE, A.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, C. M. 2007. Producción de rúcola "baby leaf" en bandejas flotantes. *Agrícola Vergel*. 304:200-203.
- FERNÁNDEZ, J. A.; MIÑIROLA, D.; VICENTE, M. J.; CONESA, E.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2007. Efecto de la densidad de plantación y del tipo de sustrato sobre la producción de verdolaga (*Portulaca oleracea*) en un cultivo hidropónico de bandejas. *Libro de Resúmenes del XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 69.
- FERNÁNDEZ, J. A.; PEÑAPAREJA, D.; CROS, V.; ÁLVAREZ, N.; LÓPEZ, J. 2007. Producción de espinaca "baby leaf" en bandejas flotantes. *XXXVI Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 203-210.
- FERNÁNDEZ, J. A.; PEÑAPAREJA, D.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; BAÑÓN, S. 2008. The effect of bulb size and bulb temperature treatments on flowering of Iris xiphium. Proceedings of the VIII International Symposium on Protected cultivation in mild winter climates: advances in soil and soilless cultivation under protected environment. *Acta Horticulturae*.
- FERNANDEZ, J.A.; NIÑIROLA, D.; OCHOA, J.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; GÁLVEZ, A. 2008. Programación de la produccion de hortalizas baby leaf en cultivo de bandejas flotantes. *Acta Horticultura*. 50:19-25
- GÁLVEZ, A.; LÓPEZ-MARÍN, J.; CALVO, M. R.; ESPI, E.; GONZÁLEZ, A. 2007. Uso de cubiertas en Invernaderos con materiales plásticos fotoselectivos para variar la temperatura interior. *Libro de Resúmenes del XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 33.
- GARCÍA, F. T.; VALERO, V.; GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, R.; LÓPEZ, A. 2007. Cultivo de Campánula para flor cortada. *Programa de Innovación Tecnológica*. 29.28pp.
- GUERRERO, L.; LÓPEZ MARÍN, J.; RODRÍGUEZ, C. M.; GONZÁLEZ, A.; FENOLL, J.; FERNÁNDEZ, J. A. 2007. Evaluación de material oxobiodegradable de acolchado en cultivo de melón. *Libro de Resúmenes del XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 35.

GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; GUERRERO, L.; RODRÍGUEZ, C. M.; GARCÍA, J. 2007. Consideraciones sobre las infraestructuras actuales en los cultivos protegidos. *Revista Web IMIDA*. 1: 21-26.

GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J.; CONTRERAS, F. 2008. Respuesta de cultivos hortícolas al riego con aguas parcialmente depuradas procedentes de la conserva vegetal. *Estudio de la calidad de aguas residuales depuradas procedentes de la industria de la conserva vegetal para su reutilización como agua de riego agrícola*. 366pp.

GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J.; CONTRERAS, F. 2008. Respuesta de cultivos hortícolas al riego con aguas parcialmente depuradas procedentes de la conserva vegetal. *Estudio de la calidad de aguas residuales depuradas procedentes de la industria de la conserva vegetal para su reutilización como agua de riego agrícola*. 366pp.

JIMÉNEZ, J.; GÁLVEZ, A.; GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; MARTÍNEZ, E.; LÓPEZ-MARÍN, J. 2008. Estudio del comportamiento de algunos cultivares de tomate de tipo grueso al virus de la cuchara (TYLCV) en cultivo bajo malla. *Agrícola Vergel*. 319:326-332.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; HERNÁNDEZ, M. A.; ROS, C.; GUERRERO, M. M.; MARTÍNEZ, M. A. 2007. Influencia del injerto en el comportamiento de pimiento en invernadero. *XXXVI Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 359-376.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; MUÑOZ, F. J.; ÁLVAREZ, N. 2007. Evaluación de Materiales experimentales biodegradables de acolchado en la Región de Murcia. *XXXVI Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 507-506.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, C. M.; GUERRERO, L. 2007. Opción del uso de acolchados biodegradables en cultivos hortícolas al aire libre en ciclos de otoño-invierno en la Región de Murcia. *Revista de Plásticos Modernos*. 93(607):24-27.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; GUERRERO, L. 2007. III Jornada Técnica de materiales degradables en Murcia. *Agrícola Vergel*. 303:139-141.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; GUERRERO, L.; FERNÁNDEZ, J. A.; PEÑAPAREJA, D.; BAÑÓN, S. 2007. Evaluación de acolchados biodegradables en hortalizas de ciclo otoño-invierno en la Región de Murcia. *Acta de Horticultura*. 48:856-859.

LÓPEZ, J.; GARCÍA-ALONSO, Y.; GONZÁLEZ, A.; ESPI, E.; SALMERÓN, A.; FONTECHA, A.; REAL, A. I. 2007. Aplicación de materiales de cubierta antitérmicos en invernadero como mejoradores de la respuesta agronómica de cultivos de pimiento en la Región de Murcia. *Actas de Horticultura*. 48:868-871.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FENOLL, J.; RODRÍGUEZ, C. M. 2007. Uso de acolchados biodegradables (Mater-Bi) en el cultivo de lechuga en la Región de Murcia. *Agrícola Vergel*. 306:312-317.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, J. A.; BAÑÓN, S. 2007. Behaviour of biodegradable films for mulching in melon cultivation. Proceedings of the VIII International Symposium on Protected cultivation in mild winter climates: advances in soil and soilless cultivation under protected environment. *Acta Horticulturae*. 747:125-130.

- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; MANERA, F. J.; PORRAS, I. 2007. Características colorimétricas de los pétalos y punto de marchitamiento de distintas variedades de clavel. *VIII Congreso Nacional del Color*. 121-122.
- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; PORRAS, I. 2007. Definición colorimétricas de distintas variedades de clavel del grupo sprint. *VIII Congreso Nacional del Color*. 167-168.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; CATALINA, F.; FENOLL, J.; GONZÁLEZ, A. 2007. Los acolchados degradables en la horticultura de la Región de Murcia. *Revista de Plásticos Modernos*. 94 (617):417-421.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; GARCÍA-ALONSO, Y.; ESPI, E.; SALMERÓN, A.; FONTECHA, A.; REAL, A. I 2007. Use of Cool Plastic Films for Greenhouse covering in Southern Spain. *International Symposium ISHS GreenSys 2007*.
- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; COS, J. E.; GUERRERO, L.; FERNÁNDEZ, J. A. 2007. Influence of different types of substratum on growth and flowering of *Gladiolus tristis* subsp concolor. Proceedings of the International Symposium on growing media. *Acta Horticulturae*.779:513-520.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; FENOLL, J.; CATALINA, F.; ABRUSCI, C. 2008. Evaluación de Material oxobiodegradable de acolchado en cultivo de melón. *Agrícola Vergel*. 314:83-91.
- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Introduction of Ornamental Asparagus spp. in Semiarid Climates. Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues. *Global Science Books, Isleworth, UK*. 5:504-509.
- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Ornamental Limonium Grown in Mediterranean Conditions. Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues. *Global Science Books, Isleworth, UK*. 5:496-503.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; GÁLVEZ, A.; MANERA, F. J.; PORRAS, I. 2008. Definición colorimétrica de flores de distintas variedades de clavel del grupo Sprint, y de los pétalos en el punto de marchitamiento. *Revista Sedoptica*.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, J. A. 2008. Agronomic Behaviour of grafted sweet pepper grown in a greenhouse in Mediterranean Area. Proceedings of the International Symposium on strategies towards sustainability of protected cultivation in mild winter climate. *Acta Horticulturae*.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; COS, J. 2008. In vitro Multiplication of four species of the Genus *Ornithogalum*. Proceedings of the III International Symposium on acclimatization and Establishment of Micropropagated Plants. *Acta Horticulturae*.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; CATALINA, F.; GONZÁLEZ, A.; ABRUSCI, C. 2008. Evaluacion de materiales degradables de acolchado en la Region de Murcia. *Revista Plásticos Modernos*.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; CONESA, E.; OCHOA, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Utilización de la fibra de coco como sustrato alternativo a las turbas en cultivo de clavel para maceta. *Cuaderno de Resúmenes VIII Congreso SEAE*.151.

LÓPEZ-MARÍN, J.; RODRÍGUEZ, C.M.; GÁLVEZ, A.; GONZÁLEZ, A. 2008. Acolchados biodegradables para prevenir contaminaciones edáficas y paisajísticas. *Cuaderno de Resúmenes VIII Congreso SEAE*. 143

LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; OCHOA, J.; FERNÁNDEZ, J.A.; GONZÁLEZ, A. Comportamiento de un cultivo de pimiento sometido a diversos sistemas de sombreo. *Libro de Resúmenes del XXXVIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 17

MANERA, F. J.; FERNÁNDEZ, J. C.; RUIZ, G.; CONESA, A.; LEGUA, P.; LÓPEZ, J.; PORRAS, I. 2007. Correlación lineal entre varios índices colorimétricos y la apreciación visual en la corteza de los frutos de pomelo. *VIII Congreso Nacional del Color*. 83-84.

MARTÍNEZ, J.A.; CARBONELL, M. 2007. Estudio comparativo de cultivares de alcachofa de propagación sexual o vegetativa. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

MORALES, M.A.; BAÑOS, I.; EGEA-SÁNCHEZ, J.M.; GOMARIZ, J.; SÁNCHEZ, E.; EGEA, J.M.; COSTA, J.; CATALÁ, M.S. (2007). Caracterización de variedades locales de Cucurbita moschata y Lagenaria sicerarea colectadas en la Región de Murcia. *Actas de Horticultura: nº 48* (pág 332-335).

OCHOA, J.; LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; BAÑÓN, S.; FERNÁNDEZ, J. A.; FRANCO, J. A.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. J. 2008. Estado actual de la horticultura ornamental en Murcia. *Horticultura*. 24-27.

OCHOA, J.; VALDES, R.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J.A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BAÑÓN, S. 2008. Effects of hydrogel addition to seedling substrate and of two growing media on evapotranspiration and growth of potted carnation. *Acta Horticulturae*. En prensa.

OCHOA, J.; LÓPEZ-MARÍN, J.; MIRALLES, J.; CONESA, E.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; GONZÁLEZ, A. 2008. Consumo hídrico de variedades de clavel en maceta cultivadas en sustratos alternativos. *Actas de Horticultura*. 52:310-314.

PATO, A.; CONDÉS, L. F.; VICENTE, F. E.; LÓPEZ, J.; GÁLVEZ, A.; GONZÁLEZ, A. 2007. Cultivo del Anthurium para flor cortada en la Región de Murcia (I). *Agrícola Vergel*. 309:409-416.

PATO, A.; CONDÉS, L. F.; VICENTE, F. E.; LÓPEZ, J.; GUERRERO, L.; GONZÁLEZ, A. 2007. Cultivo del Anthurium para flor cortada en la Región de Murcia (II). *Agrícola Vergel*. 310:476-481.

PATO, A.; CONDES, L. F. VICENTE, F. E.; GUERRERO, L.; RODRÍGUEZ, C. M.; .LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Cultivo de Zantedeschia híbrida en perlita (I). *Agrícola Vergel*.

PATO, A. ; CONDES, L.F.; VICENTE, F.E.; GALVEZ, A.; ESTEBA, M.; LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Cultivo de Zantedeschia híbrida en perlita (II). *Agrícola Vergel*. 432-436.

- PEÑAPAREJA, D.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, P.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J. A.; FERNÁNDEZ, J. A. 2007. Influencia de la aplicación de ácido giberélico y el tiempo de almacenamiento en la germinación de *Peonía broteroi*. *Actas de Horticultura*. 48: 489-492.
- PORRAS, I.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; LEGUA, P.; MANERA, F. J. 2007. Coloración en variedades de naranja tardías. *VIII Congreso Nacional del Color*. 197-198.
- RODRÍGUEZ, C. M.; LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; GUERRERO, L.; GONZÁLEZ, A. 2007. Metodología de la valoración de un corrector de tip burn en distintos tipos de lechuga. *Libro de Resúmenes del XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 29.
- SÁNCHEZ, E.; CATALÁ, M.S.; MORALES, M.A.; GOMARIZ, J.; EGEEA-SÁNCHEZ, J.M.; COSTA, J. (2008). "Caracteres de calidad de diferentes tipos de tomates murcianos" *Cuaderno de resúmenes del VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica y IV Congreso Iberoamericano de Agroecología*. Pp127.
- SÁNCHEZ, E.; CATALÁ, M.S.; MORALES, M.A.; GOMARIZ, J.; EGEEA-SANCHEZ, J.M.; EGEEA, J.M.*COSTA, J*. (2008) "Comportamiento agronómico de diferentes variedades locales de tomate". *Cuaderno de resúmenes del VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica y IV Congreso Iberoamericano de Agroecología*. pp140.
- SÁNCHEZ E., CATALÁ M. S., GOMARIZ J., COSTA J. (2008). "Comportamiento productivo de variedades de pimiento para pimentón tolerantes al virus del bronceado del tomate (TSWV)". *Actas de Horticultura n° 51* (pág 247-248).
- VALDÉS, R.; LÓPEZ, J.; NAVARRO, A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; BAÑÓN, S. 2007. Influencia del medio de cultivo sobre el desarrollo y consumo hídrico de plantas de clavel en maceta. *Agrícola Vergel*. 304:213-220.
- VALDÉS, R.; MARTÍNEZ, J.A.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, E.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J.; BAÑÓN, S. 2008. Efecto de distintos fitoreguladores sobre el endurecimiento de geranio zonal. *Agrícola vergel*. 323:520-526.
- VALDÉS, R.; MIRALLES, J.; NAVARRO, A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, E.; FERNÁNDEZ, J.A.; OCHOA, J.; BAÑÓN, S. 2008. Influencia del sustrato y el paclobutrazol sobre la evapotranspiración del geranio zonal en maceta. *Libro de resúmenes Acta Horticultura*. 52

■ Participación en congresos y reuniones científicas

CONESA, E.; LÓPEZ-MARÍN, J.; OCHOA, J.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BAÑÓN, S. 2008. Valoración agronómica de diferentes sustratos sobre el desarrollo de dos variedades de clavel oriental. *I Simposio Iberoamericano. IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental*. Pontevedra.

FERNÁNDEZ, F. A.; PEÑAPAREJA, D.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; BAÑÓN, S. 2007. The effect of bulb size and bulb temperature treatments on flowering of *Iris xiphium*. *VI International Symposium on New Floricultural Crops*. Madeira. Portugal.

FERNÁNDEZ, J.A.; NIÑIROLA, D.; OCHOA, J.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; GÁLVEZ, A. 2008. Programación de la producción de hortalizas baby leaf en cultivo de bandejas flotantes. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Valencia.

FERNÁNDEZ, J. A.; NIÑIROLA, D.; VICENTE, M. J.; CONESA, E.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2007. Efecto de la densidad de plantación y del tipo de sustrato sobre la producción de verdolaga (*Portulaca oleracea*) en un cultivo hidropónico de bandejas. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

FENOLL, J.; HELLIN, P.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2007. Simplified Multiresidue for the Determination of Pesticide Residues in Lettuce by gas Chromatography with Nitrogen-Phosphorus Detection. *EUROanalysis XIV*.

GÁLVEZ, A.; LÓPEZ-MARÍN, J.; CALVO, M. R.; ESPI, E.; GONZÁLEZ, A. 2007. Uso de cubiertas en invernaderos con materiales plásticos fotoselectivos para variar la temperatura interior. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

GUERRERO, L.; LÓPEZ-MARÍN, J.; RODRÍGUEZ, C. M.; GONZÁLEZ, A.; FENOLL, J.; FERNÁNDEZ, J. A. 2007. Evaluación de material oxobiodegradable de acolchado en cultivo de melón. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; COS, J. 2007. In vitro Multiplication of four species of the Genus *Ornithogalum*. *Acta Horticulturae*. Faro. Portugal.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; GARCÍA-ALONSO, Y.; ESPI, E.; SALMERÓN, A.; FONTECHA, A.; REAL, A. I. 2007. Use of cool Plastic Films for Greenhouse Covering in Southern Spain. *International Symposium ISHS GreenSys 2007*. Nápoles. Italia.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; MANERA, F. J.; PORRAS, I. 2007. Características colorimétricas de los pétalos y punto de marchitamiento de distintas variedades de clavel. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; PORRAS, I. 2007. Definición colorimétricas de distintas variedades de clavel del grupo Sprint. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, J. A. 2008. Agronomic Behaviour of grafted sweet pepper grown in a greenhouse in Mediterranean Area. *International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate*. Antalya. Turkia.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; CONESA, E.; OCHOA, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. Utilización de la fibra de coco como sustrato alternativo a las turbas en cultivo de clavel para maceta. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas (Murcia).

LÓPEZ-MARÍN, J.; RODRÍGUEZ, C.M.; GÁLVEZ, A.; GONZÁLEZ, A. 2008. Acolchados biodegradables para prevenir contaminaciones edáficas y paisajísticas. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas (Murcia).

LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; OCHOA, J.; FERNÁNDEZ, J.A.; GONZÁLEZ, A. Comportamiento de un cultivo de pimiento sometido a diversos sistemas de sombreo. *Libro de Resúmenes del XXXVIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. 17. Sitges (Barcelona).

MARTÍNEZ, J.A. Noviembre. 2007. *Congreso internacional de césped para campos de golf*. Roquetas de Mar - Almería.

MARTÍNEZ, J.A.; CARBONELL, M. 2007. Estudio de nuevos cultivares de alcachofa de propagación sexual y vegetativa, en ciclo bianual. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

RODRÍGUEZ, C. M.; LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; GUERRERO, L.; GONZÁLEZ, A. 2007. Metodología de la valoración de un corrector de tip burn en distintos tipos de lechuga. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

OCHOA, J.; VALDÉS, R.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J.A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BAÑÓN, S. 2008. Effects of hydrogel addition to seedling substrate and of two growing media on evapotranspiration and growth of potted carnation. *International Symposium on Soilless Culture and hydroponics*. Perú.

OCHOA, J.; LÓPEZ-MARÍN, J.; MIRALLES, J.; CONESA, E.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M.; GONZÁLEZ, A. 2008. Consumo hídrico de variedades de clavel en maceta cultivadas en sustratos alternativos. *I Simposio Iberoamericano. IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental*. Pontevedra.

PORRAS, I.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, A.; LEGUA, P.; MANERA, F. J. 2007. Coloración en variedades de naranja tardías. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid.

VALDÉS, R.; MIRALLES, J.; NAVARRO, A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; CONESA, E.; FERNÁNDEZ, J.A.; OCHOA, J.; BAÑÓN, S. 2008. Influencia del sustrato y el paclobutrazol sobre la evapotranspiración del geranio zonal en maceta. Libro de resúmenes. *IX Jornadas de Sustratos de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Pamplona.



DEPARTAMENTO DE
PRODUCCIÓN ANIMAL





Equipo de Acuicultura

■ Dinámica de los residuos orgánicos generados por los cultivos marinos en jaulas flotantes (2005 - 2007).

Subproyecto: Lixiviado de los residuos particulados originados por los cultivos marinos y su mineralización en el medio receptor

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Educación y Ciencia AGL 2004-08350-C02-02
Investigador responsable	Felipe Aguado Giménez
Equipo	Benjamín García García Eva Gómez Turpín M ^a Dolores Hernández Llorente

OBJETIVOS

Se trata de un proyecto coordinado entre el Dpto. de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia y el IMIDA. Tiene como objetivo general la valoración de los principales flujos de nutrientes a partir de los residuos generados por las granjas marinas y la labor que los organismos oportunistas desempeñan en la mineralización de estos aportes. Los objetivos específicos de nuestro subproyecto son:

1. Estimar que proporción de los residuos sólidos (heces y alimento no ingerido) producidos por los cultivos marinos en jaulas flotantes se convierte en residuo disuelto a causa de su lixiviado.
2. Evaluar el flujo de nutrientes desde sedimentos impactados por la acuicultura a la columna de agua.
3. Estudiar si los residuos sólidos depositados en los fondos son utilizados por organismos salvajes antes de su mineralización.

RESULTADOS OBTENIDOS

Objetivo 1: Estimar que proporción de los residuos sólidos (heces y alimento no ingerido) producidos por los cultivos marinos en jaulas flotantes se convierte en residuo disuelto a causa de su lixiviado.

Se han realizado incubaciones de cinco tipos de piensos de diferentes tamaños, entre 2 y 8mm (FP 2, FP 4a; FP 4b, FP 6 y FP 8 mm), y de heces de dorada (*Sparus aurata*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*) a dos temperaturas, representativas de los meses de invierno y verano en el Mediterráneo, 15 y 25 °C. Las muestras de pienso y heces se inoculaban en vasos de precipitado de 50ml con agua de mar a las temperaturas indicadas, y se medía con electrodo de ion selectivo la producción de nitrógeno total en forma de amoníaco (TAN) a distintos tiempos: 1, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos, cinco réplicas para cada tiempo. Las incubaciones se realizaban en agitación continua a la velocidad de sedimentación previamente medida de cada tipo de pienso o hez. Se realizaron un total de 420 incubaciones (300 de piensos y 120 de heces). El flujo de TAN desde los piensos y heces al agua se ajusta a una

ecuación de tipo cinético de 1^{er} orden: $y = a \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$, donde a representa el valor máximo de TAN lixiviado y k la velocidad del proceso. La figura 1 muestra los resultados del lixiviado de los 5 piensos a 15 y 25 °C a fue significativamente mayor en los piensos más pequeños, pero la temperatura del agua no influyó en esta variable. Sin embargo k si resultó significativamente influenciada por la temperatura, siendo mayor a 25 °C. En cuanto a las heces, no hubo diferencias entre las especies de peces ni debidas a la temperatura del agua. No obstante, tanto a como k fueron mucho mayores que en los piensos.

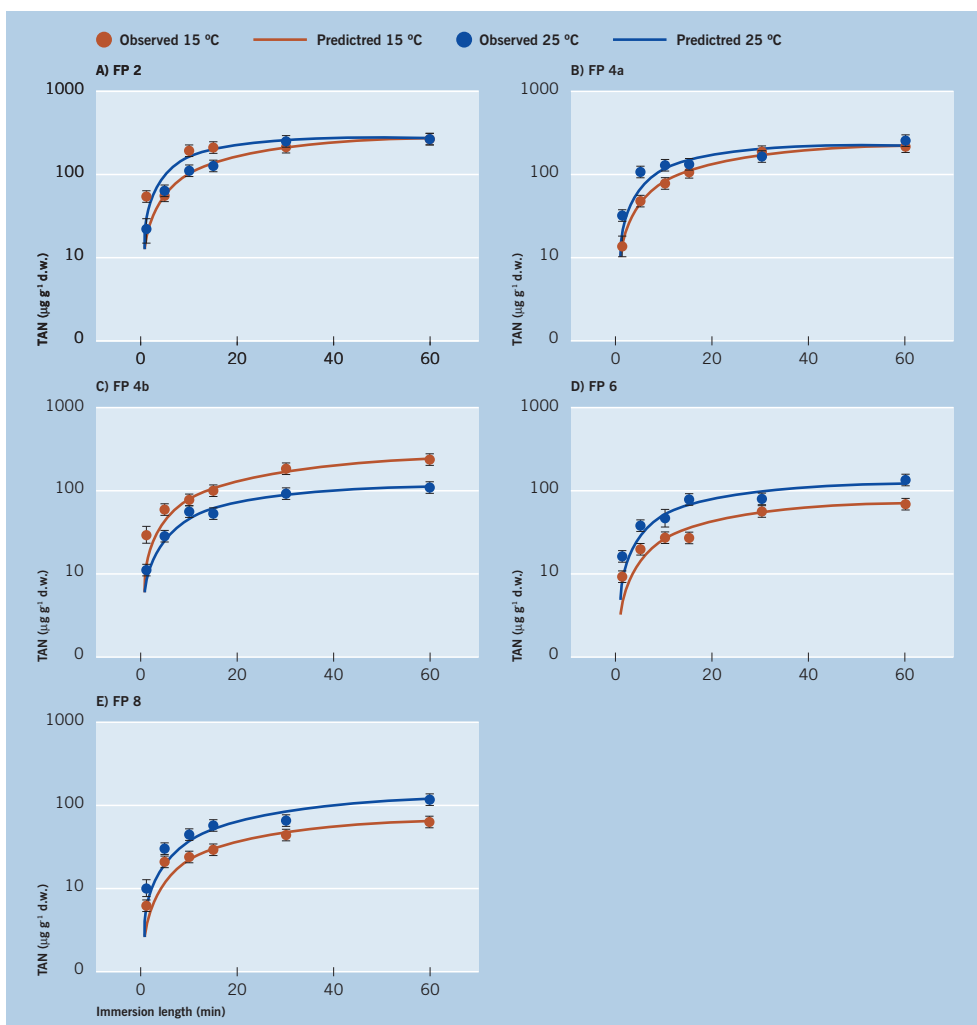


Figura 1 Lixiviado de TAN para los diferentes piensos utilizados.

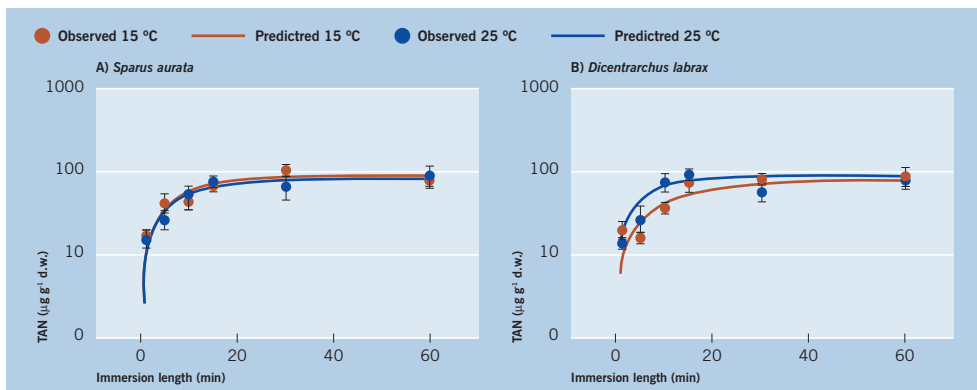


Figura 2 Lixiviado de TAN para heces de dorada y lubina a 15 y 25 °C.

A partir de las ecuaciones cinéticas de 1^{er} orden se estimó el tiempo de inmersión transcurrido hasta alcanzarse el máximo lixiviado de TAN (a), resultando en torno a 45´ a 25 °C, y 60´ a 15 °C.

Con relación al contenido de N total tanto de piensos como de las heces, en la Tabla 1 se muestra el % lixiviado para cada residuo y temperatura, y el tiempo aproximado en que se alcanza el máximo TAN lixiviado. En este sentido se observa que las heces, independientemente de la especie, lixivian más TAN y más rápido que los piensos. Los piensos de menor tamaño lixivian más TAN que los de mayor tamaño.

Tabla 1 Porcentaje de TAN lixiviado por los diferentes tipos de piensos y heces, en función de la cantidad total de N inicial de origen en los residuos, y tiempo estimado en que se alcanza el máximo lixiviado.

Residuo	% humedad	% N total	% TAN lixiviado 15°C (t. max. lixiv.)	% TAN lixiviado 25 °C (t. max. lixiv.)
FP 2	5.57	8.10	3.58 (52´)	3.33 (25´)
FP 4a	6.97	7.83	3.18 (58´)	2.98 (34´)
FP 4b	6.33	7.91	3.69 (73´)	1.44 (43´)
FP 6	7.35	7.77	1.00 (57´)	1.76 (50´)
FP 8	7.51	6.96	1.03 (63´)	1.99 (75´)
Heces dorada	89.29	3.45	26.69 (23´)	24.17 (15´)
Heces lubina	89.22	3.31	23.89 (28´)	26.82 (15´)

Objetivo 2: Evaluar el flujo de nutrientes desde sedimentos impactados por la acuicultura a la columna de agua.

Se han realizado un total de 113 incubaciones de perfiles de sedimentos marinos de 8 horas de duración (previamente estimada para que el oxígeno disuelto final nunca fuese inferior al 50% de saturación), correspondientes a dos categorías en función de la zona de obtención de las muestras (zona impactada - zona control) y a tres categorías en función del inóculo de residuos (sin inóculo - pienso - heces). En todas las incubaciones se registró la temperatura (misma de la zona de obtención de las muestras), consumo de oxígeno (CO), flujo de TAN, producción de sulfuros volátiles (AVS), porosidad y granulometría del sedimento. En la Figura 3 se muestran los resultados para los parámetros clave: CO, flujo de TAN y producción de AVS.

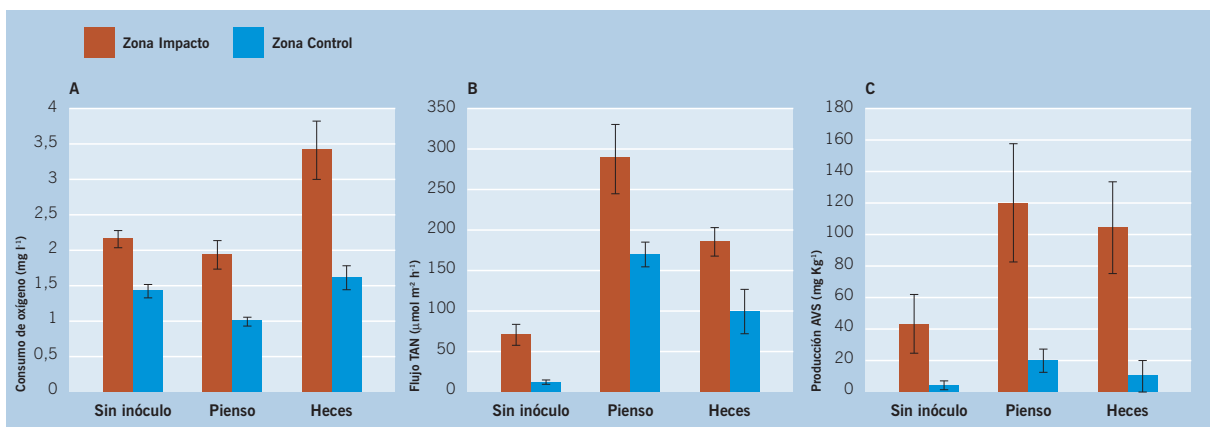


Figura 3 Resultados de CO (A), flujo de TAN (B) y producción de AVS (C) para los diferentes tratamientos experimentales.

En todos los casos, el CO, el TAN y los AVS siempre resultaron más elevados en las muestras de zona impacto. El CO se explicó satisfactoriamente en función del flujo de TAN, del tipo de inóculo y de la proporción de materiales finos del sedimento. CO y TAN resultaron superiores en los ensayos con inóculos de pienso. Se denotó la influencia de la temperatura sobre CO y TAN. Eliminando esta influencia (covarianza), el flujo de TAN fue mayor cuando se inoculó pienso y el CO no fue diferente para los distintos inóculos. Los AVS dependen exclusivamente de la zona de obtención de la muestra.

Objetivo 3: Estudiar si los residuos sólidos depositados en los fondos son utilizados por organismos salvajes antes de su mineralización.

Para alcanzar este objetivo, se planteó un desarrollo experimental consistente en aplicar diferentes niveles de limitación de acceso a los residuos (piensos) para la fauna salvaje, mediante cajas de exclusión (1m² de superficie y 10cm de altura; Figura 4). Se dispusieron tres niveles de exclusión, con cuatro réplicas de cada uno, siendo “sembrados” con 100g de pienso comercial, e instaladas en fondos impactados por los cultivos marinos y en zonas no impactadas durante 48 días:

- Marco: Acceso total a la infauna del sedimento, macrofauna bentónica e ictiofauna (Figura 4A).
- Caja abierta: acceso restringido a la macrofauna bentónica. Residuos disponibles para la infauna del sedimento e ictiofauna (Figura 4B).
- Caja cerrada: acceso restringido a la macrofauna bentónica e ictiofauna. Residuos disponibles sólo para la infauna del sedimento (Figura 4C).



Figura 4 Diferentes niveles de exclusión utilizados. A: acceso total; B: acceso restringido a macrofauna bentónica; C: acceso restringido a macrofauna bentónica e ictiofauna.

Se tomaron muestras del sedimento para analizar el contenido en TAN del agua intersticial como indicador de mineralización de la materia orgánica aportada. Niveles elevados de TAN en el agua intersticial implican una escasa capacidad de reutilización de la materia orgánica. En la Figura 4 se observan los resultados del contenido en TAN para los distintos niveles de exclusión y zonas de experimentación. Se observa un efecto significativo de la interacción entre los factores zona (impacto vs control) y los diferentes niveles de exclusión, de modo que los valores de TAN son superiores en la zona impacto y conforme se incrementaba el nivel de exclusión. Si consideramos que en una zona impactada en la que solo participa la infauna del sedimento en la mineralización de la materia orgánica (caso de caja cerrada), el TAN que se obtiene es el máximo posible, la participación de la ictiofauna salvaje junto con la infauna (caso caja abierta) supone un descenso del

86,89% en la producción de TAN, y si se añade la participación de la macrofauna bentónica (caso marco), el descenso en la producción de TAN alcanza el 87,89%, lo que pone de manifiesto la notable incidencia de la ictiofauna y la escasa incidencia de la macrofauna bentónica en el reciclado de la materia orgánica en zonas ya impactadas. Bajo este mismo supuesto pero en zonas no impactadas, la participación de la ictiofauna junto con la infauna (caso caja abierta) supone un descenso en la producción de TAN del 72,28%, mientras que si se añade la participación de la macrofauna bentónica (caso marco), el descenso alcanza el 98,79%. La menor incidencia de la ictiofauna en zonas no impactadas puede deberse al efecto de atracción de peces bioturbadores en torno a las instalaciones de cultivo, mientras que con respecto a la macrofauna bentónica ocurre todo lo contrario. Al comparar en términos de producción de TAN, la capacidad de la infauna del sedimento para mineralizar la materia orgánica aportada en este experimento entre una zona impactada y una control (caso caja cerrada), comprobamos que la infauna de zonas no impactadas, es capaz de producir niveles de TAN un 98,8% inferiores que los de zonas impactadas, lo que pone de manifiesto la existencia de desequilibrios geoquímicos y biológicos en las zonas influenciadas por los cultivos marinos.

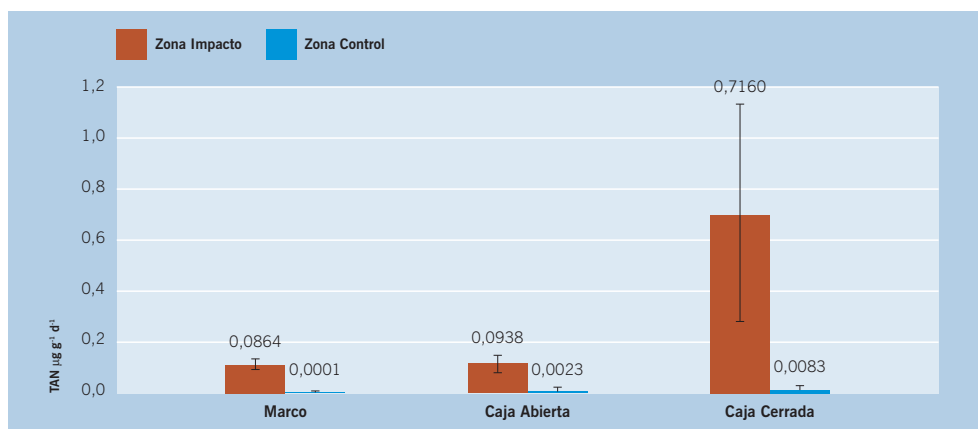


Figura 5 Producción de TAN (media \pm desviación estándar) en distintos tratamientos de exclusión y zonas impactadas y no impactadas.

CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados son de utilidad para la modelización de los procesos de dispersión de los residuos derivados de los cultivos de peces marinos. A partir de los resultados de velocidad de sedimentación obtenidos de los residuos sólidos más relevantes en el seno del Proyecto Regional POI/0701 (Optimización de las explotaciones de engorde intensivo de dorada en jaulas flotantes en el litoral de la Región de Murcia: calidad alimentaria, gestión económica y ambiental) y la velocidad de lixiviado de productos nitrogenados, se podría modelizar el contenido en nutrientes que podría llegar a los fondos, teniendo también en cuenta la velocidad y dirección de las corrientes locales y la profundidad, y por supuesto la cantidad estimada de heces eliminadas y de alimento suministrado no ingerido. Esta información resulta de gran interés para la evaluación del alcance espacial y del impacto ambiental de la actividad productiva de peces, en tanto que permite conocer con mayor precisión la cantidad de N que llegaría a los fondos. Asimismo, se ha destacado que los fondos impactados muestran

una inercia considerable en cuanto a la mineralización de materia orgánica, que se ve acentuada cuando se aporta un pulso de enriquecimiento orgánico, y que este incremento como es lógico es mayor cuando el aporte se hace en forma de pienso, dado su mayor contenido en N. El mayor flujo (TAN) y producción (AVS) de compuestos tóxicos observado en la zona impactada, junto con la mayor demanda de oxígeno (CO), determinan que las condiciones ambientales reinantes solo resulten aptas para especies tolerantes y/o oportunistas, restándose un enorme potencial para la biomineralización de los residuos. Este empeoramiento de las condiciones ambientales en las zonas impactadas hace que el papel de la macrofauna bentónica resulte menos eficaz que en zonas no impactadas, si bien la ictiofauna bioturbadora si participa sensiblemente en la utilización de los residuos depositados en los fondos, aunque a todas luces su contribución es insuficiente. ■

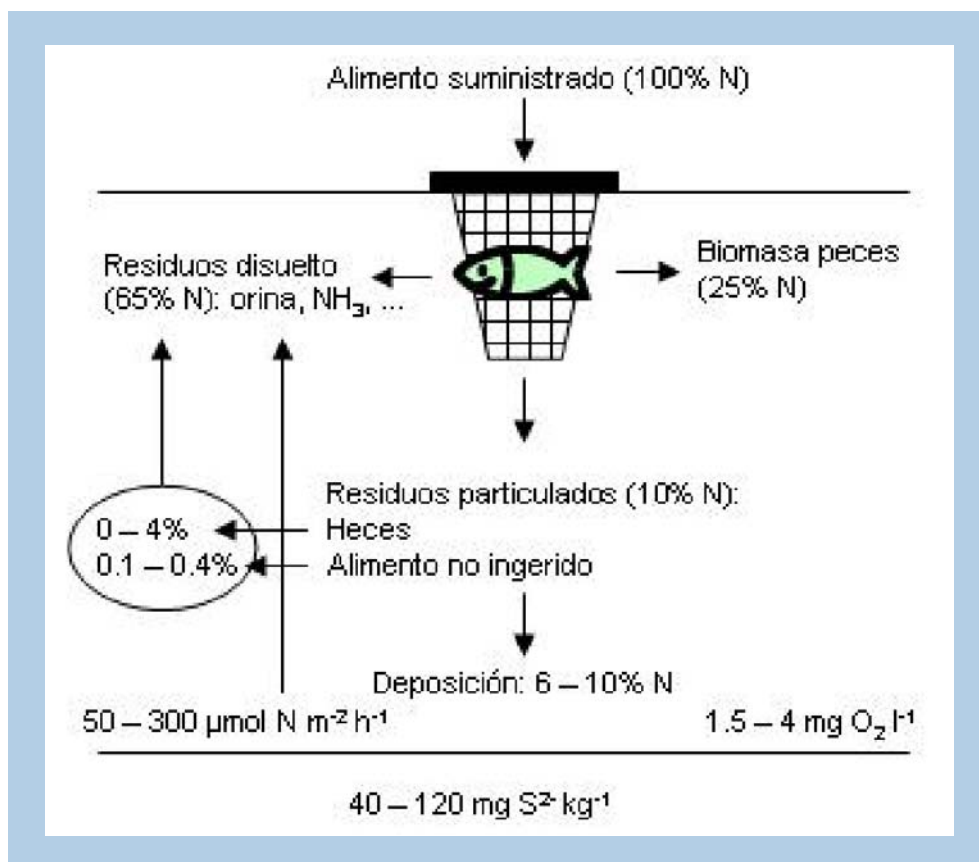


Figura 6 Esquema conceptual de los resultados alcanzados más relevantes.

■ Mitigación del impacto ambiental generado por los cultivos marinos en estructuras flotantes (2006 - 2008).

Subproyecto: Evaluación de la eficacia de la utilización de biofiltros artificiales de fondo para la mitigación del impacto ambiental derivado de la piscicultura marina en jaulas flotantes

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino JACUMAR
Investigador responsable	Felipe Aguado Giménez
Equipo	Benjamín García García M ^a Asunción Piedecausa Narejo

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

Se trata de un proyecto coordinado en el que participan las comunidades autónomas de Andalucía, Canarias, Galicia y Murcia. El objetivo general del proyecto es evaluar la potencialidad de la utilización de biofiltros bentónicos a modo de arrecifes artificiales y de sistemas de recogida de biodepósitos como herramientas alternativas para la mitigación del impacto ambiental que ocasionan sobre el sistema bentónico los cultivos marinos en jaulas flotantes en mar abierto y en bateas de mejillón respectivamente.

Los objetivos específicos perseguidos con el proyecto son:

- Examinar la capacidad y eficacia de retención de dichos residuos por parte de biofiltros artificiales a modo de arrecifes en relación al tiempo de permanencia en el fondo y a las condiciones ambientales de la zona de estudio.
- Evaluar el efecto de los arrecifes artificiales en el desarrollo y recuperación del hábitat bentónico afectado por los cultivos marinos con el fin de aumentar su biodiversidad.
- Evaluar la viabilidad de estas estructuras como herramienta alternativa para la mitigación del impacto ambiental derivado de los cultivos marinos en estructuras flotantes.
- Evaluar la eficacia de los sistemas de recogida de biodepósitos en bateas, y la posterior utilización y aprovechamiento de estos residuos.

Los aspectos relativos a la utilización de biofiltros bentónicos son tratados en las comunidades autónomas de Andalucía, Canarias y Murcia, mientras que los relativos a la recogida de biodepósitos en bateas de mejillón son abordados en Galicia. En lo relacionado con el subproyecto en el que participamos, las tareas a desarrollar son las siguientes:

- Diseño, elaboración y fondeo (Mayo 2006) de los biofiltros bentónicos (Fotos 1-3)
- Evaluación del material particulado que alcanza a los biofiltros (semestral) (Foto 4).
- Monitorización del estado de calidad de los sedimentos en el entorno de los biofiltros (parámetros geoquímicos y biológicos; semestral) (Foto 5).

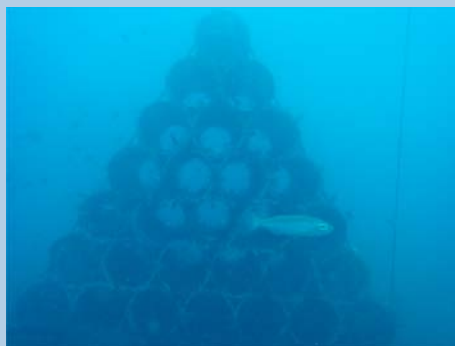
- Monitorización del fouling asociado a los biofiltros (estacional) (Foto 6).
- Monitorización del poblamiento ictiológico asociado a los biofiltros (estacional) (Fotos 7 y 8).



1



2



3



4



5



6

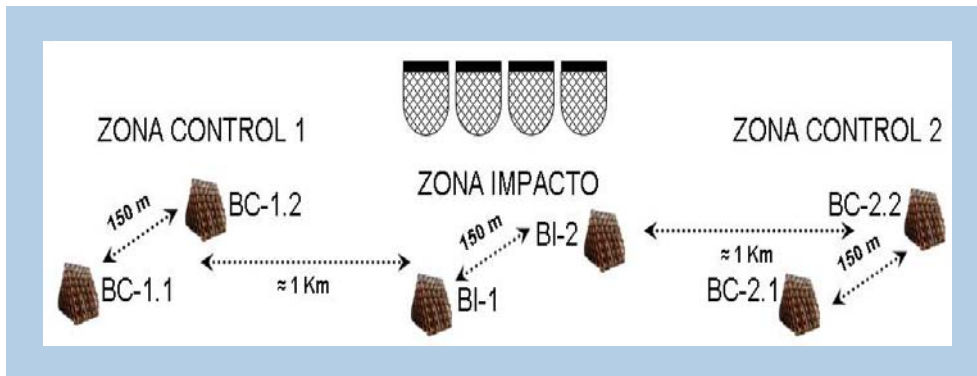


7



8

El diseño experimental se esquematiza en la siguiente figura:

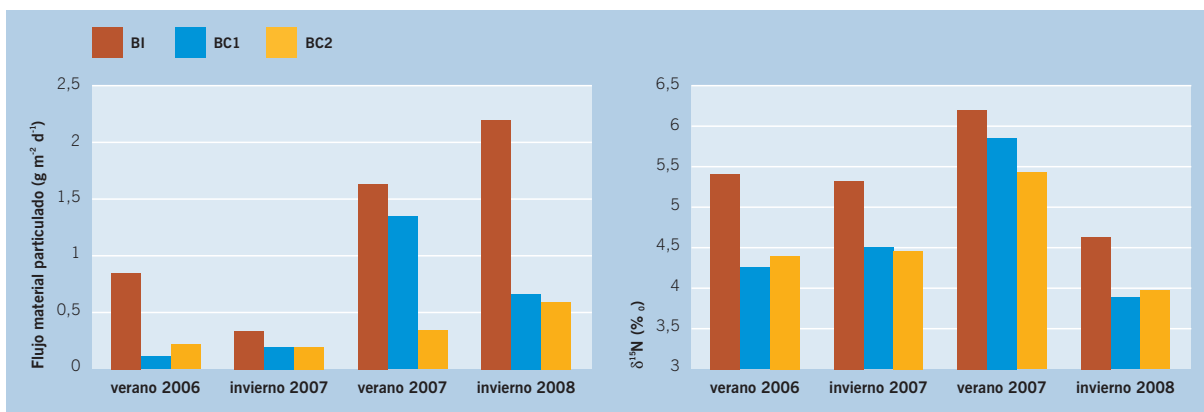


Dos biofiltros bajo una granja de peces (zona impactada) y dos zonas control con dos biofiltros cada una, alejadas 1 km de la zona impactada y 150 m entre sí. Campañas de muestreo estacionales o semestrales durante 2006, 2007 y 2008.

RESULTADOS OBTENIDOS

Material particulado.

El flujo de material particulado resultó ser significativamente mayor en la zona impactada. Asimismo, dicho material particulado estuvo significativamente más enriquecido en $\delta^{15}\text{N}$ en la zona impactada (Figuras 1 y 2). Estos resultados nos indican que los biofiltros ubicados bajo la granja, reciben una mayor cantidad de sólidos en suspensión, y que una parte de éstos procede de la granja en forma de residuos particulados (heces y pienso no ingerido).

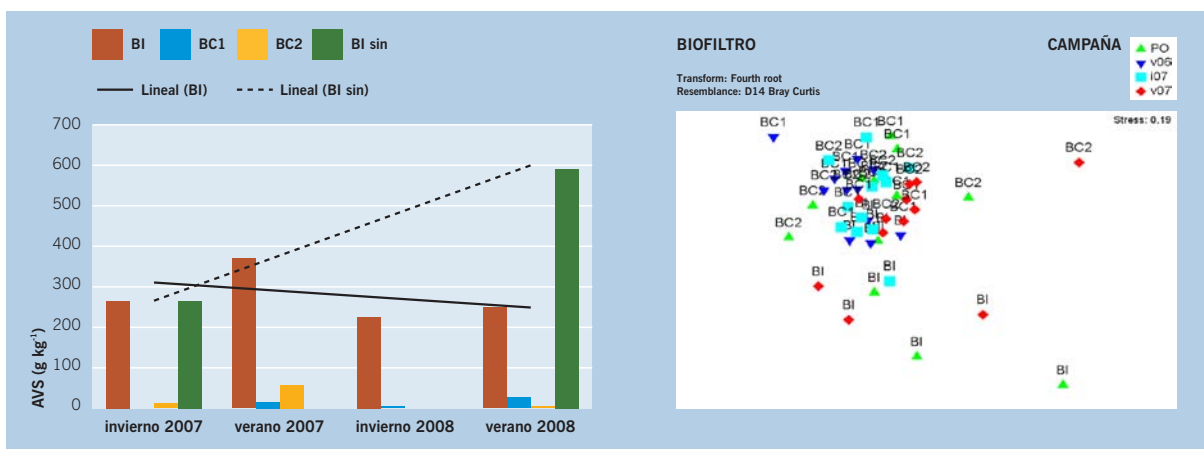


Figuras 1 y 2 Flujo de material particulado y grado de enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ en las diferentes zonas de estudio.

Calidad del sedimento.

De entre todos los parámetros geoquímicos del sedimento que fueron analizados, se seleccionan los sulfuros volátiles en ácido (AVS) dado que son los que mejor establecen una relación causa-efecto en relación al enriquecimiento orgánico en los fondos impactados derivado de los residuos de las granjas marinas (Hargrave et al., 1997; Aguado-Giménez et al., 2007). Si bien en nuestro caso no se observa una clara tendencia a la disminución en los valores de este parámetro en la zona impactada en torno al biofiltro, si al menos se observa que los valores no se incrementan, a

diferencia de la zona impactada sin biofiltro (BIsin), en donde los valores de AVS claramente tienden a aumentar (Figura 3). En cuanto al poblamiento infaunal de poliquetos en el sedimento, a la fecha de finalización de la presente memoria aun no se ha finalizado el procesado e identificación de las muestras correspondientes a la última campaña. A falta de estos resultados para poder establecer conclusiones más definitivas, no hemos observado una mejoría en cuanto a la estructura del poblamiento de poliquetos en la zona impactada en torno a los biofiltros (Figura 4), pero el hecho de que las condiciones geoquímicas no hayan empeorado en comparación con la zona impactada sin biofiltro, induce a pensar que si no una recuperación si al menos un no empeoramiento de la calidad del sedimento pudiera ser debida a la presencia de los biofiltros, lo que podríamos considerar como una mitigación del impacto.



Figuras 3 y 4 Concentración de sulfuros en el sedimento y ordenación espacial para la estructura del poblamiento de poliquetos en las diferentes zonas de estudio.

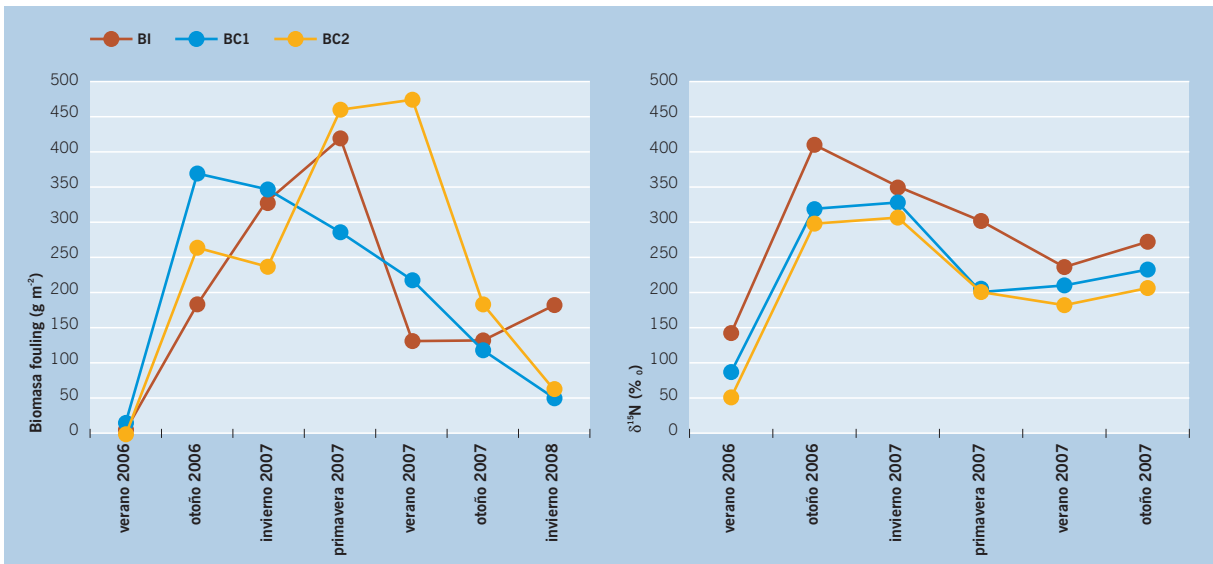
Fouling.

La biomasa de organismos del fouling experimenta fluctuaciones estacionales, alcanzándose los valores máximos en primavera (Figura 5). Estas fluctuaciones son consecuencia de la marcada sucesión ecológica que con carácter estacional se desarrolla de manera natural en las comunidades bentónicas. Como ya observaron Angel y Spanier (2002) en una experiencia similar, la biomasa del fouling no siempre tiene que ser mayor en la zona impactada por el hecho de recibir un mayor aporte de materia orgánica. Sin embargo, aunque no siempre la biomasa fue mayor bajo la influencia de la granja, los organismos del fouling mostraron siempre un mayor grado de enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 6), lo que viene a indicar que están aprovechando al menos en parte los residuos derivados del cultivo de peces.

Poblamiento ictiológico.

Se observaron diferencias significativas en la estructura del poblamiento de peces tanto entre las diferentes zonas de estudio como entre campañas (Figura 7). En los biofiltros de la zona impactada, se observó una mayor abundancia, especialmente de especies pelágicas que en determinados momentos se asocian con los biofiltros, si bien las especies puramente bentónicas resultaron igualmente abundantes en los controles. En

cuanto a las campañas, desde el fondeo de los biofiltros (Mayo 2006) hasta otoño de 2006, no se observaron diferencias en el poblamiento entre zona impactada y controles, pero a partir de ese momento, la diferenciación fue muy clara. ■



Figuras 5 y 6 Biomasa total de fouling y grado de enriquecimiento en δ¹⁵N del mismo en las distintas zonas de estudio.

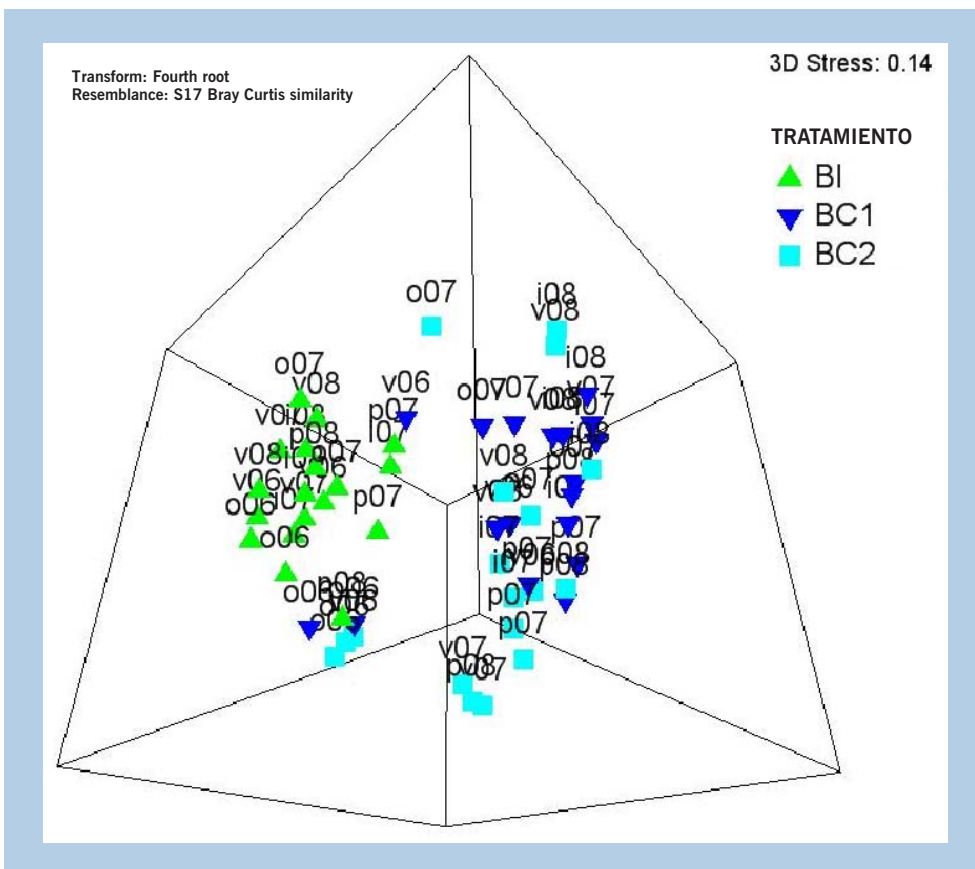


Figura 7 Ordenación mediante escalado multidimensional 3D de la abundancia de peces en las diferentes zonas de estudio.

■ Acuicultura integrada: experiencia piloto para el desarrollo de sistemas de cultivo multitróficos (2008 - 2011).

Subproyecto VI: Cultivo de ostra plana (*Ostrea edulis*), pepino de mar (*Holothuria tubulosa*) y espardeña (*Stichopus regalis*) asociados a cultivos de peces marinos en jaulas flotantes. Capacidad de carga del sistema y viabilidad técnica del engorde

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. JACUMAR
Investigador responsable	Felipe Aguado Giménez
Equipo	Benjamín García García Jesús Cerezo Valverde M ^a Dolores Hernández Llorente M ^a Asunción Piedecausa Narejo

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

Se trata de un proyecto coordinado en el que participan las comunidades autónomas de Andalucía, Canarias, Galicia, Cataluña, Baleares y Murcia. El objetivo general del proyecto es evaluar la viabilidad de la integración de cultivos de diferentes niveles tróficos, peces, algas, moluscos, equinodermos, de modo que los residuos de niveles tróficos superiores son empleados por niveles inferiores, estando el beneficio no solo en el mayor aprovechamiento de los insumos, sino también en la reducción de los residuos liberados en el entorno. Los objetivos específicos de nuestro subproyecto son:

- Evaluar la capacidad de carga del sistema “piscifactoría en mar abierto”, para albergar cultivos suspendidos (ostra plana) asociados al cultivo de dorada y lubina.
- Evaluar el aprovechamiento de los excedentes nutritivos de la piscifactoría en mar abierto por parte de los cultivos asociados mediante el seguimiento de la señal isotópica de $\delta^{15}\text{N}$.
- Evaluar aspectos técnicos de los cultivos asociados como el crecimiento, condición etc, desde el punto de vista de la viabilidad tanto económica como técnica de los mismos.

Estimación de la capacidad de carga.

Esta tarea pretende determinar cuál sería la máxima biomasa de las especies asociadas al cultivo de peces, que podría ser obtenida de una manera sostenible en el tiempo, sin afectar al entorno. Para poder estimarla, se han de realizar una serie de ensayos fisiológicos en el laboratorio para conocer la “tasa de aclarado” de la especie en cuestión (ostra plana), y tomar series temporales de determinadas variables oceanográficas de la

zona de estudio para valorar su potencialidad para el cultivo asociado: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión totales, orgánicos e inorgánicos, velocidad y dirección de la corriente.

Aprovechamiento de excedentes nutritivos.

El isótopo pesado del nitrógeno ^{15}N es más estable que el ligero ^{14}N . El seguimiento de la señal isotópica del nitrógeno, $\delta^{15}\text{N}$ se ha venido utilizando ampliamente en estudios tróficos. En nuestro caso es una herramienta bastante útil, ya que el hecho de que los piensos para peces contengan un elevado contenido en proteínas y por lo tanto en ^{15}N , y que al ser estable ocasione un enriquecimiento en las cadenas tróficas, nos va a permitir determinar si los cultivos asociados se están beneficiando directamente de los residuos del cultivo principal. Como prueba piloto comprobaremos si el *fouling* asociado a las estructuras flotantes de las granjas se está nutriendo de los desechos de la misma. Seguidamente comprobaremos si los cultivos asociados también aprovechan estos excedentes.

Aspectos técnicos de los cultivos asociados.

Para comprobar si el crecimiento y desarrollo de las especies cultivadas asociadas al cultivo de peces es adecuado, se lleva a cabo un seguimiento bimensual de las mismas: biometría y composición nutricional. Al comienzo y al final de la experiencia de engorde se analizarán los niveles en metales pesados, y al final del engorde se monitorizarán bacteriológicamente y la posible presencia de biotoxinas. Hasta la fecha se viene desarrollando un cultivo asociado de ostra plana en torno a una granja de dorada. En la Figura 1 se esquematiza la disposición de los sistemas de cultivo, y en las fotos 1 y 2 se muestran las unidades de engorde de ostra plana. Este mismo esquema se fondó a sotavento de una granja de dorada y lubina en San Pedro del Pinatar, y en la granja de ostras de Santa Pola que actúa como control. EN cada zona de estudio se dispusieron 14 lotes de dos tamaños diferentes. A partir de 2010 se realizará un cultivo de fondo con pepino de mar y espardeña bajo jaulas de engorde de dorada.

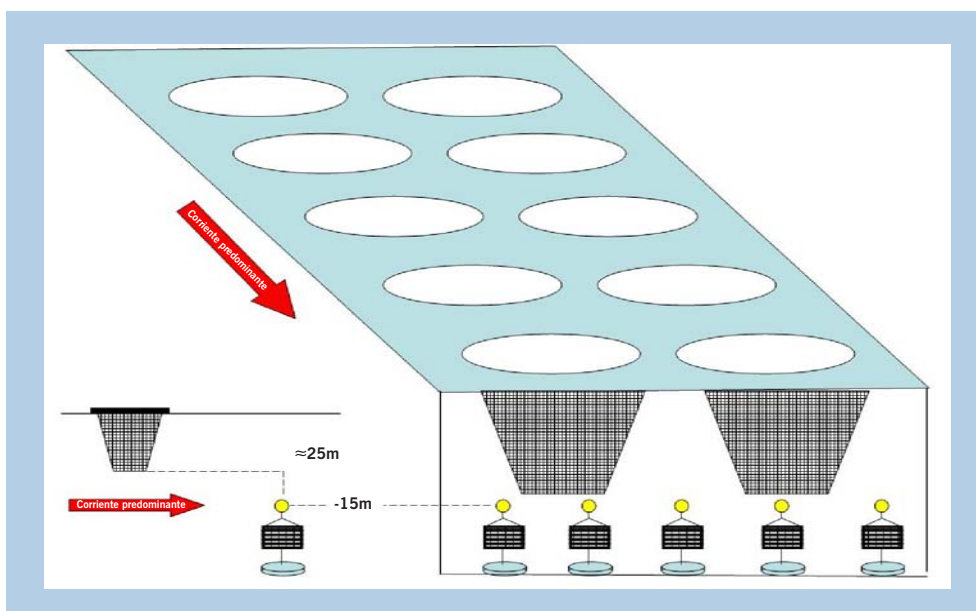
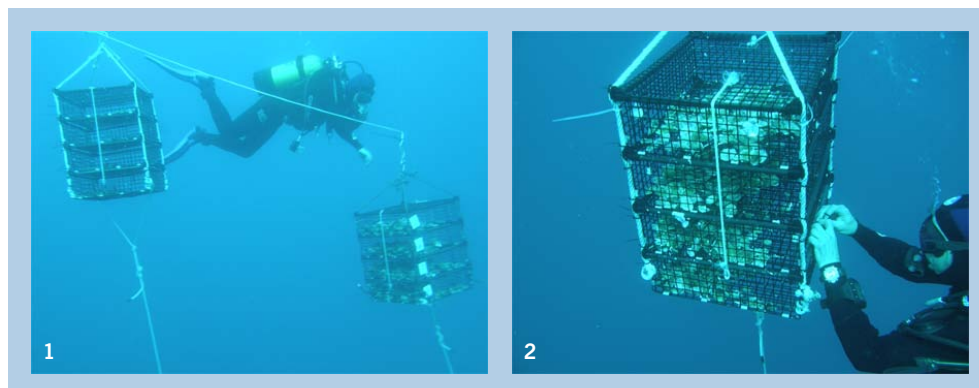


Figura 1 Esquema de la disposición de las unidades de engorde de ostra plana asociadas a un cultivo de dorada en jaulas flotantes.

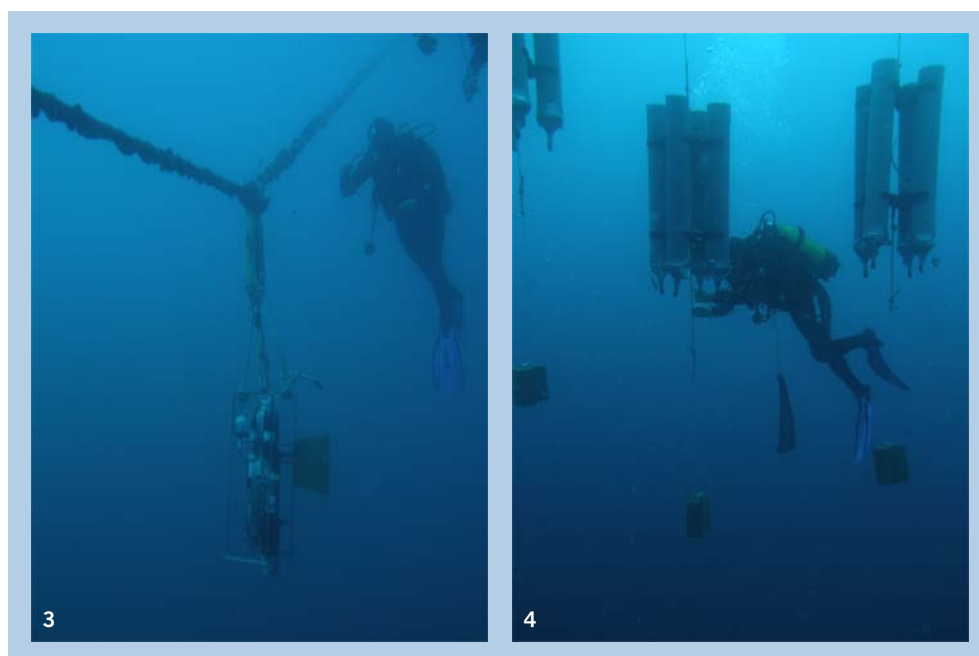


Sistemas de engorde de ostra plana.

RESULTADOS PARCIALES

Estimación de la capacidad de carga.

Desde primavera de 2008 y con periodicidad estacional, se viene llevando a cabo el fondeo de una sonda multiparamétrica en la granja de peces donde hemos ubicado nuestro cultivo asociado de ostra plana (polígono acuícola de San Pedro del Pinatar), y en una zona control alejada de focos de contaminación, que es la granja de ostras que nos abastece (Santa Pola, Alicante). Las variables medidas son temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez, irradiancia, velocidad y dirección de la corriente, con una frecuencia de muestreo de 20 minutos durante un ciclo lunar completo de cada estación del año. A mitad del período de medición, se toman muestras de agua para determinar la proporción de material particulado orgánico e inorgánico, y se instalan trampas de sedimentación para capturar dicho material y analizar $\delta^{15}\text{N}$ (Fotos 3 y 4). En la Tabla 1 se muestran los resultados parciales obtenidos en ambas zonas de estudio para las muestras de agua y de trampas de sedimentación.



Sonda multiparamétrica y trampas de sedimentación.

Tabla 1 Resultados parciales del material en suspensión en las dos zonas de estudio.

	San Pedro del Pinatar			Santa Pola		
	MPT (mg l ⁻¹) MOP (%) MIP (%)	Flujo MPT (g m ⁻² d ⁻¹)	δ ¹⁵ N (‰)	MPT (mg l ⁻¹) MOP (%) MIP (%)	Flujo MPT (g m ⁻² d ⁻¹)	δ ¹⁵ N (‰)
Primavera 2008	21,76			15,68		
	18,9%	1,55	5,16	20,9%	1,67	4,85
	81,1%			79,1%		
Verano 2008	20,72			12,82		
	16,6%	4,90	-	20,6%	3,54	-
	83,4%			79,4%		

Aprovechamiento de excedentes nutritivos.

El estudio piloto sobre el fouling asociado a las estructuras de cultivo (Fotos 5 y 6) puso de manifiesto que tanto en términos de biomasa como de grado de enriquecimiento en δ¹⁵N, el *fouling* fijado en las estructuras de cultivo se aprovecha de los residuos derivados del mismo, detectándose un gradiente de enriquecimiento a partir del foco de emisión de residuos. Asimismo, la comunidad de organismos macrobentónicos del *fouling* resultó ser más abundante, diversa y mejor estructurada en las proximidades de la granja. Este estudio ha formado parte de la Tesis de Máster “Comunidades bentónicas en estructuras artificiales en mar abierto. Influencia de los cultivos de peces marinos en jaulas flotantes” realizada por D^a Rosa Serra Llinares.



Toma de muestras y procesado del *fouling* asociado a las estructuras flotantes de una granja de dorada y lubina.

Cultivo integrado de ostra plana alrededor de una granja de engorde de dorada y lubina.

Desde la siembra de ostras en Febrero de 2008, se han realizado tres campañas de muestreo (Fotos 7 y 8). En la Tabla 2 se muestran los resultados de crecimiento para los distintos lotes y localidades. Para estos meses, el crecimiento en peso total y de la carne fue mayor para el lote 1 de la localidad de San Pedro (integrado), mientras que para el lote 2 fue superior en Santa Pola (no integrado). Cabe destacar que en los meses de

verano se produce un descenso notable del crecimiento en peso total, que se refleja incluso en una pérdida de peso de la carne en ambos lotes y localidades.



Muestreo biométrico de ostra plana.

Tabla 2 Resultados de crecimiento para ambos lotes en ambas localidades.

PESO TOTAL		Feb - May 2008		May - Jul 2008		Jul - Sep 2008	
		S. Pedro	Sta. Pola	S. Pedro	Sta. Pola	S. Pedro	Sta. Pola
Lote 1	P ini	8.78	8.78	17.12	15.41	22.27	19.51
	P fin	17.12	15.41	22.27	19.51	28.66	29.26
	SGR	1.037	0.86	0.47	0.41	0.39	0.58
	SGR global	0.64	0.62				
Lote 2	P ini	21.74	21.74	27.33	27.35	35.38	34.96
	P fin	27.33	27.35	35.38	34.96	37.95	44.75
	SGR	0.34	0.35	0.46	0.42	0.11	0.35
	SGR global	0.30	0.37				
PESO CARNE							
Lote 1	P ini	1.39	1.39	2.47	2.10	2.40	1.58
	P fin	2.47	2.10	2.40	1.58	2.49	2.21
	SGR	0.88	0.63	-0.05	-0.48	0.06	0.48
	SGR global	0.31	0.24				
Lote 2	P ini	2.51	2.51	3.56	3.95	3.33	2.97
	P fin	3.56	3.95	3.33	2.97	3.01	3.68
	SGR	0.54	0.69	-0.12	-0.49	-0.16	0.31
	SGR global	0.09	0.19				

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los análisis de composición en macronutrientes y de $\delta^{15}\text{N}$. Cabe destacar el elevado contenido en agua de este molusco, así como su bajo contenido en grasas. De los datos disponibles sobre la señal isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ se deduce que los ejemplares de la localidad de San Pedro (integrado) se encuentran más enriquecidos. ■

Tabla 3 Composición en macronutrientes y señal isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ en las ostras de los distintos lotes y localidades.

	Lote	Feb 2008	May 2008		Jul 2008		Sep 2008	
		Inicio	S. Pedro	Sta. Pola	S. Pedro	Sta. Pola	S. Pedro	Sta. Pola
Humedad (%)	1	84.36	78.49	78.83	84.28	84.42	84.45	85.16
	2	82.19	78.23	79.62	84.00	84.38	85.71	83.70
Cenizas (%)	1	21.88	14.29	13.73	19.87	21.10	22.47	22.76
	2	18.76	13.94	15.20	24.31	15.78	15.18	19.31
Grasas (%)	1	2.72	3.58	2.50	2.67	3.95	3.62	0.10
	2	4.32	3.45	3.81	4.24	2.42	3.00	0.51
Proteínas (%)	1	58.54	52.91	53.90	55.57	59.41	58.00	60.10
	2	59.20	53.69	53.21	60.58	63.85	56.36	54.54
$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	1	3.29	3.75	2.91	-	-	-	-
	2	3.14	3.65	3.19	-	-	-	-

■ Tecnología de recirculación y desinfección en Acuicultura marina. Subproyecto: Optimización de sistemas de recirculación de agua en centros de I+D de acuicultura marina

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. JACUMAR
Investigador responsable	Benjamín García García
Equipo	Jesús Cerezo Valverde Felipe Aguado Giménez María Dolores Hernández Llorente Daniel Muñoz Mínguez

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Optimizar el funcionamiento de los sistemas de recirculación de agua marina en una instalación de I+D, obteniendo datos técnicos de interés para el diseño y funcionamiento de circuitos cerrados de instalaciones experimentales, pero también industriales.

OBJETIVOS PARCIALES

- Realizar tablas de los distintos parámetros que definen la calidad del agua, con los valores aceptables, subletales y letales para especies de interés en el Mediterráneo.
- Elaborar tablas del porcentaje de amoníaco no ionizado (NH_3) en función de la salinidad, temperatura y pH, y desarrollar una aplicación informática para el cálculo y cambios de unidad.
- Medir la eficacia de los elementos de dos tipos de circuitos, a presión y por gravedad, en cuanto a requerimientos de oxígeno, eliminación de amoníaco y variaciones de pH se refiere.
- Necesidades de aporte de oxígeno a los dos sistemas (presión y gravedad), mecanismos de difusión de oxígeno y su situación para mantener niveles próximos al 100% de saturación.
- Medir la eficacia de sustratos ricos en carbonato cálcico como mecanismo de regulación del pH.
- Determinar la tasa de oxidación de amoníaco de distintos sustratos comerciales.

RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de las instalaciones experimentales del IMIDA.

En total el IMIDA cuenta con 8 circuitos en recirculación, con un volumen útil que oscila entre 2,3 y 13,2 m³, incluyendo entre sus elementos bombas de calor con intercambiador de titanio (Air-Energy Modelo 400-Ti), resistencias eléctricas (3500 W), lámparas UV,

skimmers y distintos tipos de filtros según los circuitos. Actualmente el régimen de temperatura de cada circuito puede regularse para que sea independiente, en mayor o menor medida, de las condiciones del medio natural.

Actividad 1. Revisión bibliográfica.

Se llevó a cabo una recopilación de aquellos valores que pueden considerarse seguros, peligrosos y letales para los productos nitrogenados en distintas especies, con el fin de establecer un criterio de calidad del agua. Para ejemplares adultos se consideran niveles seguros de amoníaco total ($N-NH_3 + N-NH_4^+$), amoníaco no ionizado ($N-NH_3$), nitritos ($N-NO_2^-$) y nitratos ($N-NO_3^-$) de 1, 0,1, 1 y 50 mg/l, respectivamente, todos ellos expresados en peso de nitrógeno. No obstante, la toxicidad del nitrógeno amoniacal total dependerá de su grado de disociación en la forma más tóxica o no ionizada, la cual es función principalmente del pH, y en menor grado de la temperatura y la salinidad.

Actividad 2. Tablas referentes al porcentaje de amoníaco no iónico ($N-NH_3$) respecto del total ($N-NH_3 + N-NH_4^+$) en función del pH, temperatura y salinidad.

El pH y la temperatura desplazan el equilibrio hacia la formación de amoníaco en forma gaseosa o no iónica (Tabla 1). Por el contrario, el aumento de la salinidad lo dificulta. A partir de pH 8 el porcentaje de amoníaco gas aumenta bruscamente, de forma que un valor de 1 mg/l de $N-(NH_3 + NH_4^+)$ podría no suponer valores tóxicos de $N-NH_3$ a un valor de pH 7 (0,0047 mg/l a 26°C y 35 ‰) y alcanzar valores tóxicos de 0,11 mg/l a pH 8,4 en las mismas condiciones de temperatura y salinidad.

Tabla 1 Porcentaje de amoníaco no iónico ($N-NH_3$) en disolución respecto del total de amoníaco disuelto ($N-NH_3 + N-NH_4^+$) en función de la temperatura y el pH.

Salinidad = 35‰									
T (°C) / PH	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	
12	0,17	0,26	0,42	0,66	1,05	1,65	2,59	4,04	
14	0,20	0,31	0,49	0,77	1,22	1,92	3,01	4,68	
16	0,23	0,36	0,57	0,90	1,42	2,23	3,48	5,41	
18	0,26	0,42	0,66	1,04	1,64	2,58	4,03	6,23	
20	0,31	0,48	0,77	1,21	1,90	2,98	4,64	7,16	
22	0,35	0,56	0,88	1,40	2,19	3,43	5,33	8,20	
24	0,41	0,65	1,02	1,61	2,53	3,94	6,11	9,35	
26	0,47	0,75	1,18	1,85	2,90	4,52	6,98	10,63	
28	0,54	0,86	1,35	2,12	3,33	5,17	7,95	12,04	
30	0,62	0,98	1,55	2,43	3,80	5,89	9,03	13,59	

Actividad 3. Seguimiento de los parámetros de calidad del agua.

En la Tabla 2 se recopilan los parámetros de calidad del agua registrados en las instalaciones del IMIDA, considerando todos los circuitos. Los niveles de oxígeno tanto en el tanque de expansión como en el agua de entrada a los tanques se correlacionaron de forma negativa con la carga, y en menor grado con la temperatura, sugiriendo en nuestras condiciones experimentales que cargas de cultivo superiores a 10-15 Kg/m³ necesitarían

inyección de oxígeno especialmente a temperaturas elevadas. Los picos máximos de amoníaco y nitritos se registraron respectivamente dentro de los quince y treinta días posteriores a la puesta en marcha del circuito e introducción de los animales.

Tabla 2 Valores medios, mínimos y máximos de los parámetros de calidad del agua en las instalaciones experimentales del IMIDA.

Parámetro	Media	Mínima	Máxima
T_A (°C)	20,87	10,80	29,63
T_B (°C)	20,96	10,90	29,64
O ₂ _A (% Sat.)	87,64	56,00	104,90
O ₂ _B (% Sat.)	88,67	59,50	104,80
SAL_A (‰)	37,92	33,61	40,52
SAL_B (‰)	37,94	33,62	40,48
N-(NH ₃ +NH ₄ ⁺ _A (mg/l)	0,26	0,00	5,26
N-(NH ₃ +NH ₄ ⁺ _B (mg/l)	0,23	0,00	4,86
N-NO ₂ _A (mg/l)	0,12	0,00	2,12
N-NO ₂ _B (mg/l)	0,11	0,00	2,22
N-NO ₃ _A (mg/l)	2,41	0,00	16,95
N-NO ₃ _B (mg/l)	2,48	0,00	20,53
PH_A	7,52	6,02	8,37
PH_B	7,51	6,02	8,38
ORP_A (mv)	240,77	142,00	421,00
ORP_B (mv)	245,59	162,00	427,00
NTU_A	0,40	0,00	3,67
NTU_B	0,36	0,00	2,79
CARGA (Kg/m ³)	4,52	0,00	14,75
CAUDAL (m ³ /h)	9,33	1,73	21,48
RENOVACIÓN (%día)	8,61	2,27	101,06

A = Tanque de expansión; B = Agua de entrada a los tanques; ORP = Potencial Redox; NTU = Unidades de turbidez.

Actividad 3. Análisis microbiológico del agua.

Se ha llevado a cabo un seguimiento del grado de contaminación bacteriana en el agua de los circuitos. La siembra de las placas se hizo por duplicado en una campana de flujo laminar vertical (Steril, Modelo Gemini) para evitar la contaminación externa, y la incubación en una estufa de cultivo (Binder. Mod. KB115) a 25° C durante 48 horas. De un total de 15 recuentos, se observaron en el agua de entrada a los tanques valores máximos de 17300 bacterias totales/ml y 13600 vibrios/ml, y para el tanque de expansión de 45250 bacterias totales/ml y 29850 vibrios/ml. Entre los factores que mejor se correlacionaron con el grado de contaminación bacteriana se encuentran la carga de cultivo, con un efecto positivo, y la presencia o ausencia de lámpara UV, cuya instalación redujo en un 59 % el n° de bacterias totales y en un 66 % el de vibrios en el agua procedente del tanque de expansión (ver Figura 1).

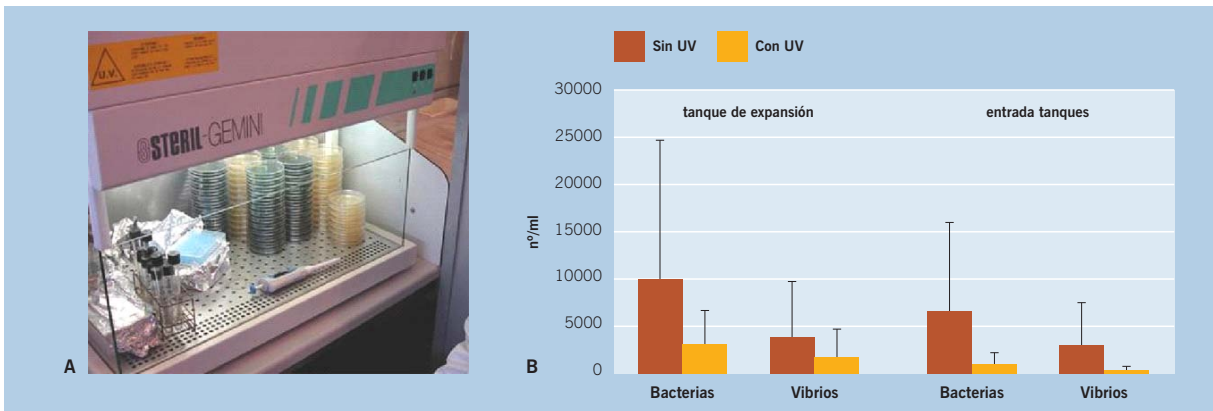


Figura 1 A: Campana de flujo laminar empleada para la siembra en placas. B: Media y desviación estándar del nº de bacterias y vibrios por ml en el tanque de expansión y en el agua de entrada a los tanques en circuitos con presencia o ausencia de lámpara UV.

Actividad 4. Balance de la concentración de oxígeno en los distintos elementos de los circuitos cerrados.

A nivel de los tanques de cultivo y los filtros de arena y biológicos con biorring se dan balances negativos de oxígeno, con valores medios respectivos de -0,49, -0,21 y -0,14 mgO₂/l. (Figura 2). Los balances positivos se dan en los skimmer (1,59 mgO₂/l), los filtros de percolación (0,58 mg/l) y en los tanques de expansión (0,29 mgO₂/l).

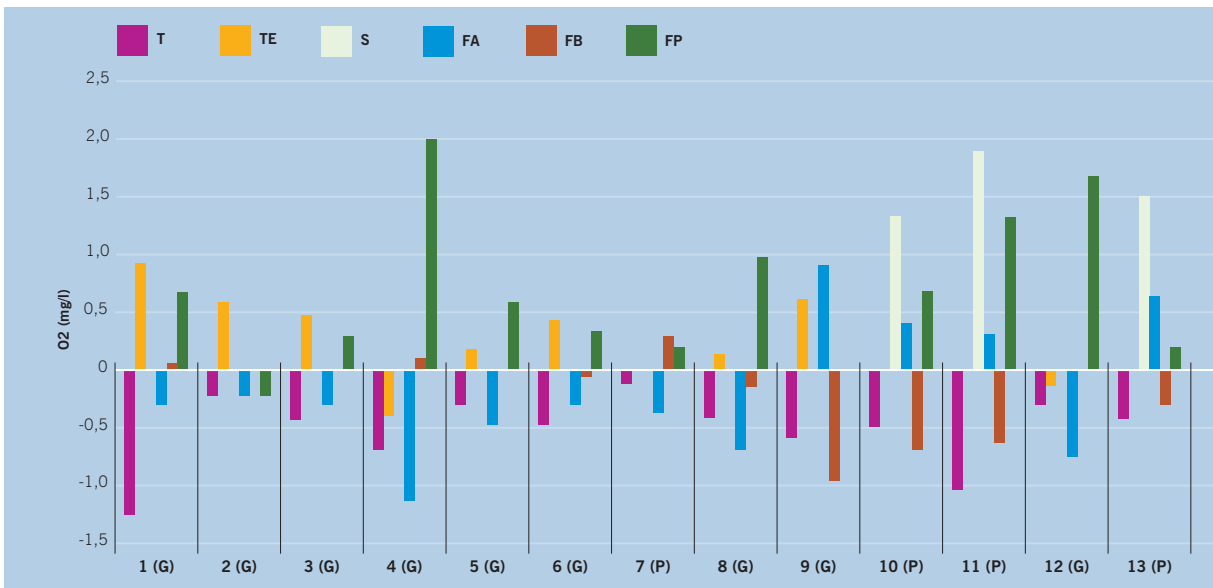


Figura 2 Balance de la concentración de oxígeno en distintos elementos de los circuitos (T= Tanques; TE = Tanque de expansión; S = Skimmer; FA = Filtro de arena; FB = Filtro biológico; FP = Filtro de percolación). Se indica el número de ensayo y entre paréntesis el tipo de circuito. (P = Presión; G = Gravedad).

Actividad 5. Tasa de oxidación de amoníaco por los distintos elementos de los circuitos cerrados.

Los filtros de arena suelen mostrar la mayor tasa absoluta de eliminación de amoníaco (TAE) con valores de hasta 900 mgTAN/h. A los filtros de arena le siguieron por orden de importancia los filtros mecánicos de esponja y de percolación, con tasas de eliminación de hasta 575 y 480 mgTAN/h, respectivamente. Los skimmer mostraron tasas comprendidas entre 90 y 200 mgTAN/h.

Efecto de la concentración de amoniaco a la entrada de los filtros.

Los filtros de arena y los skimmer son más eficaces a elevadas concentraciones de amoniaco, de forma que para una concentración de TAN de 0,3 mg/l los primeros transforman aproximadamente el 20 % del amoniaco que entra, y los segundos hasta el 30 % (Figura 3). Los filtros mecánicos de esponja, biológicos sumergidos y de percolación eliminan en torno al 10 % a una concentración de 0,3 mgTAN/l.



Figura 3 Relación entre el porcentaje de amoniaco eliminado (% TAN eliminado) en función de la concentración de TAN a la entrada de los distintos tipos de filtros (FM = Mecánico de esponja; FA = Arena; FB = Mecánico sumergido; FP = Biológico sumergido; S = Skimmer).

Actividad 6A. Variación del pH en los distintos elementos de los circuitos cerrados.

No se observaron variaciones importantes de pH, si bien el paso del agua a través de los filtros de arena y biológicos produce una disminución media de 0,02 y 0,01 unidades respectivamente, pudiéndose atribuir al proceso de oxidación de amoniaco por parte de la flora bacteriana. Se observaron descensos puntuales superiores a media décima de pH en los tanques de cultivo, atribuibles a la propia actividad respiratoria de los animales.

Actividad 6B. Efecto de la filtración con sustratos calcáreos sobre el pH.

Se comprobó la eficacia de la arena coralina como sustrato calcáreo para regular el pH. Con este fin se dispuso un tanque de 700 l donde se inyectaba una disolución de cloruro amónico 0,2 M (400 ml/día), manteniendo el pH entre 6 y 7 añadiendo potasa al 20 %. Después de 25 días se detuvo el suministro de potasa, provocando un descenso del pH hasta 4 y elevación del amoniaco hasta 7,5 mg/l, indicando la incapacidad de los filtros para eliminar el amoniaco en estas condiciones. A partir de este momento se conectó un filtro con una carga de 4 litros de arena coralina, registrándose un incremento a corto plazo del pH de 2 unidades en un día y de 3,5 unidades en 5 días (Figura 4). Los niveles de amoniaco en el tanque regresaron a los niveles originales en un plazo de 4-5 días.

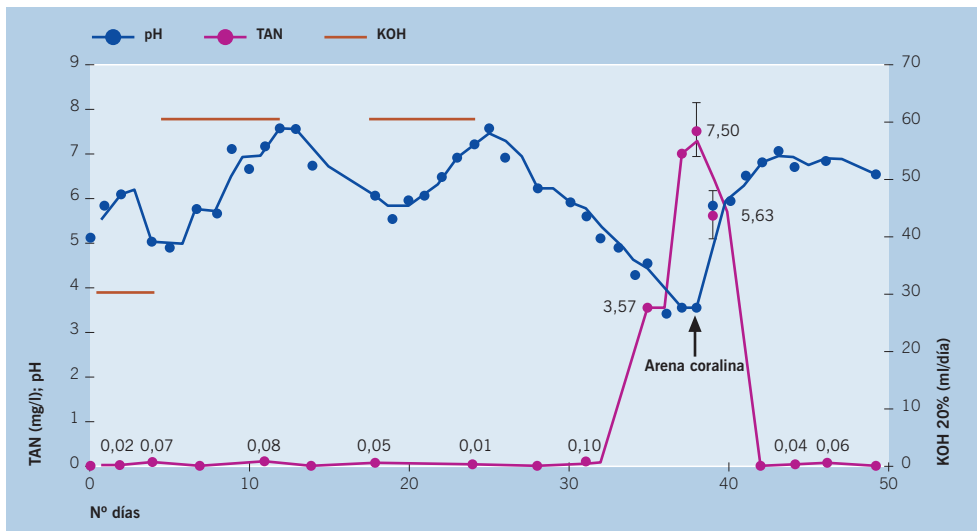


Figura 4 Variación del amoníaco disuelto (TAN: $N-NH_3 + N-NH_4^+$) y del pH en un tanque de 700 l antes y después de instalar un filtro de arena coralina.

Actividad 7. Tasa de oxidación de amoníaco de distintos sustratos comerciales.

En un primer ensayo se comprobó que el bioring y la espuma foamex se mostraban más eficaces en la eliminación de amoníaco que las biobolas para los tres índices calculados (TAE, PTE y TVC) (Figura 5A). En un segundo ensayo se comparó la eficacia de las zeolitas, la cerámica, el carbón activo y la arena sílicea (Figura 5B). El carbón activo mostró la mayor TAE (69,4 mgTAN/h) en comparación con los restantes materiales, que mostraron valores similares en torno a 40-50 mgTAN/h.

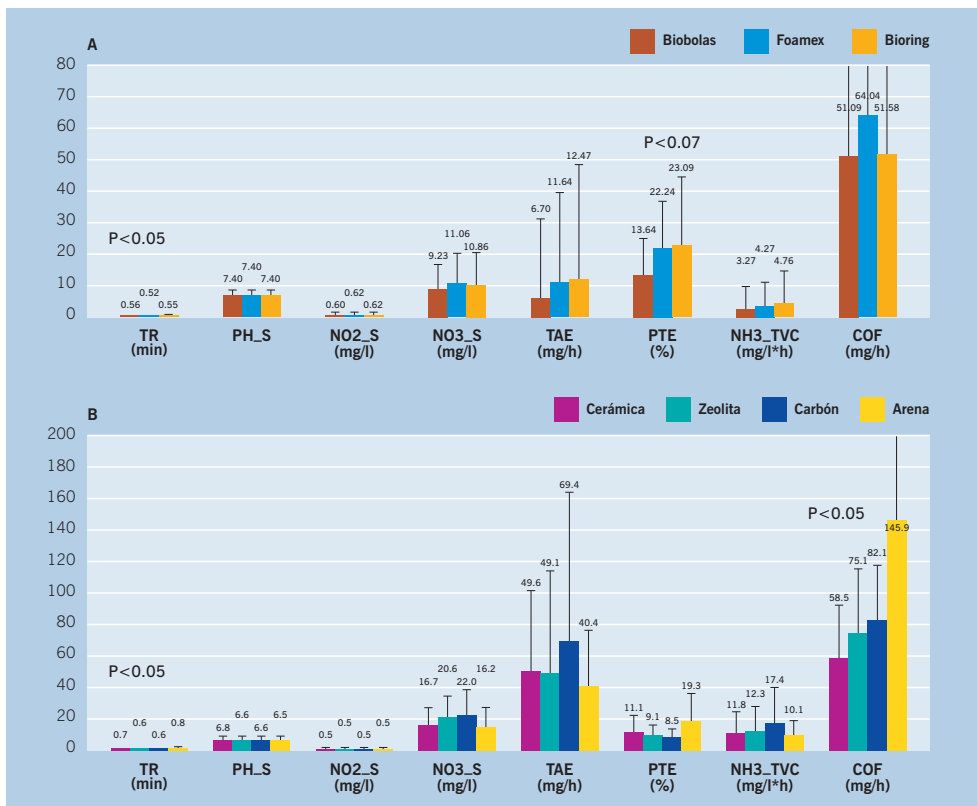


Figura 5 Comparación del tiempo de retención (TR), pH, nitritos (NO_2_S) y nitratos (NO_3_S) a la salida de los filtros, tasa absoluta de eliminación de amoníaco (TAE), porcentaje de amoníaco eliminando (PTE), tasa volumétrica de conversión de amoníaco (TVC) y consumo de oxígeno (COF) de filtros con distintos materiales.

Actividad 8. Aplicación informática para el cálculo y cambios de unidad.

Se ha elaborado la aplicación informática “SeaQuality” en entorno Windows para el cálculo y transformación de unidades. En la Figura 6A se muestra un ejemplo del cálculo del porcentaje de amoníaco ionizado (NH_4^+) y sin disociar (NH_3) en función del pH, temperatura y salinidad, y en la 6B del cálculo de la solubilidad del oxígeno en el agua y del porcentaje de saturación en función de la temperatura y salinidad del agua. ■

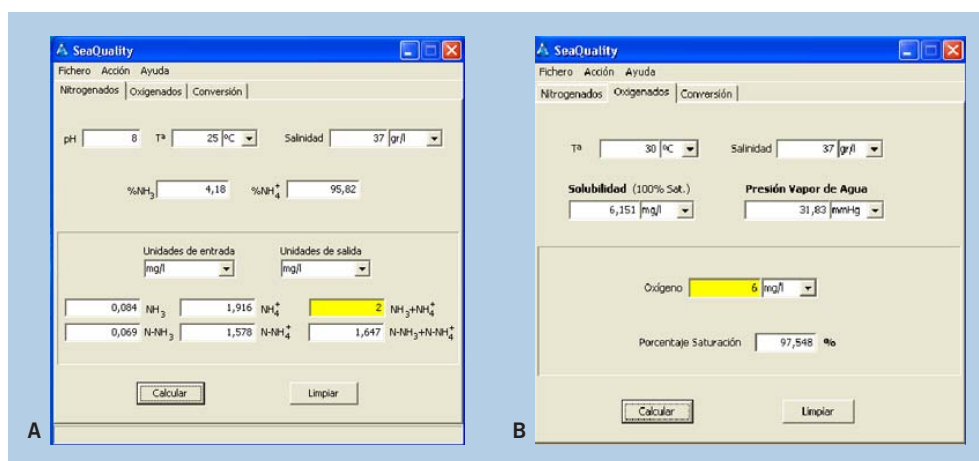


Figura 6 Ejemplos de funcionamiento de la aplicación informática “Sea Quality” para el cálculo y conversión de unidades empleadas en acuicultura.

■ Cría de centolla (*Maja sp.*). Subproyecto: Cultivo de centolla: Bioenergética

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino JACUMAR
Investigador responsable	Jesús Cerezo Valverde
Equipo	Benjamín García García

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es el desarrollo del cultivo integral de centolla en cautividad y la valoración de su posible repoblación en el Mediterráneo.

OBJETIVOS PARCIALES

1. Determinar y analizar el patrón de consumo de oxígeno de rutina y con alimentación de la centolla, teniendo en cuenta el efecto de la temperatura, el peso y el sexo de los animales.
2. Describir el comportamiento respiratorio (regulador o conformista) de la centolla, estableciendo las concentraciones crítica y letal de oxígeno en función del peso y la temperatura.
3. Obtener el patrón de producción de amoníaco en la centolla en función del peso, la temperatura y la cantidad de proteína ingerida.

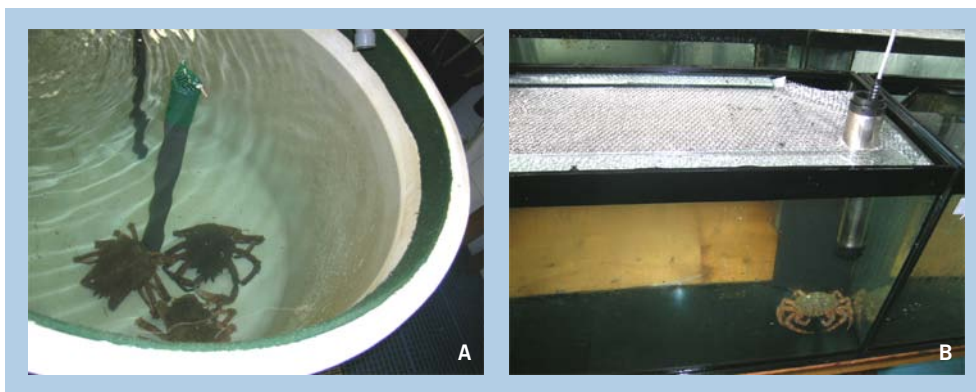


Figura 1 Ejemplares de centollo (*M. brachydactyla*) en las instalaciones del IMIDA (A) y durante el proceso de medición del consumo de oxígeno (B).

RESULTADOS OBTENIDOS

Consumo de oxígeno: efectos del peso, temperatura, sexo, alimentación y ciclo diario de luz-oscuridad.

En el presente estudio se desarrollaron ecuaciones para explicar el consumo de oxígeno de esta especie en función del peso (P: 15-1414 g), la temperatura (T: 13,5-27,9°C), el sexo (S: 0=machos; 1=hembras) o el ciclo luz-oscuridad, abarcando por lo tanto los rangos de interés para su cultivo. Las medidas se llevaron a cabo en ejemplares individuales

durante tres días consecutivos suministrando raciones máximas de alimentación. La alimentación produjo un incremento en el consumo de oxígeno de 1,7-7,3 ($2,90 \pm 1,25$) veces el valor de rutina, con picos máximos obtenidos entre 2 y 16 horas ($7,94 \pm 4,12$ h) y con una duración del efecto de la alimentación de 10-24 h ($19,8 \pm 3,56$ h) (ver Figura 2). Los distintos niveles de consumo de oxígeno se expresaron según las ecuaciones $\ln\text{COR} = 0,206 + 0,837\ln\text{P} + 0,302\text{T} - 0,006\text{T}^2 - 0,153\text{S}$, $\ln\text{COAM} = 0,294 + 0,736\ln\text{P} + 1,372\ln\text{T} - 0,171\text{S}$, $\ln\text{COAMAX} = 3,032 + 0,667\ln\text{P} + 0,083\text{T} - 0,158\text{S}$ y $\ln\text{COAO-24h} = 0,403 + 0,769\ln\text{P} + 1,305\ln\text{T} - 0,147\text{S}$, ajustándose los datos de forma significativa ($P < 0,001$) y explicando un porcentaje de la varianza superior al 92 %.

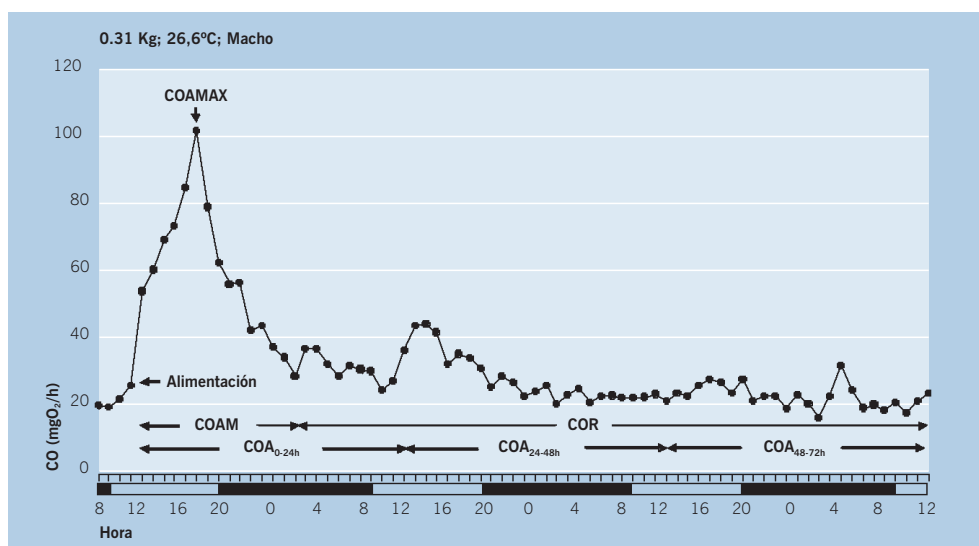


Figura 2 Registro de consumo de oxígeno durante tres días consecutivos en un ejemplar de *M. brachydactyla* que recibió una sola toma de alimento a saciedad. Los valores fueron divididos en rutina (COR), postprandial (COAM), pico máximo debido a la alimentación (COAMAX) y promedio diario entre 0 y 24 horas (COAO-24h), 24 y 48 h (COA24-48h) y 48 y 72 h (COA48-72h) después de la alimentación. La barra debajo del eje X representa el fotoperíodo.

Aunque algunos ejemplares mostraron un mayor consumo de oxígeno durante la noche, en el análisis global de los datos la influencia del ciclo luz-oscuridad no llegó a ser significativa. Comparaciones interespecíficas revelan consumos de oxígeno inferiores respecto de otras especies de peces y cefalópodos de interés en acuicultura, y similares en comparación con otros crustáceos en las mismas condiciones experimentales.

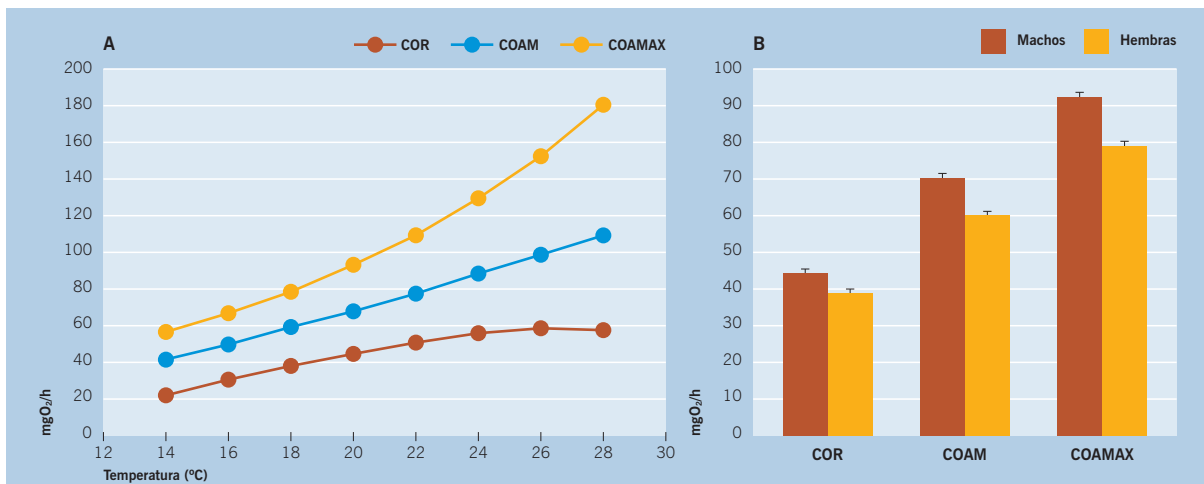


Figura 3 Efecto de la temperatura (A) y el sexo (B) sobre el COR, COAM y COAMAX en ejemplares de *M. brachydactyla* de 1 Kg de peso.

Respuesta del consumo de oxígeno a la hipoxia progresiva en el centollo: concentraciones crítica y letal de oxígeno y capacidad de recuperación.

Se analizó la respuesta del consumo de oxígeno a la hipoxia progresiva de esta especie en distintas condiciones de peso (0,42-1,62 Kg) y temperatura (17,8-26,3 °C), así como su capacidad de recuperación. *M. brachydactyla* se comportó como un organismo regulador, manteniendo constante su consumo de oxígeno hasta que se alcanzó una concentración crítica de oxígeno (P_{crit}) (ver Figura 4). P_{crit} varió entre el 24,1 y 53,3 % de saturación de oxígeno ($42,4 \pm 7,4$ % Sat.; $2,95 \pm 0,43$ mgO₂/l), dependiendo de forma significativa de la temperatura del agua de acuerdo con la ecuación P_{crit} (% Sat.) = $1,6576 * T + 5,5264$ ($P < 0,01$; $R^2 = 0,46$). La concentración letal de oxígeno (LC) varió entre el 4,8 y 20,3 % Sat. ($12,15 \pm 5,32$ % Sat.; $0,85 \pm 0,35$ mgO₂/l), dependiendo también de la temperatura de acuerdo con la ecuación LC (% Sat.) = $0,9035 * T - 7,6638$ ($P < 0,05$; $R^2 = 0,27$). Ni P_{crit} ni LC se correlacionaron de forma significativa con el peso corporal. Al restablecer los niveles de oxígeno tras la exposición a una hipoxia aguda, los animales se recuperaron, existiendo un consumo de oxígeno incrementado respecto del valor de rutina hasta 10 horas después. Esta deuda de oxígeno estaría relacionada con los procesos metabólicos destinados a restablecer las condiciones previas a la hipoxia.

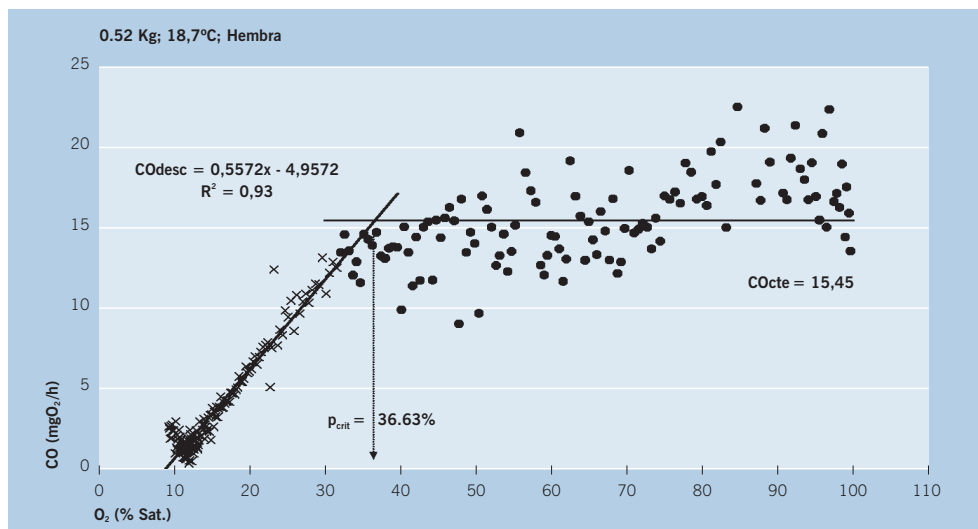


Figura 4 Consumo de oxígeno (CO) en función del nivel de saturación de oxígeno en *M. brachydactyla*. Se muestran los valores de CO constantes (COcte) y descendentes (COdesc), así como el punto crítico de saturación de oxígeno (P_{crit}).

Como conclusión, se podrían fijar niveles de oxígeno peligrosos para esta especie: por debajo de un 36 % Sat. a 18 °C y un 49 % a 26 °C la participación del metabolismo anaeróbico sería evidente y los animales sobrevivirían sólo durante un tiempo limitado. Los resultados obtenidos han sido similares respecto de la mayoría de especies de crustáceos.

Producción de amoníaco: efectos del peso, temperatura, ingesta de proteína y concentración de amoníaco disuelto.

Se estudiaron los factores que afectan a la producción de amoníaco en el centollo, como son el peso (P: 0,1-1,6 kg), temperatura (T: 17-22 °C), ingesta de proteína (TAAP: 0-4,1 g/d, a base de mejillón *Mytilus edulis*) y concentración de nitrógeno amoniacal total en el medio (TAN: 0-1,5 mg/l). En cuanto al patrón de producción de amoníaco, la tasa de

excreción de amoníaco absoluta (TEAA en mgTAN/h) mostró un aumento importante después de suministrar el alimento ($4,00 \pm 2,04$ veces el valor de rutina), con picos máximos entre 1 y 7 horas, y con una duración del efecto de la alimentación sobre la producción de amoníaco que osciló entre 9 y 17 horas ($13,3 \pm 3,4$ h) (ver Figura 5). Los valores de TEAA observados en ejemplares que ayunaron oscilaron entre 0,55 y 1,93 mgTAN/h, y para los alimentados con raciones máximas entre 0,96 y 9,25 mgTAN/h. El efecto de P, T y TAAP se explicó a través de la ecuación $\ln TEAA = -7,135 + 0,489P + 2,568T + 0,353TAAP$ ($P < 0,001$; $R^2_{ad.} = 89\%$).

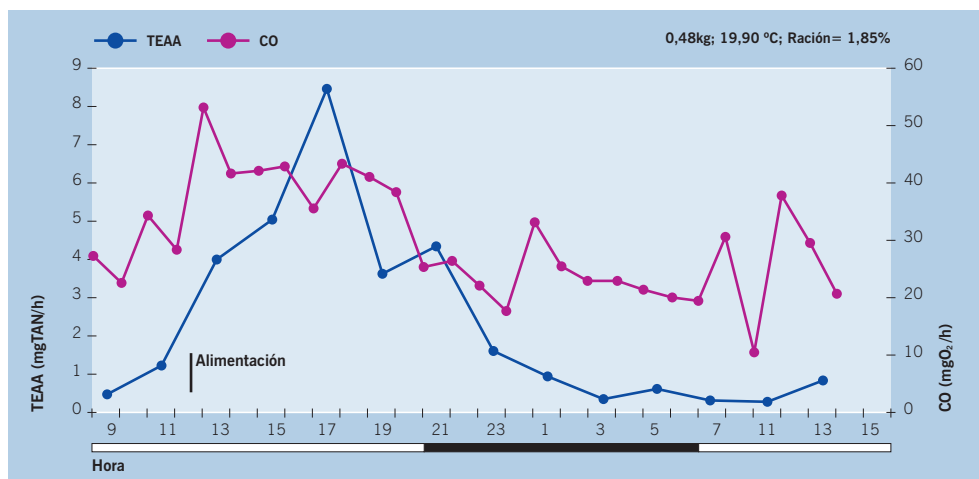


Figura 5 Patrón de excreción de amoníaco y consumo de oxígeno en función del tiempo después de suministrar una sola toma de alimento a saciedad basado en mejillón.

En cuanto a la relación O/N, en situación de ayuno estaba aumentada sugiriendo un metabolismo principalmente lipídico, mientras que durante el periodo de alimentación disminuyó bruscamente, demostrando una mayor utilización de las proteínas. Los valores de TAN donde la excreción de amoníaco se ve afectada en el centollo (P_c) estuvieron comprendidos entre 0,31 y 1,50 mgTAN/l (ver Figura 6), dependiendo significativamente del peso de los animales de acuerdo con la ecuación: $P_c = -0,099 + 1,009P$ ($P < 0,001$; $R^2 = 77\%$). Según estos resultados los ejemplares mayores serían más tolerantes al aumento de la concentración de amoníaco en el medio. Finalmente, esta especie de crustáceo se vería afectada por TAN similares a otras especies de interés en acuicultura, como el pulpo, la dorada o la lubina. ■

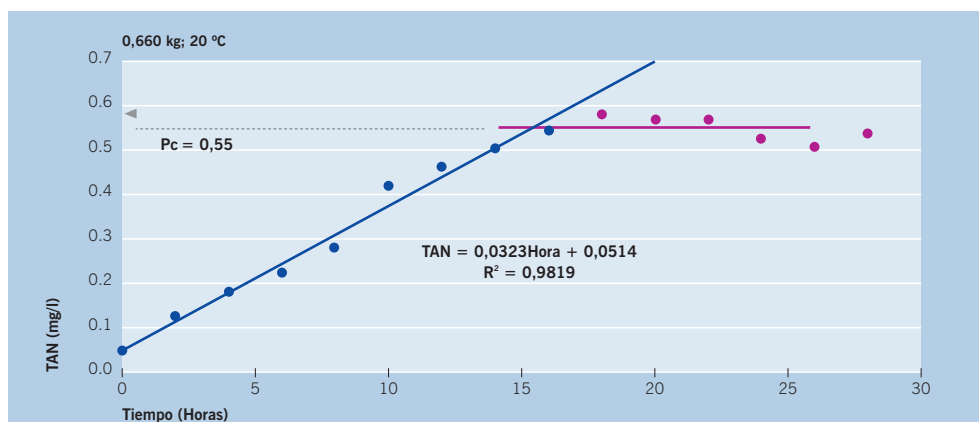


Figura 6 Concentración de nitrógeno amoniacal total (TAN) en el tanque en función del tiempo de medida. Se indica el valor de TAN donde se estabiliza la tasa de excreción de amoníaco (P_c).

■ Optimización del engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*).

Subproyecto: Desarrollo de piensos compuestos

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. JACUMAR
Investigador responsable	Jesús Cerezo Valverde
Equipo	Benjamín García García María Dolores Hernández Llorente Felipe Aguado Giménez José García García Daniel Muñoz Mínguez

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Obtener piensos con una textura apropiada para la manipulación e ingestión y con una óptima composición nutritiva para el engorde del pulpo de roca.

OBJETIVOS PARCIALES

- Desarrollar un modelo bioenergético. Estimación de las necesidades energéticas en función del peso y temperatura a partir de modelos de consumo de oxígeno y producción de amonio y establecimiento de posibles formulaciones en macronutrientes.
- Análisis bioquímico. Determinar la composición en proteína bruta y perfil de aminoácidos, lípidos totales, ácidos grasos y clases de lípidos, y minerales totales y específicos (particularmente el cobre) en el pulpo y en alimentos naturales y materias primas para la elaboración de piensos.
- Determinar la capacidad digestiva del pulpo mediante ensayos “in vitro”.
- Determinar la digestibilidad aparente de los macronutrientes, minerales y clases de lípidos de las dietas naturales empleadas para el engorde de pulpo.
- Desarrollar dietas semihúmedas de aspecto “gomoso-gelatinoso” con los alimentos naturales que actualmente constituyen la base de engorde pulpo, mediante la inclusión en su composición de aglomerantes, saborizantes o atrayentes que mejoren su textura, estabilidad y palatabilidad.

RESULTADOS OBTENIDOS

En la presente memoria se exponen los resultados obtenidos referentes al primer año de los tres que consta el proyecto (2007-2009). Durante el año 2007 parte del trabajo ha consistido en la obtención, preparación y envío de muestras para análisis bioquímico, tanto de los distintos tejidos del pulpo, como de las distintas dietas naturales que se podrían utilizar para su engorde por las distintas CCAA. Paralelamente, se ha llevado a cabo un estudio de intercomparación de análisis de macronutrientes entre las distintas

CCAA, revelando la importancia de unificar criterios en cuanto a la metodología empleada, especialmente en la determinación del contenido en grasa y proteína. Se ha colaborado con la UPV en la obtención y procesado de muestras para el estudio de la bioquímica digestiva del pulpo mediante ensayos *in vitro*, así como diferentes ensayos de engorde para determinar la digestibilidad de minerales específicos y de las distintas clases de lípidos. Estos experimentos están finalizados a falta de los análisis bioquímicos. Otra línea ha sido la elaboración de distintos tipos de piensos de aspecto gomoso-gelatinoso, obteniendo resultados prometedores. En primera instancia se comprobó la textura y consistencia de aglomerados con gelatinas, alginatos, gomas guar y carragenatos, seleccionando los dos primeros por su mayor estabilidad en agua y consistencia.

ANÁLISIS BIOQUÍMICO

Comparación de análisis de macronutrientes entre las distintas CCAA.

Se llevó a cabo a partir de una muestra de lubina y otra de pulpo liofilizadas. Previamente, cada una de ellas fue triturada hasta obtener una muestra homogénea, se distribuyó en placas Petri y se congeló a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su liofilización. A cada uno de los grupos participantes se les enviaron unos 15 g liofilizados de cada una de las muestras para la determinación de macronutrientes. De cada muestra se ha analizado el contenido en humedad, proteína bruta, grasa y cenizas. Las comunidades participantes han sido cinco: Canarias, Cataluña, Galicia, Murcia y Valencia.

La cantidad de agua de las muestras es muy baja ya que se trata de muestras liofilizadas, sin embargo, los valores más bajos y más altos se dan en las mismas comunidades. Galicia tiene los valores más altos y Murcia los más bajos. Esto no debe ser fruto más que del tiempo que se tardó en analizar la muestra desde que se recibió y de cómo se almacenó durante ese período. Al expresar y comparar los resultados en sustancia fresca estas diferencias en la determinación de la humedad se anulan. Entre los macronutrientes analizados la mayor variabilidad la presentan los resultados de proteína y de grasa, decidiéndose revisar las técnicas. El contenido de minerales totales para todas las comunidades es muy homogéneo.

Recogida de muestras y análisis bioquímico.

En julio-07 se recogieron muestras para llevar a cabo los análisis bioquímicos. Por un lado, las correspondientes al pulpo completo y distintos tejidos del animal, incluyendo músculo, glándula digestiva y gónadas, y por otro, las dietas naturales empleadas en los ensayos de engorde en Murcia (cangrejo, boga y sardina). Cabe destacar el elevado porcentaje de grasa y proteína en la glándula digestiva del pulpo respecto de otros tejidos, como la gónada y el músculo. En cuanto a la composición de las dietas naturales resalta el menor contenido en proteína del cangrejo (11,3 %) y su elevado contenido en minerales (4,7 %), así como el elevado porcentaje de grasa en la sardina (14,6 %) (ver Tabla I).

DIGESTIBILIDAD

Digestibilidad “*in vitro*”.

Se llevó a cabo en ejemplares adultos de pulpo ($n = 14$) mantenidos en la planta de cultivos marinos del IMIDA (Murcia). Los ejemplares, de un peso comprendido entre 2

Tabla 1 Análisis de macronutrientes para las muestras recogidas en julio-07.

Especie	Muestra	Humedad		Proteína		Lípidos		Cenizas	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<i>Octopus vulgaris</i>	completo	79.85	0.23	16.32	0.18	0.56	0.15	2.14	0.03
	músculo	83.28	0.68	12.99	0.48	0.29	0.01	2.38	0.03
	glándula digestiva	68.20	0.16	23.49	0.22	2.78	0.03	1.73	0.06
	gónada	72.02	0.41	18.80	0.21	1.97	0.10	1.85	0.30
<i>Carcinus mediterraneus</i>	p. comestible	80.15	0.23	11.35	0.10	1.68	0.70	4.67	0.08
<i>Sardina pilchardus</i>	p. comestible	65.77	0.79	19.41	0.19	14.63	0.35	1.72	0.14
<i>Boga</i>	p. comestible	75.82	0.61	20.44	0.43	2.18	0.12	1.92	0.18

y 4 kg, fueron sacrificados en período postprandial (4 horas después de la última comida) y mantenidos en hielo. Acto seguido los digestivos de los mismos fueron diseccionados cuidadosamente y fraccionados en diferentes secciones correspondientes a glándulas salivares anteriores y posteriores, buche, hepatopáncreas, intestino y ciego. Cada sección fue pesada y congelada a -80°C , y posteriormente liofilizada para su adecuada conservación hasta la preparación de los extractos enzimáticos. Las muestras liofilizadas fueron enviadas al Departamento de Ciencia Animal de la Escuela Politécnica Superior de Gandía de la Universidad Politécnica de Valencia para la determinación de la actividad enzimática de las distintas fracciones del tubo digestivo. La máxima actividad proteasa se detectó en las glándulas salivares, especialmente la posterior. No obstante, considerando su tamaño y actividad relativa, el hepatopáncreas es el órgano con un papel más significativo en la digestión de la proteína. Las grandes diferencias en los perfiles de esta actividad en función del pH obtenido para los distintos órganos ponen de manifiesto la existencia de un equipo de proteasas complejo, en el que probablemente se combina la acción de enzimas que actúan a nivel intra y extracelular. Los valores de actividad lipasa medidos siguieron tendencias generales similares a las indicadas para la actividad proteasa.

Digestibilidad aparente de los macronutrientes y las distintas clases de lípidos de las dietas naturales empleadas para el engorde del pulpo de roca.

Se determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA: materia seca, proteínas, lípidos totales y clases de lípidos) de tres dietas naturales empleadas normalmente para el engorde de pulpo común, dos a base de pescado, boga (*Boops boops*) o sardina (*Sardina pilchardus*), y una a base de cangrejo (*Carcinus mediterraneus*). La dieta de cangrejo presentó coeficientes de digestibilidad aparente más altos para la materia seca (89,5 %), proteína (95,8 %) y lípidos totales (94,7 %) en comparación con las dietas de pescado (77,2-77,5 %, 90,3-92,7 % y 69,8-80,0 %, respectivamente) (Tabla II).

Tabla 2 Coeficientes de digestibilidad aparente (%) de tres dietas diferentes empleadas para alimentar al pulpo de roca.

	Cangrejo	Sardina	Boga	ANOVA
CDAMS	89.49 ± 1.00 ^a	77.21 ± 2.88 ^b	77.46 ± 4.26 ^b	*
CDAP	95.78 ± 0.51 ^a	92.73 ± 0.66 ^{ab}	90.32 ± 1.71 ^b	*
CDAL	94.73 ± 0.75 ^a	69.84 ± 8.12 ^b	80.00 ± 7.24 ^{ab}	*

CDAMS = Coeficiente Digestibilidad Aparente Materia Seca; CDAP = Coeficiente Digestibilidad Aparente Proteínas; CDAL = Coeficiente Digestibilidad Aparente Lípidos. *P < 0.05. Superíndices distintos indican diferencias significativas entre grupos.

De igual forma, en la dieta de cangrejo los CDA tanto para los lípidos neutros (91,7 %) como polares (88,6 %) fueron significativamente ($P < 0,05$) mayores respecto de las dietas de boga (71,6 % y 79,4 %, respectivamente) o sardina (70,6 y 78,8 %, respectivamente). Cabe destacar la elevada digestibilidad de algunas clases de lípidos, especialmente para la fosfatidiletanolamina (91,8 %), fosfatidilcolina (89,4 %) y ácidos grasos libres (97,5 %) en el cangrejo, así como la baja digestibilidad de los triglicéridos en la dieta a base

de boga (27,9 %). Ya que las tres dietas presentan un porcentaje similar de triglicéridos, esto sugiere que la composición específica de los ácidos grasos de los triglicéridos puede jugar un papel clave en su aprovechamiento. La digestibilidad del colesterol considerando las tres dietas fue alta (72,9-85,1 %), y aunque este nutriente desempeña un papel importante en la nutrición de los cefalópodos, valores elevados en el alimento afectaron de forma negativa y significativa a la digestibilidad de las proteínas y otras clases de lípidos del alimento, dificultando los procesos de absorción. De igual forma, el aumento del

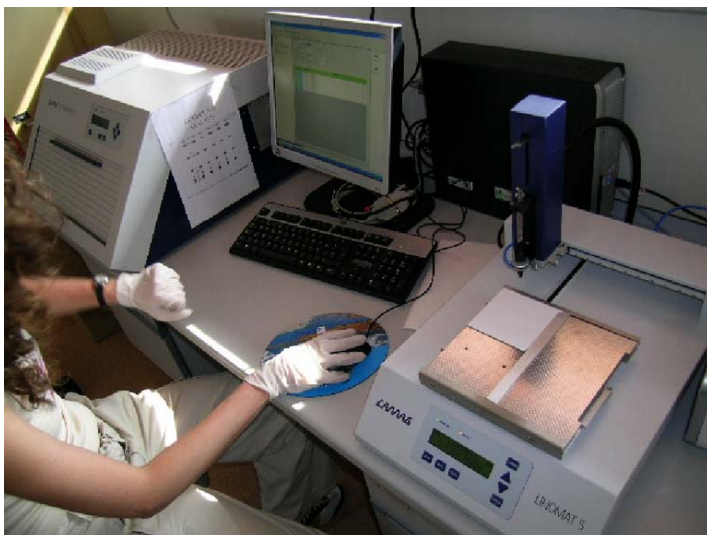


Figura 1 Autoinyector y escáner para la determinación de las clases lipídicas.

contenido e ingesta total de lípidos en la dieta afectó negativamente a la digestibilidad de la materia seca y la proteína, si bien este efecto pudo atribuirse exclusivamente a la presencia de los lípidos neutros y no de los polares. Los resultados obtenidos confirman hipótesis de trabajos previos que resaltan la importancia de los fosfolípidos polares, colesterol y ácidos grasos en la nutrición de los cefalópodos.

Desarrollo de piensos semihúmedos de aspecto “gomoso-gelatinoso”.

Se determinó el crecimiento, aprovechamiento nutritivo y el estado de condición de pulpos (0.82-0.85 Kg; 17-21 °C) alimentados con dos piensos húmedos artificiales, basados en una mezcla de pescado y langostino triturados y alginato (grupo A) o gelatina (grupo G) como aglomerantes (ver Figura 2), y una dieta control a base de cangrejo (grupo C). Los animales mostraron un grado apropiado de aceptación por ambos piensos, crecieron y generaron heces, registrándose una supervivencia del 100 % en todos los grupos.

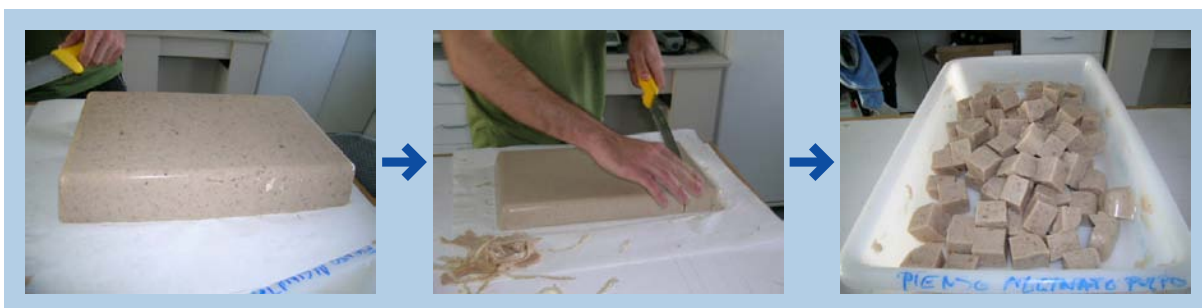


Figura 2 Elaboración de pienso húmedo para la alimentación del pulpo de roca.

Los mejores resultados se obtuvieron en el grupo C, con una tasa de crecimiento, tasa de alimentación y eficacia alimentaria del 1,6 % P/día, 4,7 % P/día y 34,0 %, respectivamente, seguidos del grupo A (0,7 % P/día, 3,1 % P/día y 22,5 %) y del G (0,2 % P/día, 1,3 % P/día y 16,1 %). No existieron diferencias significativas para la eficacia alimentaria de la dieta ni el valor productivo de la proteína de los grupos C (49,0 %) y A (28,5 %), aunque sí para el valor productivo de la grasa (23,6 y 1,6 %, respectivamente). Los animales del grupo C mostraron un mayor índice de la glándula digestiva, observándose diferencias en el contenido lipídico de ésta (15,01 %) respecto de los grupos A (6,41 %) y G (1,27 %), pero sin diferencias en el contenido en proteína o minerales. Un patrón similar se observó al considerar la composición corporal global. Los resultados sugieren que las diferencias en el crecimiento podrían deberse a la menor ingesta de los animales alimentados con pienso, aparte de su composición nutritiva, lo que hace relevante el estudio de la inclusión de saborizantes/atrayentes. El elevado aprovechamiento de los lípidos procedentes del cangrejo resalta la importancia no sólo de la cantidad sino del tipo de lípidos suministrados. La estabilidad de estos piensos en agua, texturas, composición nutritiva y formas de elaboración serían aspectos a tener en cuenta en futuros ensayos. El formato de pienso propuesto puede ser empleado para generar otros de composición conocida y avanzar así en el conocimiento de los requerimientos nutritivos de esta especie. ■

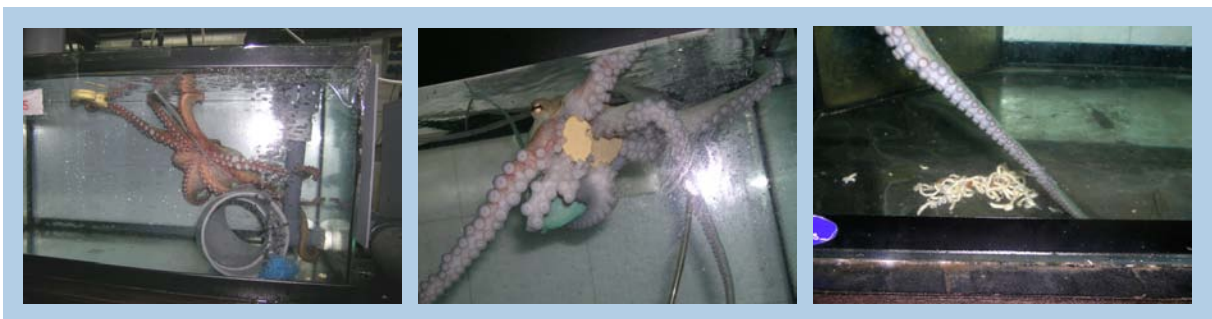


Figura 3 Captura y consumo del pienso artificial por el pulpo.

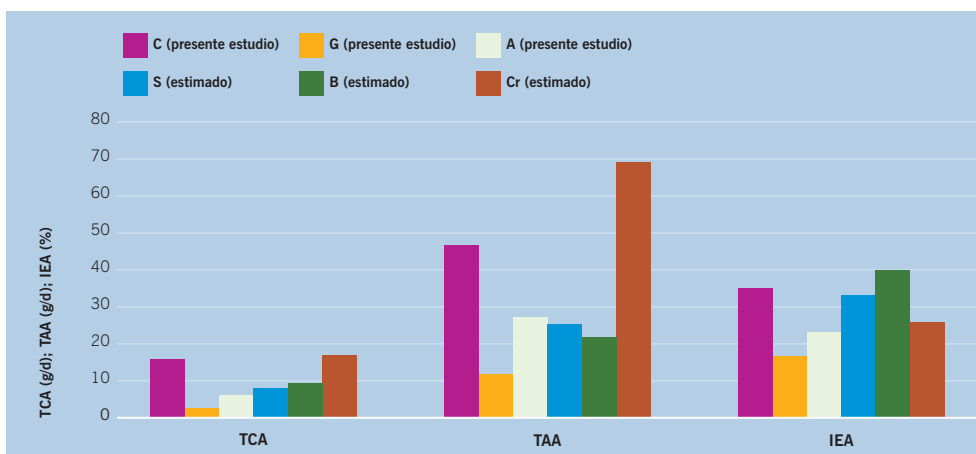


Figura 4 Tasa de crecimiento absoluta (TCA), tasa de alimentación absoluta (TAA) e índice de eficacia alimentaria obtenidos en el presente estudio (C = Cangrejo; G = Gelatina; A = Alginato) y estimados para otras dietas (S = Sardina; B = Boga; Cr = Crustáceos) en condiciones similares (P = 1 Kg y T = 18,9°C) según García García y Aguado (2002) y García García y Aguado (2003).

■ Engorde intensivo de pulpo de roca en instalaciones de jaulas flotantes en mar abierto en el Mediterráneo

Entidad financiadora y Referencia	INIA RTA04-118
Investigador responsable	María Dolores Hernández Llorente
Equipo	Benjamín García García Jesús Cerezo Valverde José García García Felipe Aguado Gimenez

OBJETIVOS

Determinar la viabilidad del engorde del pulpo de roca en jaulas flotantes en mar abierto. Estudiar el crecimiento y la supervivencia en función de determinadas variables tales como el peso corporal, temperatura, dispersión de tamaños, densidad de cultivo, hidrodinamismo de la zona, maduración sexual y desarrollar ecuaciones predictivas que explique dichas variables, pudiendo estimar distintas situaciones de interés para una explotación y que pueden ser evaluadas con el análisis de costes.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los ensayos se realizaron en colaboración con la empresa PESCAMUR S.L. (Figura 1) y en su concesión de cultivos marinos ubicada a unas 3 millas de la costa frente a San Pedro de Pinatar (Murcia, SE Spain), con una profundidad de 40 m y sobre un fondo de tipo detrítico sedimentario de pendiente inferior al 2 %. Es un área expuesta a temporales, fundamentalmente de NE y E, con una probabilidad del 60 % de altura significativa de ola entre 1 y 1,5 m, con valores máximos durante el desarrollo de este trabajo de 3,04 m (Figura 2). La jaula estaba construida en acero inoxidable y tenía 4 m de largo, 2 m de ancho y 1 m de altura, dividida internamente en dos compartimentos de 4 m³ cada uno (Figura 1).



Figura 1 Jaula experimental.

A lo largo de 2 años y medio se realizaron 4 ensayos de engorde con dos cargas de cultivo diferentes cada uno (Figura 2). En todos los casos, y para que la alimentación no fuera un factor limitante, el alimento se suministró en exceso de tal manera que todos los días había restos de alimento no consumido. Como alimento se suministró cangrejo (*Carcinus mediterraneus*) y boga (*Boops boops*) en días alternos y 6 días a la semana.

Los datos observados de las variables dependientes, crecimiento (TEC: -2,1-2,3 %) y Mortalidad (M: 0,0-3,4 % día), y de las variables independientes, peso corporal (P: 764-2800 g), temperatura del agua (T: 14,6-25,7°C), carga o densidad de cultivo (C: 6-46 Kg/m³), coeficiente de variación como un índice de la dispersión de los ejemplares en cultivo (CV: 13-42%) y altura significativa de ola como un índice del hidrodinamismo de la zona (HSW: 0,4-1,2 m), se ajustaron mediante el análisis de regresión múltiple a un modelo general: $Y = a + bP + cT + dT^2 + eC + fCV_i + gHSW$. Se analizaron dos supuestos: a) para todo el rango de temperaturas registrado y, b) para temperaturas inferiores a 21°C, que serían las condiciones más favorables para crecimiento y supervivencia en esta especie. Además, se llevaron a cabo muestreos al final de tres ciclos de engorde diferentes para comprobar el estado de madurez sexual.

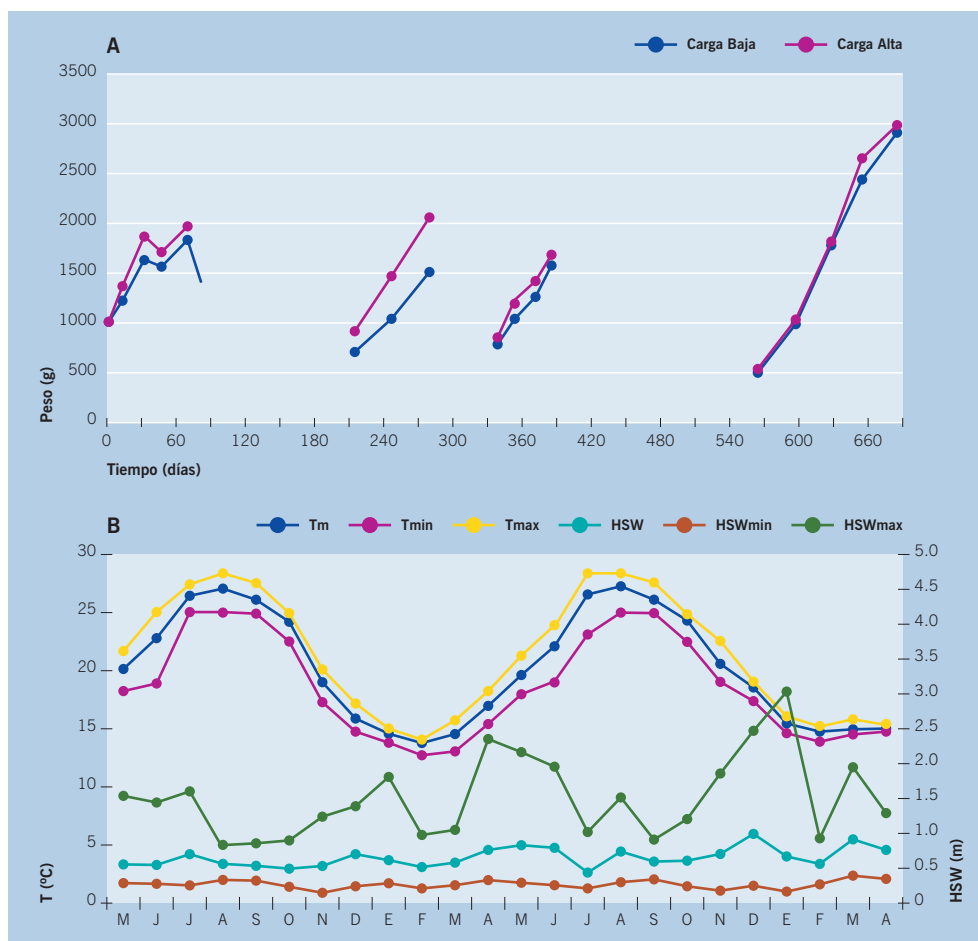


Figura 2 Evolución en el tiempo del peso corporal en los cuatro ensayos de engorde (A) y variación de los valores medios mensuales (Tm) y rango de variación de la temperatura del agua y de la altura significativa de ola (HSW) (B).

Las ecuaciones que mejor explicarían las variaciones del crecimiento (TEC) y la mortalidad (M) en función de las distintas variables independientes para los dos rangos de temperaturas son:

Para un rango de temperatura de 14,6 a 25,6°C:

Ecuación 1: $TEC = -15,85 + 1,983T - 0,053T^2 - 1,259HSW$

Ecuación 2: $M = 21,75 - 1,136P - 1,638T + 0,046T^2 + 0,048CV$

Para un rango de temperatura de 14,6 a 20,5°C :

Ecuación 3: $TEC = 5,62 - 0,663P + 0,087T - 1,256HSW$

Ecuación 4: $M = 4,55 - 0,662LnP + 0,029CV$

Para todo el rango de temperaturas el crecimiento depende fundamentalmente de la temperatura y de la altura significativa de ola y la mortalidad del peso corporal, de la temperatura y del coeficiente de variación (Figura 3). Para el rango de temperatura de 14,6 a 20,5°C, que sería la situación normal de engorde de esta especie en mar abierto, el crecimiento depende del peso corporal de la temperatura y de la altura de ola, y la mortalidad del peso y del coeficiente de variación (Figura 3). En todos los casos la densidad de cultivo no tuvo un efecto significativo.

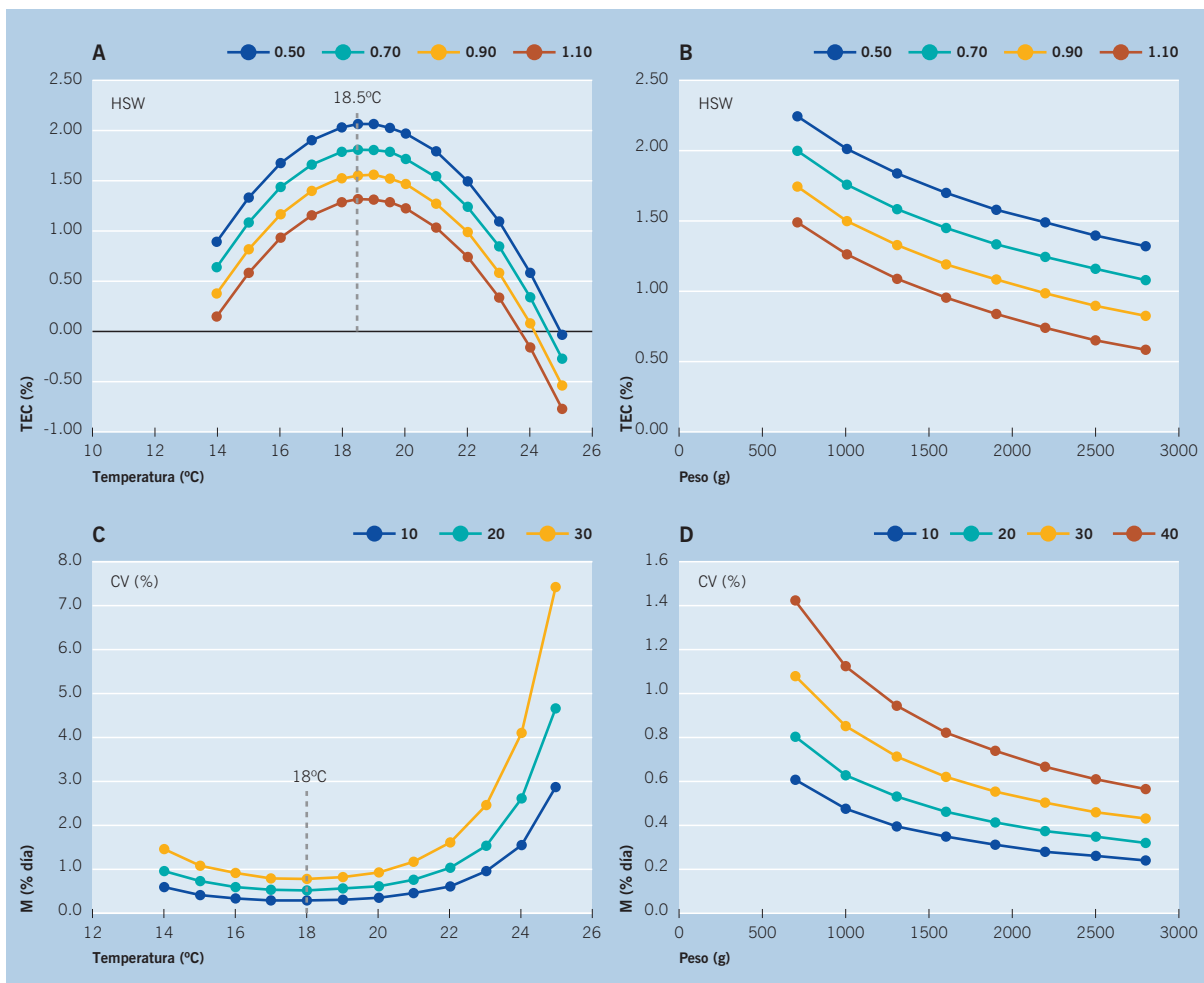


Figura 3 Estimación del crecimiento de *O. vulgaris*: **(A)** en función de la temperatura (T) y la altura significativa de ola (HSW) según la Ecuación 1; **(B)** en función del peso corporal (P) y la altura significativa de ola (HSW) y una temperatura de 19°C según la Ecuación 3. Estimación de la mortalidad: **(C)** en función de la temperatura (T) y el coeficiente de variación (CV) en ejemplares de 1000 g de peso corporal según la Ecuación 2; **(D)** en función del peso corporal (P) y el coeficiente de variación (CV) según la Ecuación 4.

Todos los machos diseccionados al final de los tres ciclos de engorde estaban maduros (Figura 4). Estos resultados se confirmaron tanto con la determinación del índice de madurez según Guerra (1975) como mediante el análisis macroscópico de las gónadas. Éste reveló un elevado número de espermátóforos en la bolsa de Needham, así como en el espermiducto de algunos ejemplares, de forma que una ligera presión permitía liberarlos. Esto puede significar que los machos estaban listos para el acoplamiento o que ya tuvo lugar. En el caso de las hembras existió una elevada variabilidad, registrándose un 73 % de ejemplares inmaduros en febrero, un 83 % en fase de desarrollo en mayo, y un 55 % maduros en abril (ver Figura 4), para pesos medios respectivos de 1,9, 1,8 y 3 Kg, y sugiriendo el elevado riesgo de puesta de estos últimos así como la ausencia de diferencias en la época de freza respecto de los ejemplares del medio natural. La relación entre el peso de la gónada y el peso total fue de tipo exponencial en las hembras y lineal en los machos (Figura 5), observándose en las primeras un aumento brusco a partir de los 2-2,5 Kg de peso y evidenciando el aceleramiento del desarrollo gonadal. Según Smale y Buchan (1981) los machos son más precoces, evidenciándose una relación constante entre el peso de la gónada y el peso total hasta los 400 g, coincidiendo con la talla de primera madurez sexual. A partir de este momento la relación es lineal positiva, tal y como se observa según nuestros resultados (Figura 5b).

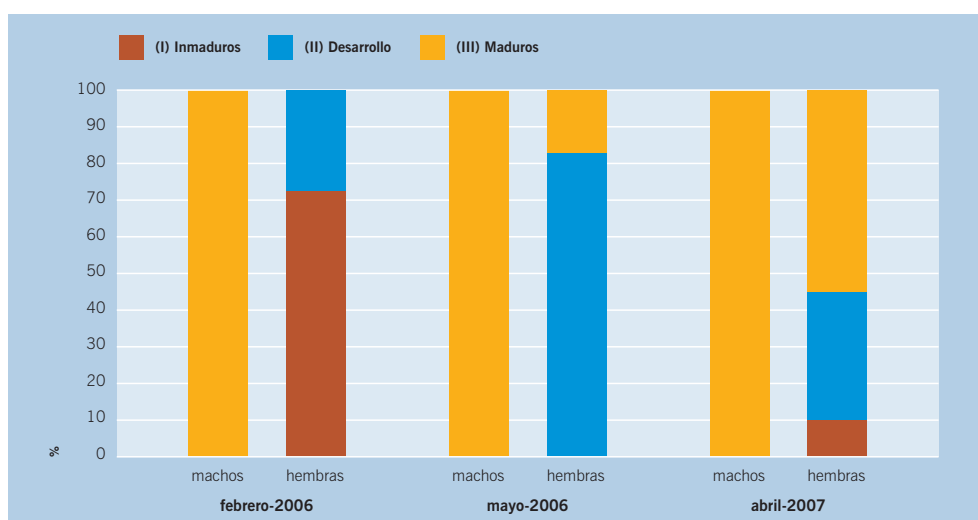


Figura 4 Estado de madurez sexual del pulpo de roca al final de tres ciclos de engorde diferentes.

Se puede concluir que el periodo de puesta de las hembras de pulpo en las condiciones de engorde del Mediterráneo occidental se inició en abril, en el caso de que los ejemplares alcanzaran los 3 kg de peso, y se retrasó hasta mayo-junio para animales de 2-2,5 kg. En caso de realizar un único ciclo de engorde al año (inicio en noviembre), la limitación de prolongarlo vendría impuesta por el elevado riesgo de puesta de las hembras. En el caso de realizar dos ciclos de engorde (noviembre-febrero y marzo-junio) la limitación serían las elevadas temperaturas al final del segundo ciclo.

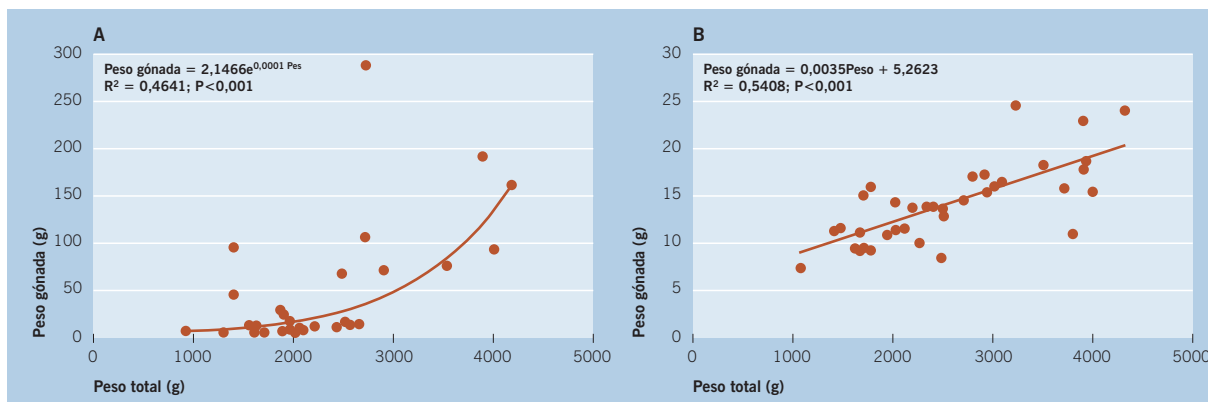


Figura 5 Relación entre el peso de la gónada y peso total en hembras (A) y machos (B) de *O. vulgaris* al final del engorde.

El engorde de pulpo de roca en jaulas en el Mediterráneo está limitado, por tanto, por las altas temperaturas del verano para esta especie (22-27°C), en las que la mortalidad es muy alta y el crecimiento disminuye haciéndose incluso negativo. No obstante, dado el rápido crecimiento de esta especie el engorde se puede realizar durante aproximadamente unos 7 meses entre octubre y junio, con temperaturas favorables. En este periodo de tiempo existen dos alternativas. A: dos ciclos de engorde alcanzando los ejemplares tamaños de 2 a 3 Kg de peso, y partiendo de ejemplares de 0,7 Kg. B: un solo ciclo de engorde alcanzado pesos superiores a los 3,5 Kg.

Para decidir sobre la idoneidad de una u otra alternativa se realizó un análisis económico comparativo, utilizando para la evaluación el margen bruto (MB) que equivale al balance entre ingresos (I) y costes parciales ($C_p = C_J(\text{coste juvenil}) + C_A(\text{coste alimentación})$), y por lo tanto: $MB = I - C_J - C_A$. Asimismo, a partir de este se determinaron índices relativos: el margen bruto/coste parcial (MB/C_p) y el margen bruto unitario ($MB/\text{producción}$). El análisis se realiza para una producción de 1000 ejemplares/ciclo de producción por lo que con la opción A se engordan 2000 ejemplares y con la B 1000 ejemplares. En el mercado español existe una diferenciación importante en el precio del pulpo en función de su peso. Así pues, a partir de los datos obtenidos de los últimos años de mercados en origen y los aportados por distintas empresas el precio de venta en la instalación se ha establecido en 9 €/Kg para los ejemplares de 2,70 Kg y en 12 €/Kg para los de 3,55 Kg.

Con la opción A la producción total es de 4,5 Tn y con la B es de 2,9 Tn. Sin embargo, el coste de juveniles es el doble con la opción A, y por otro lado, el precio unitario de venta (€/kg) es superior con la opción B ya que alcanza un mayor tamaño o talla comercial; por estos motivos el margen bruto es superior para la opción B, en concreto un 13% más que la opción A. El índice MB/C_p nos muestra una mayor eficiencia económica de la opción B (2,00 €/€) que con la opción A (1,05 €/€). Asimismo vemos que el margen bruto unitario también es superior en la opción B (8,01 €/Kg) que en la A (4,60 €/Kg). ■

Tabla 1 Análisis de costes comparativo entre realizar dos ciclos anuales de producción (A1 y A2) y un solo ciclo de mayor duración (B), partiendo en ambos casos de ejemplares de 0,70 Kg de peso medio. Crecimiento y mortalidad estimado a partir de las ecuaciones 3 y 4.

	A1	A2	A = A1+A2	B
Inicio del ciclo de producción	Nov	Feb		Dic
Duración (días)	105	105	210	150
Ejemplares de pulpo	1.000	1.000	2.000	1.000
Peso final (g)	2.703	2.742		3.651
Mortalidad (%)	14,4	21,2		20,2
Producción (Kg)	2.314	2.161	4.475	2.913
Boga suministrada (Kg)	3.738	3.690	7.428	4.899
Cangrejo suministrado (Kg)	7.037	6.945	13.982	9.221
Índice de conversión	6,68	7,28		6,38
CA: coste de alimento (€)	5.673	5.600	11.273	7.434
CJ: coste de juveniles (€)	4.200	4.200	8.400	4.200
Cp = CA + CJ (€)	9.873	9.800	19.673	11.634
Precio de venta en planta (€/Kg)	9	9	9	12
Ingresos (€)	20.824	19.446	40.270	34.962
MB: Margen Bruto (€)	10.951	9.647	20.597	23.328
MB/Cp (€/€)	1,11	0,98	1,05	2,00
MB unitario (€/kg)	4,73	4,46	4,60	8,01

Precio unitario del alimento: 0,53 €/Kg; precio juveniles: 6 €/Kg.

■ Cría de corvina (*Argyrosomus regius*)

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. JACUMAR
Investigador responsable	María Dolores Hernández Llorente
Equipo	Benjamín García García José García García

OBJETIVOS

La corvina *Argyrosomus regius* es una de las especies con mayor potencial para la acuicultura mediterránea. La corvina tiene un mercado potencial muy grande pero, actualmente, es un gran desconocido en los grandes mercados. Interesa conocer las características propias de esta especie como producto de consumo.

Teniendo en cuenta que el fileteado parece ser un formato muy adecuado para la comercialización de esta especie, se ha determinado la vida útil de los filetes de corvina almacenados en refrigeración y cubiertos con hielo. Se ha desarrollado un perfil sensorial descriptivo de corvina cocinada con el objetivo de determinar los atributos que la caracterizan para conocer sus características sensoriales.

Por tratarse de una especie que se está introduciendo en el mercado, resulta de interés, de cara a su promoción, conocer su adaptación a los distintos procesos culinarios. En este sentido, se ha estudiado la adecuación de la carne de corvina a diferentes métodos de cocinado concretamente horno convencional, parrilla y cocción a vacío. Asimismo, con el objetivo de conocer la opinión del consumidor sobre la corvina se ha llevado a cabo una prueba de aceptación en 8 localidades pertenecientes a 8 Comunidades Autónomas costeras.

RESULTADOS OBTENIDOS

Determinación de la vida útil de filetes de corvina almacenados en hielo.

Durante la manipulación y el almacenamiento, el pescado sufre cambios físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales que conducen a una pérdida importante de su calidad y garantía de seguridad, lo cual limita su vida útil. Se ha estudiado el deterioro físico-químico y microbiológico de filetes de corvina almacenados en refrigeración con hielo en escamas durante 18 días con el objetivo de evaluar la pérdida de calidad y frescura durante este periodo de tiempo. Para ello se realizaron análisis físico-químicos (pH, TBA, TVB-N, TMA, a_w , WHC, color, textura y ácidos grasos), sensoriales y microbiológicos en distintos días de control (0, 4, 7, 11, 14 y 18). En el análisis sensorial se evaluaron atributos asociados a la apariencia, el olor y la textura de los filetes.



Se observaron variaciones de pH, TBA, TVB-N y TMA durante el tiempo de almacenamiento; aunque solo el TBA se correlacionó significativamente con el tiempo ($r:0.96$). L^* y b^* incrementaron y los valores del chroma y el hue disminuyeron, reflejando los cambios de color de los filetes con el tiempo. En el perfil de textura la dureza se correlacionó significativamente con el tiempo (-0.68). Todos los atributos del análisis sensorial mostraron variaciones significativas y correlaciones próximas a 1.00 con el tiempo de almacenamiento, que reflejaron la pérdida de frescura de los filetes. Los recuentos de aerobios mesófilos, psicrófilos, enterobacterias y coliformes también mostraron coeficientes de correlación elevados con el tiempo ($0.99-1.00$). Mediante un análisis de regresión y teniendo en cuenta el límite de aceptabilidad establecido en la norma de la ICMSF (1986) para el total de aerobios mesófilos ($7 \log \text{ufc/g}$), se determinó la vida útil de los filetes de corvina en 9 días. Los análisis de TBA, sensorial y microbiológico mostraron correlaciones muy elevadas con el tiempo de almacenamiento, de manera que pueden considerarse como buenos índices para valorar el deterioro de los filetes de corvina durante su almacenamiento en refrigeración.

Desarrollo de un perfil sensorial descriptivo de corvina cocinada.

Se realizó una evaluación sensorial para determinar los atributos que caracterizan a la corvina. De cada filete de corvina se eliminó la piel y las partes correspondientes a las zonas más próximas a la cabeza y a la cola. Se obtuvieron raciones de aproximadamente 400 gramos que fueron cortadas en porciones de $6 \times 3 \text{ cm}$. Tanto para las sesiones preliminares de entrenamiento como para la selección de descriptores y cata, cada muestra, sin la adición de ningún condimento, se envolvió en papel de aluminio, se colocó en un cestillo dentro de una olla y se cocinó a vapor durante 10 minutos. Las muestras fueron presentadas calientes a los jueces. En la Figura 1, se puede observar la secuencia de preparación de las muestras. Cada panelista cató 7 muestras de corvina distribuidas en 3 sesiones de cata.



Figura 1 Secuencia de preparación de muestras para la descripción sensorial de corvina cocinada.

En base al perfil obtenido (Fig. 2), la corvina podría definirse como un pescado con un olor propio de su especie, de intensidad moderada-alta y un olor a mar moderado no mostrando ningún olor extraño o desagradable. El panel detectó un sabor fresco, a mar, con una intensidad moderada-alta y una persistencia baja. En relación al aspecto, la carne de la corvina cocinada presentó una coloración blanca amarillenta y una estructura laminar visual poco marcada, aunque los miotomos se separan con facilidad con ayuda de un tenedor. Con respecto a los atributos relacionados con la textura, el panel consideró que los descriptores que caracterizan a la corvina son la firmeza, masticabilidad, fibrosidad, jugosidad y carácter graso. En este sentido, la corvina es un pescado con una carne bastante firme que requiere poco esfuerzo para ser masticada, una fibrosidad intermedia y con una jugosidad notable.

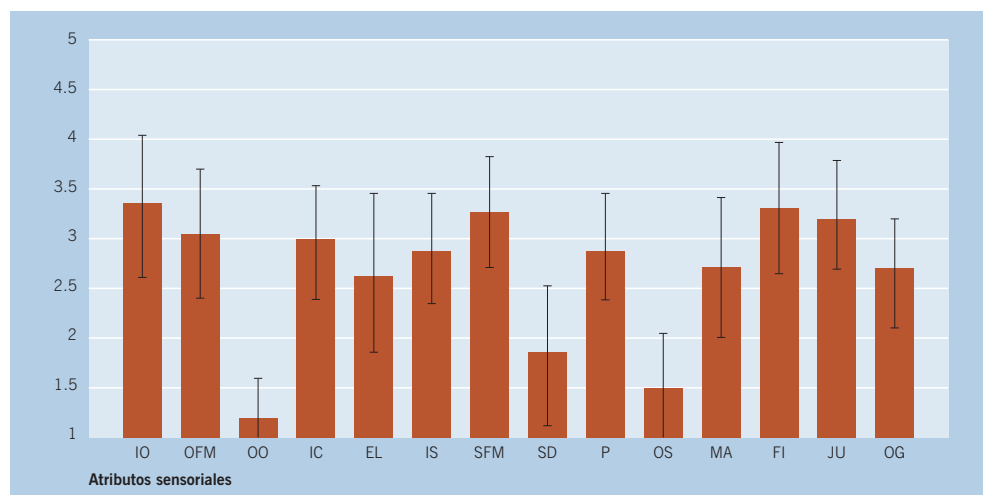


Figura 2 Gráfico del perfil sensorial con su puntuación de la corvina cocinada. IO: Intensidad olor (1. Merluza - 5. Dorada), OFM: Olor fresco a mar (1. Dorada - 5. Merluza), OO: Otros olores, IC: Intensidad color (1. Dorada/Lenguado), EL: Estructura laminar (1. Pez espada - 5. Fletán), IS: Intensidad sabor, SFM: Sabor fresco a mar, SD: Sabor dulce, P: Persistencia, OS: Otros sabores, F: Firmeza (1. Fletán - 5. Pez espada), MA: Masticabilidad (1. Fletán - 5. Pez espada), FI: Fibrosidad (1. Dorada - 5. Pez espada/salmón), JU: Jugosidad (1. Pez espada - 5. Fletán), OG: Carácter graso (1. Fletán - 5. Dorada).

Uno de los atributos que es importante mencionar es su carácter graso el cual obtuvo por parte del panel, una puntuación baja de 2,66 pero suficiente, es decir, no se consideró un pescado seco. Esta característica puede considerarse como positiva por varias razones, por un lado porque el consumidor actual demanda alimentos poco grasos y por otro, porque su bajo contenido graso aumenta su conservabilidad. Teniendo en cuenta el perfil sensorial de la corvina, consideramos que se trata de una especie que puede tener una importante acogida en el mercado especialmente por su sabor y su textura. Además, dadas las características de su carne, resulta muy adecuada para ser comercializada en forma de filetes refrigerados, congelados e incluso podría explorarse su envasado en atmósferas modificadas, y por otro lado permite elaborar diversos y variados platos.

Prueba de preferencia de corvina cocinada con distintos métodos.

Se ha estudiado la adecuación de la carne de corvina a diferentes métodos de cocinado concretamente horno convencional, parrilla y cocción a vacío. Se ha realizado una prueba de preferencia-aceptación a un panel formado por 40 consumidores. Se realizaron dos catas introduciendo como variación, la forma de preparación de las muestras. En la primera de ellas, las muestras se envolvieron en papel de aluminio, sin la adición de ningún condimento, y se cocinaron con los diferentes métodos. En la segunda ocasión el pescado se cocinó sin envoltorio procediendo en cada caso de la siguiente manera: en la parrilla, ambas planchas se cubrieron con papel de aluminio el cual se untó con aceite de oliva virgen y, en el caso de la cocción al horno y al vacío, las muestras se colocaron en unos cestillos de aluminio sin tapar pero untados con aceite. En la Figura 3, se puede observar la preparación de las muestras sin envolver.



Figura 3 Preparación de muestras de corvina por distintos métodos de cocinado.

Como se puede observar en la Figura 4 cuando la corvina es cocinada envuelta en papel de aluminio y sin añadirle nada (A), más de la mitad de los encuestados prefieren la elaboración al horno, frente a un 27% que la prefiere a la parrilla y un 20% a los que

les gusta más al vacío. Sin embargo, los resultados cambian cuando permitimos que el pescado esté en contacto directo con el ambiente de cocción, para lo cual necesitamos untar la parrilla con una fina capa de aceite de oliva virgen y, para que no sea una diferencia añadida al método de cocinado, también untamos las cazuelitas donde se coloca el pescado para hacerlo al horno y al vacío. En este caso (B) la preferencia se inclina hacia la corvina cocinada a la parrilla, manteniendo el cocinado al horno un porcentaje importante (36%) y disminuyendo en el caso del cocinado al vacío (13%). El permitir el contacto directo del pescado con el aceite y la fuente de calor da lugar a que ocurran las reacciones de Maillard, produciéndose un “tostado” que tanto influye sobre el sabor de un alimento.

El que se prefiera un alimento frente a otro no quiere decir que guste. En este caso (Figura 5) la corvina cocinada con los tres métodos diferentes y las dos variables de preparación tienen valoraciones positivas. Las puntuaciones dadas a cada tipo de cocinado se corresponden con el orden de preferencia (Figuras 6 y 7) siendo más alta para el horneado cuando es cocinado con envoltorio y sin condimentos y para la parrilla cuando es cocinada sin tapar y con aceite.

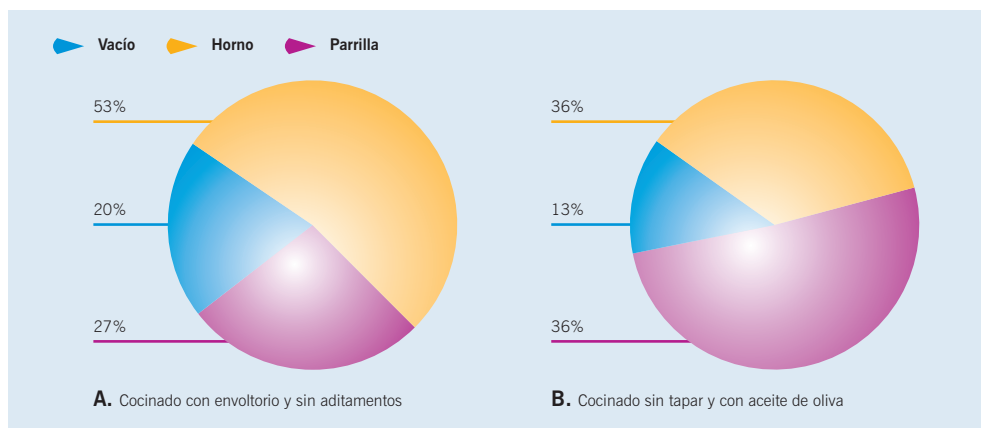


Figura 4. Porcentaje de catadores que prefieren la corvina cocinada por tres métodos diferentes usando un envoltorio y sin adicionar nada (A) y cocinado sin tapar y con aceite de oliva (B).

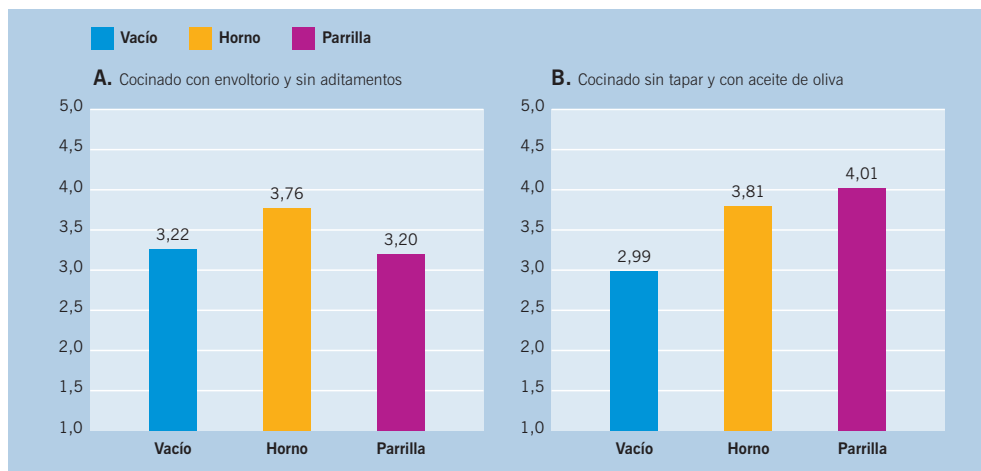


Figura 5. Aceptación de los filetes de corvina cocinada por tres métodos diferentes usando un envoltorio y sin adicionar nada (A) y cocinado sin tapar y con aceite de oliva (B).

Aceptación sensorial de la corvina (*Argyrosomus regius*) de crianza por el consumidor español.

Con el objetivo de conocer la opinión del consumidor sobre la corvina se ha llevado a cabo una prueba de aceptación en 8 localidades pertenecientes a 8 Comunidades Autónomas costeras: Cádiz (Andalucía), Castropol (Asturias), Puerto de Andratx (Baleares), Las Palmas de Gran Canaria (Canarias), San Carlos de la Rápita (Cataluña), Santiago de Compostela (Galicia), Murcia (Murcia) y Valencia (Valencia). En todas las localidades se siguió un protocolo previamente establecido en el que se definió la forma de preparar las muestras y su cocinado así como el formulario que debían cumplimentar los catadores. El formulario tenía una primera parte con unos datos personales sobre el catador (sexo, fumador, edad, estudios, frecuencia con la que se consume pescado, si ha comido alguna vez corvina, la opinión que se tiene de los peces de acuicultura y si es responsable de la compra), y una segunda con los atributos del producto que tenían que valorar: sabor, jugosidad, textura, grasa, persistencia y valoración global en una escala del 1 al 5, que iba desde me disgusta mucho a me gusta mucho. Finalmente se mostraba un ejemplar de la especie a fin de valorar el aspecto del pez, y, también en una escala del 1 al 5, si comprarían esta especie en el caso de que tuviera un precio razonable.



El número de encuestas realizado por localidad ha superado las 30-40 establecidas previamente como número mínimo, obteniéndose entre 35 y 116 y un total de 562 encuestas. Sólo el 34% de los encuestados había consumido con anterioridad corvina, aunque esto varía ampliamente según las localidades, pudiendo hacer tres grupos. Un primer grupo donde el consumo previo es alto (Las Palmas de Gran Canaria y Cádiz), un segundo grupo donde el consumo previo es medio, (Castropol, Puerto de Andratx, San Carlos de la Rápita, Murcia y Valencia); y un tercero donde el valor es muy bajo (Santiago de Compostela). Los atributos que han tenido una mayor aportación en la diferenciación de

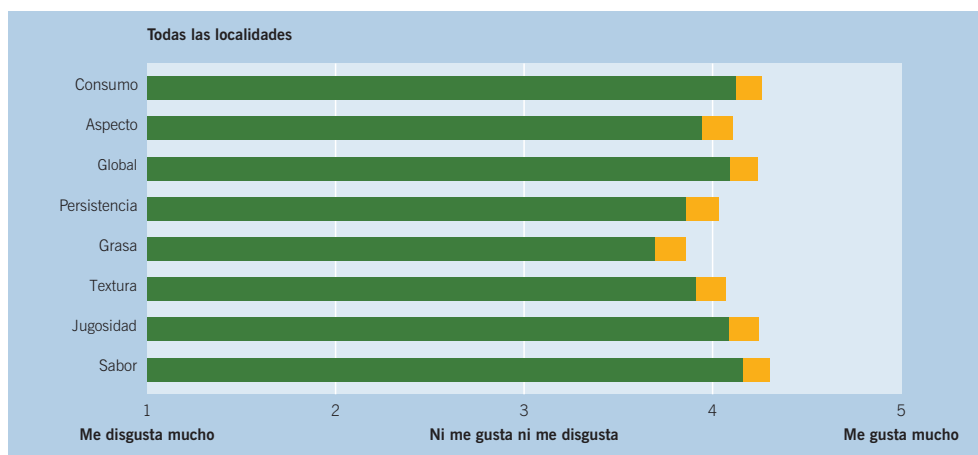


Figura 6 Valoración de los atributos de la corvina.

las muestras han sido valoración GLOBAL y SABOR que además tienen los mayores índices de correlación con la predisposición a su CONSUMO. No obstante, también son buenos descriptores el resto de atributos. La valoración de todos los atributos ha sido positiva, más alta para SABOR y JUGOSIDAD que se encuentran entre 4 (me gusta) y 5 (me gusta mucho); en torno a 4 para TEXTURA y PERSISTENCIA, y un poco más baja para GRASA (Fig.6). Para hacer una estimación de los potenciales consumidores consideramos que aquellos que han puntuado 4 y 5, es decir “probablemente lo compraría” y “definitivamente lo compraría”, serían potenciales consumidores. El resultado es que un 83% de los encuestados serían consumidores potenciales siempre que tuviera un precio razonable (Fig.7). ■

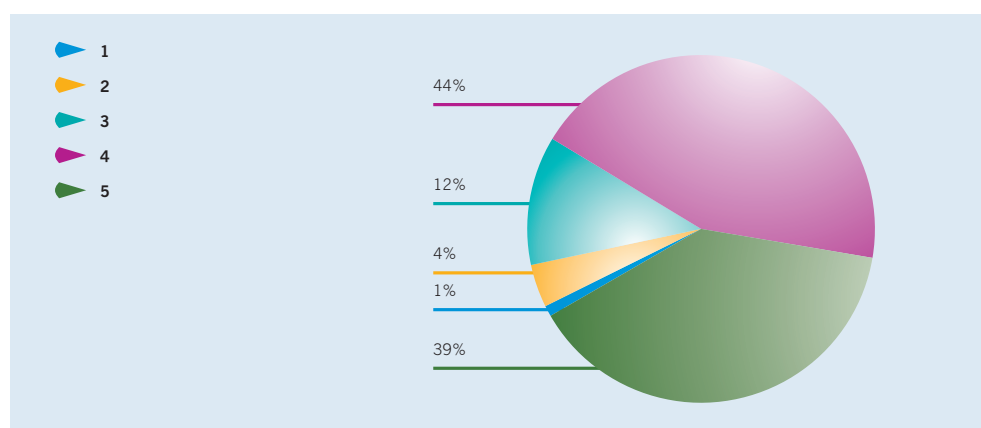


Figura 7 Potenciales consumidores de la corvina (1: Definitivamente no lo compraría, 2: Probablemente no lo compraría, 3: Quizá, 4: Probablemente lo compraría, 5: Definitivamente lo compraría).

■ Promoción del cultivo de las nuevas especies de espáridos: Ensayos piloto y transferencia tecnológica (2004-2007)

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. JACUMAR
Investigador responsable	María Dolores Hernández Llorente
Equipo	Benjamín García García Felipe Aguado Giménez José García García

OBJETIVOS

Es un proyecto coordinado en el que han participado el IFAPA (Andalucía), CEP (Asturias), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), IRTA (Cataluña), IEO y CIMA (Galicia), IMIDA (Murcia), y UPV (Valencia), siendo el coordinador el IMIDA. El objeto fundamental del proyecto ha sido promocionar el cultivo de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo o bocinegro y sargo picudo) a través de ensayos piloto y experimentales en empresas y centros de investigación, así como estudiar algunos aspectos de la calidad del producto final y la opinión del consumidor. Finalmente analizar los costes de producción de cada una de las especies en base a sus características biológicas, al conocimiento generado hasta el momento y a la tecnología actualmente disponible. En nuestro subproyecto nos hemos centrado fundamentalmente en el sargo picudo.

RESULTADOS OBTENIDOS

Desarrollo de modelos de crecimiento, ingesta y generación de residuos.

Con el objeto de desarrollar modelos predictivos de crecimiento y alimentación para la gestión de las granjas se realizó un ensayo de engorde, alimentando con un pienso comercial para dorada, sobre dos grupos de ejemplares (tres réplicas cada grupo), estabulados en tanques de 850 litros y sometidos a regimenes de temperatura diferentes. En total, y a lo largo de dos años, se obtuvieron 41 observaciones de crecimiento (TEC: 0,14 y 3,65 %peso/día, tasa de alimentación (TAR: 0,28 y 1,09 %peso/día), y energía ingerida (Q: 57,1 y 706,1 KJ/Kg/día), peso corporal (P: 11 y 452 g) y temperatura (T: 14 y 29 °C). Los datos se ajustaron mediante el análisis de regresión múltiple siendo todas las ecuaciones significativas y explicado más del 95% de la varianza observada:

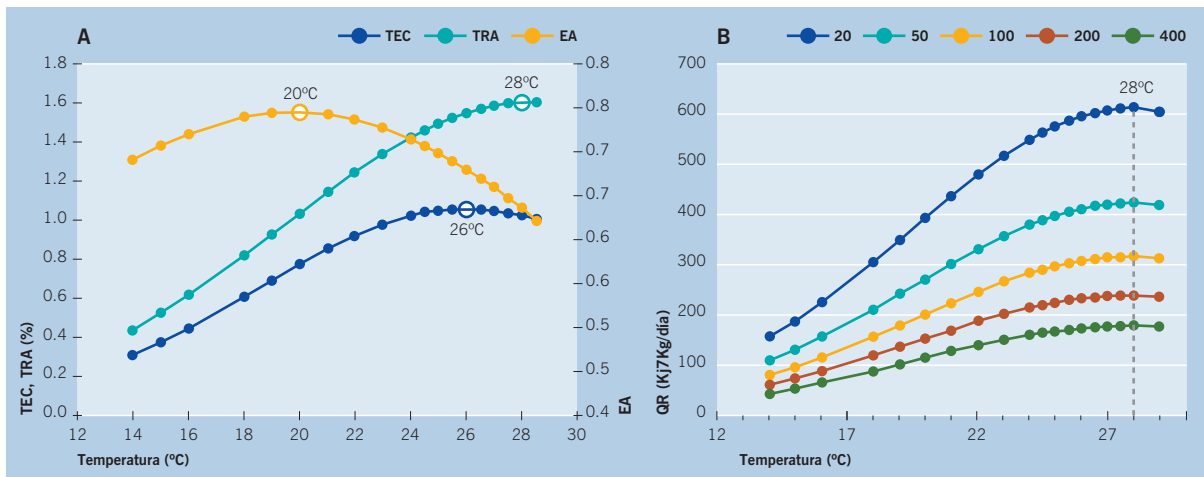
$$\text{Ecuación 1 : TEC (\% g/día)} = 0,057P^{-0,627}e^{(0,447-0,0086T)T}$$

$$\text{Ecuación 2 : TRA (\% g/día)} = 0,070P^{-0,414}e^{(0,355-0,0063T)T}$$

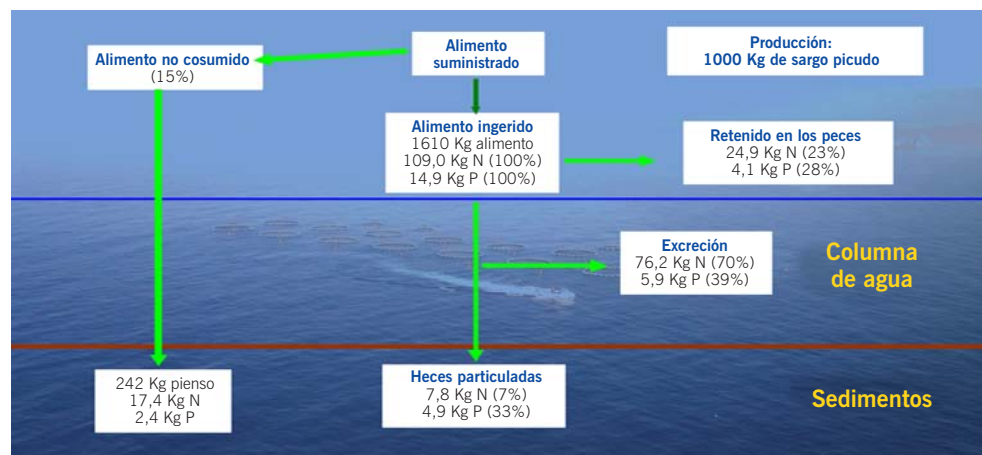
$$\text{Ecuación 3 : QR (KJ/Kg/día)} = 14,3147P^{-0,431}e^{(0,352-0,0062T)T}$$

Las tres variables alcanzan un valor máximo siendo este de 26° C para TEC, 28°C para TRA y 28.5°C para QR. A partir de las ecuaciones 1 y 2 se han estimado los valores de TEC y TRA para un peso corporal de 100 g y para un rango de temperatura de 14 a 29°C, y a partir de estos se ha estimado la eficacia de alimentación (EA) que se muestra en la Fig. 3. La

relación entre los datos observados para esta especie en otros trabajos (TEC_0) de engorde en jaula y tanques, así como experimentos de nutrición, y los estimados con la ecuación 1 (TEC_E) para los correspondientes valores de peso corporal y temperatura se ajustan significativamente a la siguiente ecuación: $TEC_0 = -0.082(\pm 0.057) + 1.232(\pm 0.051)TEC_E$. Dicha ecuación es muy significativa ($P < 0.001$) y explica el 92% de la varianza observada en esos otros estudios.



Se desarrolló también un modelo de residuos generados por una granja de sargo picudo en base al método biológico de predicción de aportes procedentes de acuicultura, que emplea un simple balance de nutrientes para estimar los desechos vertidos. Dicho método se basa en cálculos de coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) del alimento, en particular nitrógeno (N) y fósforo (P) y en la eficiencia de retención de los nutrientes (ERN). El CDA del N fue del $92,87 \pm 1,37\%$ y el del P de $67,02 \pm 0,20\%$, resultados que se encuentran dentro del rango observado para peces alimentados con piensos compuestos. Igualmente el N y P retenido en el cuerpo es del 23 y 28% respectivamente, el disuelto del 70 y 39% y el particulado del 7 y 33%. A partir de estos datos se ha hecho una estimación cuantitativa para una producción anual de referencia de 1000 Kg de sargo picudo, según la cual al sedimento llegaría 7,8 Kg de N y 4,9 Kg de P (Fig. 2).



Efectos de la sustitución total del aceite de pescado por aceites vegetales sobre las actividades de desaturación/elongación de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6 de hepatocitos y enterocitos del sargo picudo.

El principal problema de los aceites vegetales es que son ricos en PUFA de 18C pero carecen de los n-3 HUFA abundantes en el aceite de pescado. Esta diferente composición hace necesario que el pez sea capaz de desaturar y elongar C18 PUFA a sus HUFAs derivados (18:3 n-6 (ácido linoleico, LA) a 20:4n-6 (ácido araquidónico, ARA) y 18:3 n-3 (ácido linoléico, LNA) a 20:5n-3 (ácido eicosapentaenoico, EPA) y por último a 22:6n-3 (ácido docosahexaenoico, DHA). Especies marinas como el rodaballo, la dorada y la lubina, eminentemente carnívoros, tienen una capacidad muy limitada para desarrollar estas conversiones y, en consecuencia, tienen un requerimiento absoluto de C20 y C22 HUFAs. De acuerdo con esto, en peces de agua dulce está bien establecida la capacidad para convertir LA a ARA y LNA a EPA y DHA, pero en las especies marinas estudiadas no se ha podido desarrollar las conversiones a tasas significativas. El sargo picudo es, por sus hábitos alimenticios omnívoros y su más baja dependencia tanto de la proteína como de la grasa de la harina de pescado, un modelo interesante para estudiar la capacidad de bioconversión de C18 PUFA a HUFAs.

Tabla 1 Formulación de las dietas experimentales (g/kg dieta).

Ingredientes	FO	SO	LO
Harina de pescado	460	460	460
Harina de trigo	220	220	220
Gluten de trigo	150	150	150
Aceite de pescado	160	0	0
Aceite de soja	0	160	0
Aceite de linaza	0	0	160
Mezcla vitamínico-mineral	10	10	10

Tabla 2 Composición en macronutrientes de las dietas experimentales (% s.s.).

	FO	SO	LO
Humedad	14,4	11,6	10,5
Proteínas	48,7	49,2	48,6
Lípidos	21,5	21,6	21,1
Cenizas	10,3	8,0	7,9
Fibra	0,6	0,7	0,7
M.E.L.N.	4,4	8,9	11,2
Energía bruta (MJ/kg)	21,6	22,8	22,6
P/E (g prot/MJ)	22,6	21,6	21,4

Se utilizaron ejemplares de 15 g de peso medio inicial, distribuidos en tres grupos experimentales por triplicado que fueron alimentados con tres dietas isoproteicas e isoenergéticas (48% de proteína y 20% de lípidos), en las cuales se utilizaron tres fuentes diferentes de aceite: aceite de pescado (FO), aceite de soja (SO) y aceite de linaza (LO) (Tablas 1 y 2). Los peces fueron alimentados durante 9 meses con las dietas experimentales

y sacrificados para obtener el perfil lipídico de los tejidos y aislamientos primarios de hepatocitos y enterocitos. Las células fueron incubadas durante dos horas con nada (Control), con ácido linolénico radiactivo ([1-¹⁴C]LNA) o con ácido linoleico radiactivo ([1-¹⁴C]LA). Las bandas correspondientes a los diferentes ácidos grasos marcados fueron obtenidas mediante el uso de placas de cromatografía de capa fina impregnadas con nitrato de plata (AgNO₃-TLC).

Los resultados obtenidos muestran que el sargo picudo no presenta efectos nutricionales cuantitativos sobre la desaturación/elongación de [1-¹⁴C] ácido linolenico o [1-¹⁴C] ácido linoleico en hepatocitos y enterocitos por la inclusión de aceites vegetales en su dieta. Un porcentaje de un 94% para los hepatocitos y un 86% en los enterocitos de los [1-¹⁴C] C18 PUFAS inoculados en las células primarias aisladas, fueron recuperados de la misma forma, mostrando claramente que no actúa actividad desaturasa/elongasa significativa (Figuras 3 y 4).

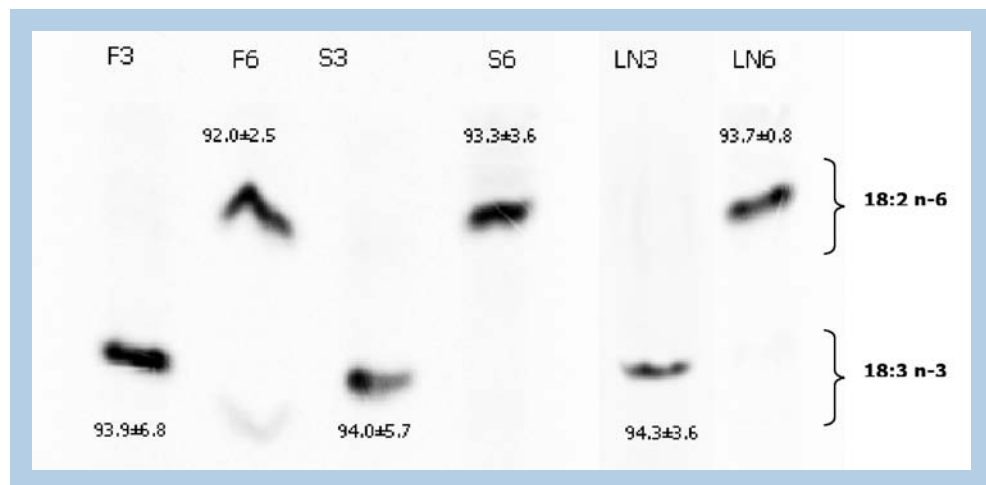


Figura 3 Cromatografía en capa fina con nitrato de plata mostrando las diferentes bandas correspondientes a los ácidos grasos [1-¹⁴C] separados del total de lípidos extraídos de los hepatocitos del sargo picudo. Se expresa el porcentaje de radioactividad inoculada en las bandas obtenidas.

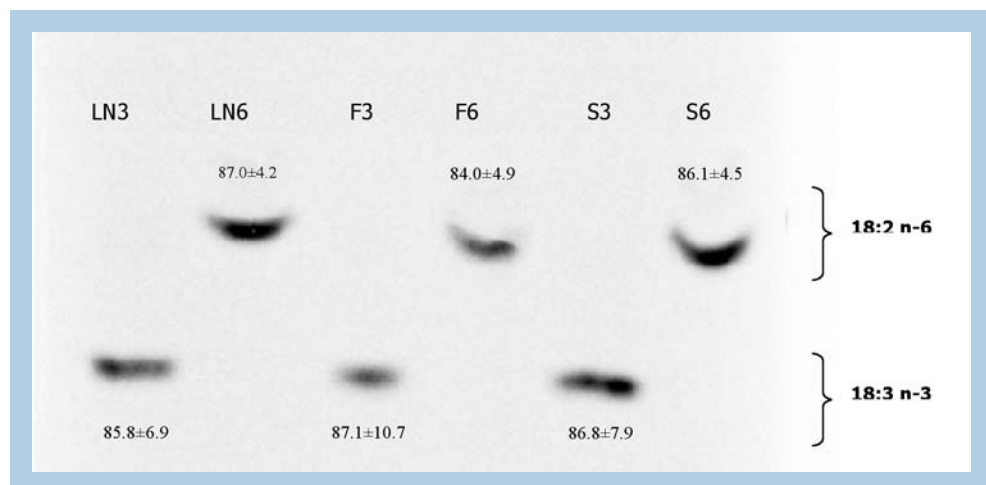


Figura 4 Cromatografía en capa fina con nitrato de plata mostrando las diferentes bandas correspondientes a los ácidos grasos [1-¹⁴C] separados del total de lípidos extraídos de los enterocitos del sargo picudo. Se expresa el porcentaje de radioactividad inoculada en las bandas obtenidas.

Analítica de costes, y calidad y aceptación del consumidor.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de una analítica de costes sobre la producción de esta especie en jaulas flotantes, el valor nutricional y terapéutico de ejemplares de tamaño comercial (400 g), y los resultados globales de un estudio de aceptación por el consumidor mediante un análisis sensorial (3030 encuestas en 8 localidades costeras del Estado Español).

Tabla 3 Sargo picudo.

1) Área de engorde:	
Localización explotación hipotética de jaulas.	Mediterráneo
Rango temperatura (°C)	12-27
2) Variables zootécnicas y precios:	
Supervivencia larvaria (destetados)	10-15%
Precio del alevín (€/ud)	0,33
Peso comercial (g)	400
Crecimiento en relación a la dorada (1: menor; 2:similar; 3: superior)	2
Duración del ciclo de engorde (meses)	16
IC/ IC corregido	1,67/2,10
Precio pienso (€/Kg)	0,80
3) Análisis de costes (1000 Tn/año):	
Número de jaulas	12
Inversión (€)	1.752.876
Coste Producción (€/Kg)	3,69
PV 10% TIR (€/Kg)	3,86
4) Valor nutricional y terapéutico:	
Proteína (g/100g)	20,69
Grasa (g/100g)	5,72
n-3 (g/100g)	1,19
EPA+DHA (g/100g)	1,06
Valor terapéutico: n-3/n-6	1,02
Índ. Aterogénico	0,64
Índ. Trombogénico	0,33
5) Aceptación por el consumidor:	
Sabor (1-5)	3,8
Jugosidad (1-5)	3,6
Textura (1-5)	3,7
Valoración global (1-5)	3,74
Potenciales consumidores (%)	74

IC corregido: incluye la mortalidad y un 15% de pienso suministrado pero no consumido. Escala análisis sensorial: 1: me disgusta mucho; 2: me disgusta; 3: ni me gusta, ni me disgusta; 4: me gusta; 5: me gusta mucho.

Las variables zootécnicas y los precios reflejan aquellas características biológicas de la especie que están relacionadas con los rendimientos, como es el caso de crecimiento o los requerimientos nutricionales y energéticos; y también el estado actual de la tecnología resultado de los distintos ensayos realizados para esta especie. Así el protocolo

larvario, y sus costes, y la supervivencia en esta fase inciden sobre el precio del alevín, y el índice de conversión, las características nutricionales de los piensos y la mortalidad sobre el coste de alimentación en el engorde. El análisis de costes indica desde una perspectiva económica, y como resultado de las características biológicas y tecnológicas, las posibilidades del desarrollo del cultivo de las distintas especies. El coste de producción (€/Kg), implica el precio mínimo de venta en planta que tiene que tener esta especie para que los ingresos se iguale a los costes; es un índice de viabilidad económica. El segundo índice, que es de rentabilidad, nos indica cual debe ser el precio de venta para que obtengamos un TIR del 10%. Este valor se ha considerado como mínimo de rentabilidad para que sea atractivo para el inversor, y que es la suma del tipo de interés de renta fijo a largo plazo (5%) más un porcentaje o cuota de riesgo (5%). Si esta especie se consigue vender por encima de esos indicadores la explotación de estas especies sería viable y económicamente rentable.

En cuanto al valor nutricional y terapéutico es muy satisfactorio. Los valores obtenidos de proteína para estas especies como cabía esperar es alto (21 g en 100 g), siendo un producto medio graso, rico en ácidos grasos poliinsaturados. El contenido de n-3 y particularmente EPA y DHA es significativo, cuya ingesta regular satisface las recomendaciones dadas por los distintos organismos internacionales. Debido a ello, y al perfil general de ácidos grasos los índices aterogénico y trombogénico tienen valores que indican que se trata de un alimento muy saludable.

Los resultados de la prueba de aceptación (análisis sensorial) han sido muy interesantes y están basados en un total de 3030 catas y encuestas, realizadas en 8 localidades costeras: Cádiz (Andalucía), Castropol (Asturias), Palma de Mallorca (Baleares), Las Palmas de Gran Canaria (Canarias), San Carlos de la Rápita (Cataluña), Santiago de Compostela (Galicia), Murcia (Murcia) y Valencia (Valencia). La puntuación obtenida para el sargo picudo está próxima al 4 (me gusta) en una escala del 1 al 5. Por otro lado, si se considera como potenciales consumidores todos aquellos que puntuaron en una escala también del 1 al 5, 4 (“probablemente lo compraría”) y 5 (“definitivamente lo compraría”), un 70% de los encuestados lo serían. Así pues, esta especie ha tenido una buena aceptación por parte de la población encuestada, que podría ser considerada como representativa del consumidor, al menos de las áreas costeras, del Estado Español, y cabría esperar que, si dichas especies estuvieran disponibles en los distintos mercados a un precio razonable (lo cual es posible dados los resultados del análisis de costes), podrían formar parte también de la cesta de la compra. ■

■ Optimización de las explotaciones de engorde intensivo de dorada en jaulas flotantes en el litoral de la Región de Murcia: Calidad alimentaria y gestión económica y ambiental

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. POI-0701
Investigador responsable	Benjamín García García
Equipo	Felipe Aguado Giménez María Dolores Hernández Llorente Jesús Cerezo Valverde José García García

OBJETIVOS

Determinar la influencia de distintas variables de los procesos de producción sobre los rendimientos en términos biológicos y económicos, teniendo en cuenta aspectos de calidad de la dorada y ambientales, con el objeto de optimizar las explotaciones de engorde intensivo de dorada en jaulas flotantes y garantizar la sostenibilidad del sector.

RESULTADOS OBTENIDOS

Influencia de la temperatura en el tiempo de evacuación gastrointestinal en la dorada.

Con el fin de obtener un pescado cuyo digestivo esté limpio (sin restos de alimento), se suele mantener a los peces en ayuno durante unos días previos al sacrificio. El tiempo mínimo necesario de ayuno depende principalmente de la tasa de evacuación gastrointestinal. Por ello se ha estimado el tiempo necesario para completar la evacuación del tracto digestivo en doradas de tamaño comercial a las temperaturas medias que se dan en las distintas estaciones del año en el Mediterráneo (15° en invierno, 20° en primavera y otoño, y 25° en verano). Estos datos permitirán conocer la duración del ayuno al que deben someterse los peces antes de ser sacrificados, según la estación del año en que se proceda al despesque. Se hicieron tres grupos experimentales (para 25°, 20° y 15°C). Cinco animales fueron sacrificados a las 0,5, 3, 6, 12, 24, 36, 48 y 72 horas tras ser alimentados a saciedad. Cada animal fue pesado y posteriormente diseccionado para extraer el digestivo, separando estómago e intestino (Fig.1).



Figura 1 Extracción y desecación de los contenidos estomacal e intestinal.

Como efecto más inmediato de la temperatura se produjo un incremento de la ingesta de alimento. El contenido del estómago disminuye linealmente hasta completar la evacuación gástrica. Conforme el bolo alimenticio abandona el estómago el contenido intestinal incrementa alcanzando un valor máximo y después desciende hasta su vaciado completo. La tasa de evacuación digestiva (TE) incrementó de forma lineal conforme la temperatura de cada grupo fue mayor (Figura 2).

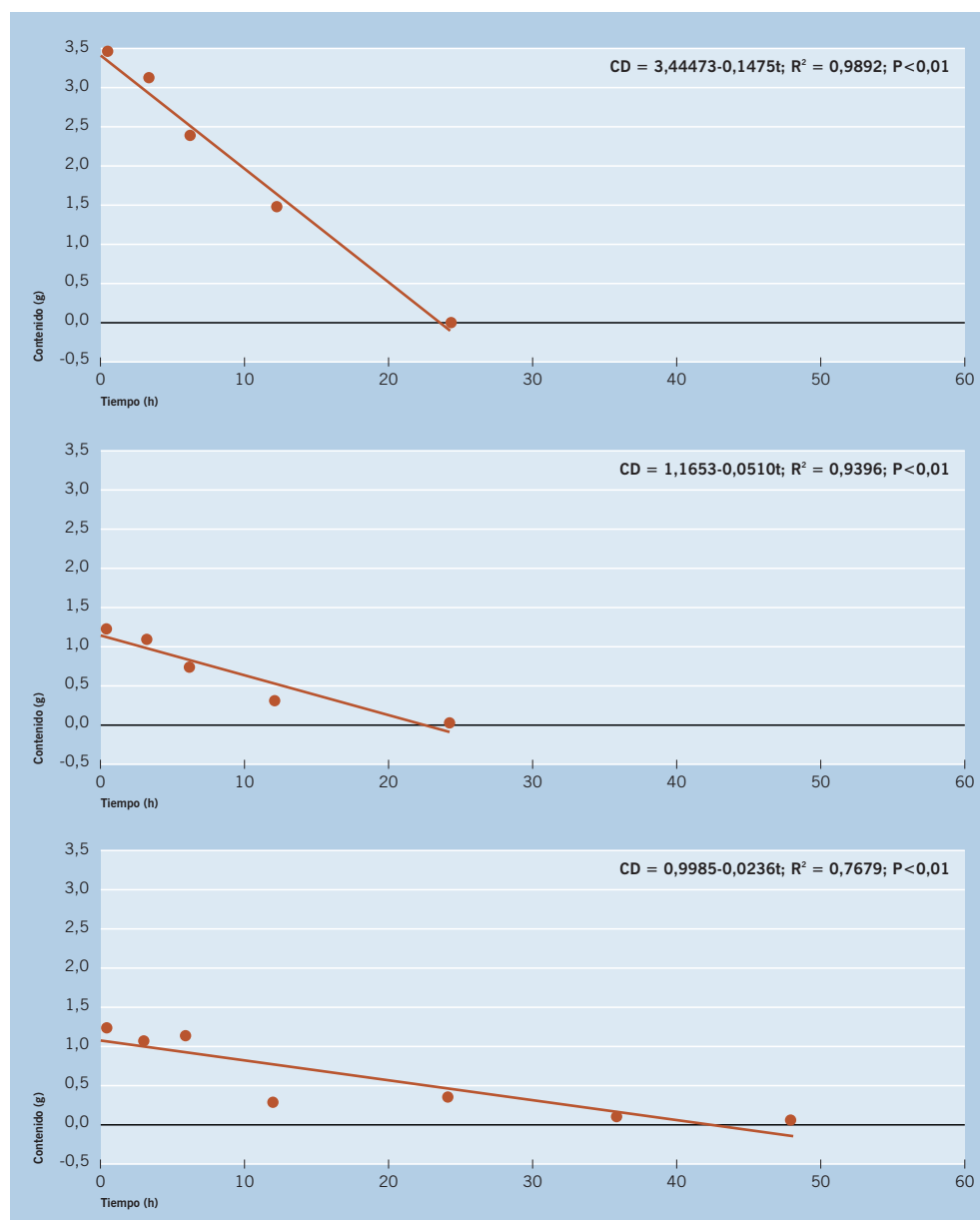


Figura 2 Tasa de evacuación digestiva a 25°C (a), 20°C (b) y 15°C (c).

La relación entre la tasa de evacuación (TE) y la temperatura (T) obtenida del análisis de regresión múltiple se describe mediante la ecuación:

$$CD = -2.9515 \pm (0.759) + 0.2416 \pm (0.038)T + 0.1644 \pm (0.042)t - 0.0119 \pm (0.002)tT; \\ (\pm \text{error estándar}); R = 0.925; R^2_{aj} = 0.822; P < 0.00001; SEE = 0.447.$$

El tiempo de evacuación se calcula entonces a partir de esta ecuación haciendo $CD=0$ (Figura 3). El tiempo de evacuación disminuye bruscamente entre los 15 y 18°C, y después el descenso es muy leve. El tiempo de evacuación estimado para 25° es de 22.8, para 20° es de 24.9, y para 15° es de 43.4 horas.

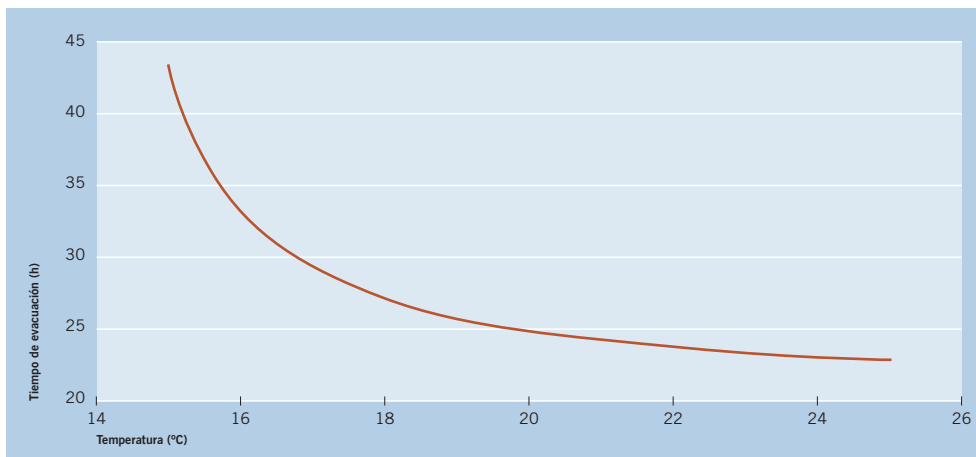


Figura 3 Relación entre el tiempo de evacuación gastrointestinal y la temperatura.

Influencia del tiempo de ayuno previo al sacrificio sobre la calidad de doradas de tamaño comercial.

El incremento en la demanda de dorada en el Mediterráneo y norte de Europa hace necesaria la obtención de productos acuícolas de alta calidad. Mantener a los peces en ayuno durante unos días antes del sacrificio es una práctica habitual en acuicultura con el objetivo de vaciar el tracto gastrointestinal del pez. La menor cantidad de heces en el intestino retrasa el deterioro y reduce la actividad de las enzimas digestivas. Con este objetivo se estudió la influencia de la duración del periodo de ayuno previo al sacrificio (24, 48 y 72 h) sobre los parámetros de calidad y seguridad (físico-químicos, microbiológicos y sensoriales) de doradas de tamaño comercial a lo largo de su almacenamiento en hielo. Una vez sacrificados, los animales se almacenaron con hielo en refrigeración a 4°C durante 0, 7, 14, y 21 días, de manera que se obtuvieron 12 grupos sometidos a distintos periodos de ayuno y tiempos de almacén. En cada punto de muestreo se llevaron a cabo los análisis físico-químicos (pH, TBA, TVBN, color y textura), microbiológico aerobios mesófilos y psicrófilos, Pseudomonas, enterobacterias y coniformes y un sensorial de apariencia para determinar el grado de deterioro de las doradas.

Las variaciones de los parámetros medidos en cada análisis son más significativas con los días de almacén en hielo. No obstante, en cada uno de los días de muestreo se observaron diferencias significativas de algunas variables entre los distintos grupos de ayuno, poniendo en evidencia su efecto. El pH mostró valores más altos en animales ayunados 24 o 48 horas con respecto a los que ayunaron 72 horas, y en los días 14 y 21. Las variaciones de TBA no fueron significativas con ninguno de los tratamientos. El TVBN incrementó con los días de almacén en hielo. Las variaciones de color fueron más significativas en la parte dorsal del cuerpo de los animales, produciéndose una decoloración con el paso de los días de almacén en hielo. Los resultados de textura revelaron un ablandamiento de la carne de las doradas con el tiempo de almacenamiento. Los parámetros



microbiológicos y sensoriales fueron los más significativos con ambos tratamientos. Los recuentos de microorganismos aerobios mostraron un elevado crecimiento con el paso de los días en hielo, sobre todo en las dos últimas semanas. El crecimiento de *Pseudomonas* no fue positivo hasta la segunda semana, cuando comenzaron a proliferar, aunque sin alcanzar el crecimiento del resto de aerobios. En cuanto el análisis sensorial, la rigidez del cuerpo (elasticidad 0), el estado de las agallas y el aspecto del ojo fueron los parámetros que mostraron más significativamente el deterioro de las doradas.

El análisis microbiológico determina en última instancia la vida útil del pescado fresco. El límite máximo de aceptabilidad considerado para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos es de 7 log cfu/g (ICMSF, 1986). La ecuación obtenida para este parámetro estima que este valor se alcanzaría a los 14, 15 y 16 días en función de que el ayuno sea de 72, 48 o 24 horas, y el índice de calidad estimado con la ecuación correspondiente sería de 38 (Figura 4).

Un ayuno de más de 24 horas parece acelerar los procesos de deterioro *post-mortem* del pescado limitando su vida útil. Someter a los peces a un ayuno superior al necesario para vaciar el digestivo ocasiona otra serie de perjuicios que deben tenerse en cuenta a la hora de estimar el tiempo de ayuno previo al sacrificio, de manera que hay que considerar el compromiso entre las ventajas de obtener un digestivo libre de restos de alimento y los cambios provocados por el ayuno sobre la calidad del producto final.

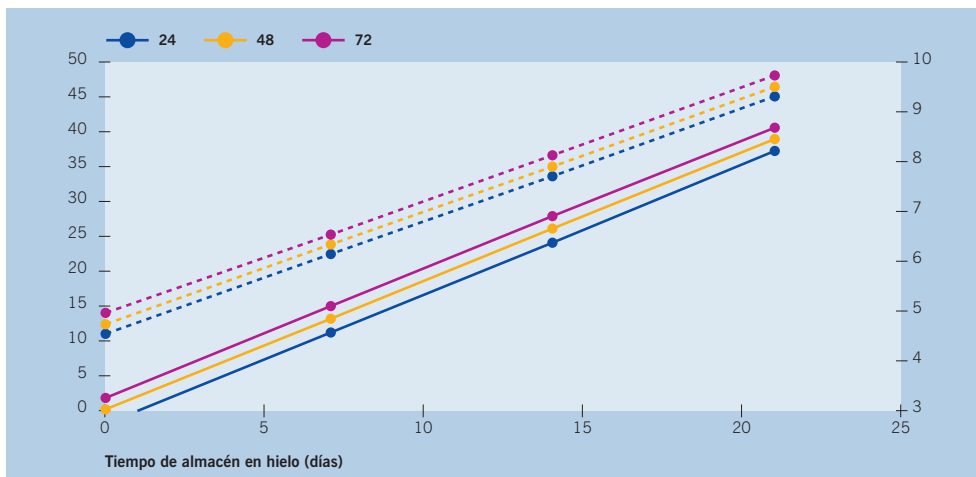


Figura 4 Regresión lineal del índice de calidad (líneas discontinuas) y recuento de mesófilos (líneas continuas) frente al tiempo de almacenamiento para los periodos de ayuno de 24, 48 y 72. Índice de calidad = $10,010 + 0,049t + 1,619d$ y recuento de mesófilos = $2,497 + 0,011t + 0,259d$.

Velocidad de sedimentación de piensos y heces de dorada y lubina.

El objetivo concreto de este estudio ha sido determinar las alteraciones físicas que experimentan los residuos particulados derivados del cultivo de dorada y lubina (heces y pienso no ingerido) y su influencia en la velocidad de sedimentación, como un primer paso para la modelización de la dispersión de dichos residuos y de su dinámica en el medio marino.

Dado que los piensos para engorde de peces son piensos secos (humedad 5-7%), desde el momento en que entran en contacto con el agua, tienden a hidratarse, lo que podría modificar su velocidad de sedimentación con el paso del tiempo. Por el contrario, las heces tienen un contenido en agua bastante elevado (80-90%), luego no se espera que sufran las mismas alteraciones que el pienso. Asimismo, la ley de Stokes propone que aquellas variables que puedan modificar la viscosidad del medio en que se mueve una partícula por gravedad, como por ejemplo la temperatura en el caso del agua de mar, también podrían modificar la velocidad de sedimentación de dichas partículas. Por tanto, y con el fin de obtener datos de partida para la modelización de la dispersión de los residuos particulados derivados del cultivo de dorada y lubina, se plantea la realización de ensayos para determinar la velocidad de sedimentación de estos residuos bajo diferentes escenarios, básicamente en los extremos del rango de temperaturas típico de las aguas costeras de nuestro litoral (15 y 25 °C), diferentes tamaños de partícula (piensos de 2-8mm; heces de diferentes tamaños) y tiempos de inmersión (0-60 minutos) en agua de mar. Los ensayos se realizan en una columna de sedimentación de metacrilato de 25 cm de diámetro y 1 m de longitud (Foto 1). Los gránulos (heces o pienso) se colocaban con ayuda de unas pinzas justo por debajo de la superficie del agua, sin burbujas, en el centro de la columna. Dicha columna disponía de marcas a los 5, 40 y 75 cm desde la superficie del agua. Los primeros 5 y los últimos 25 cm de la columna son respectivamente obviados para disponer de tiempo suficiente para arrancar manualmente el cronómetro cuando los pellets lo cruzan, y para evitar cualquier efecto que la proximidad del fondo pudiese tener en la velocidad de sedimentación, la cual es determinada como el tiempo transcurrido entre dos marcas separadas 35 cm entre sí.

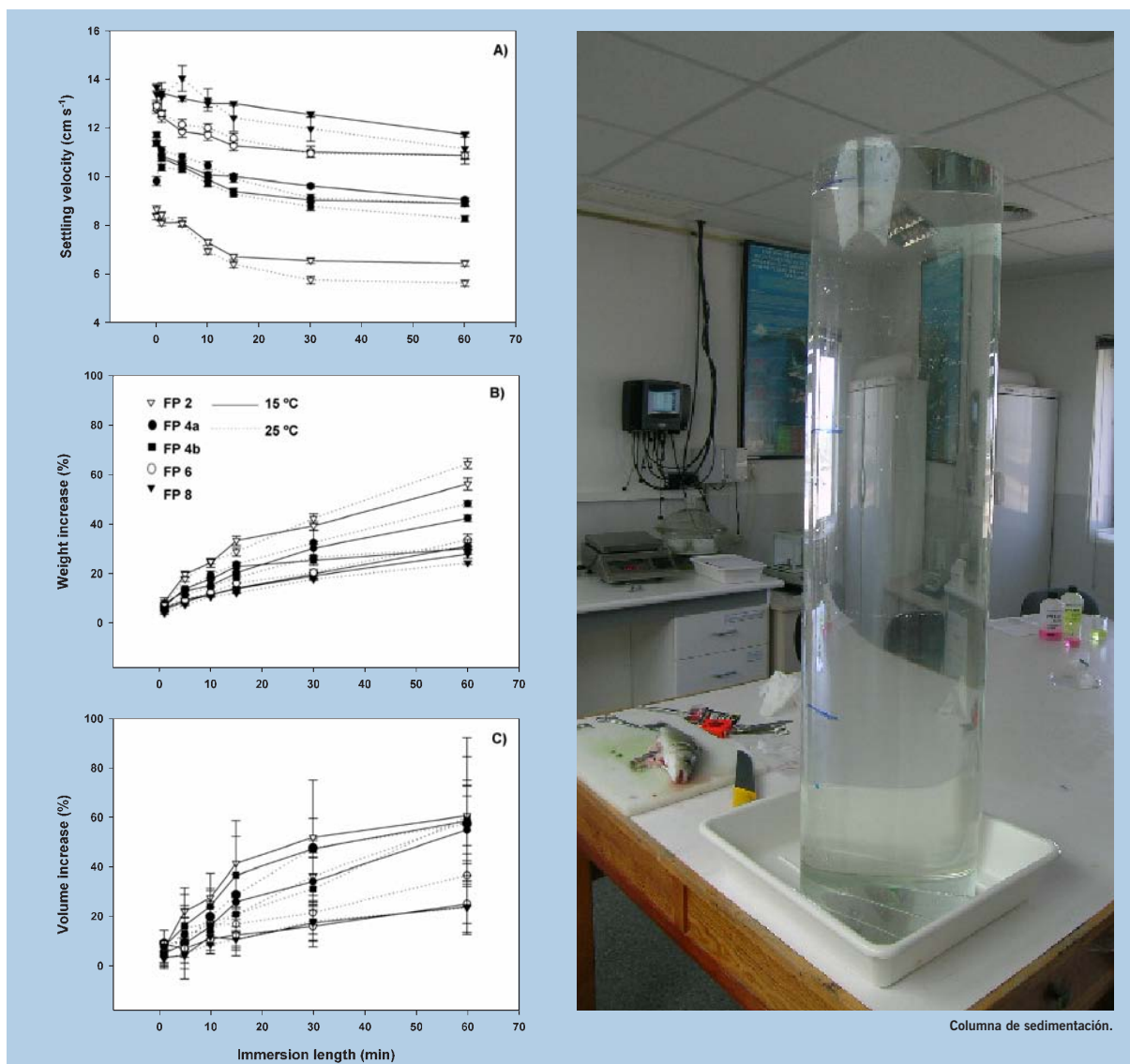


Figura 5 Velocidad de sedimentación (A), incremento en peso (B) y en volumen (C) después de diferentes períodos de inmersión, para diferentes tamaños de piensos comerciales.

Tras los ensayos con gránulos de pienso de diferentes tamaños, se comprobó que la velocidad de sedimentación era mayor cuanto más grandes eran los gránulos, pero conforme aumentaba el tiempo de inmersión, dicha velocidad de sedimentación se ralentizaba (Figura 5A). Asimismo, al progresar el tiempo de inmersión, se comprobó que se producía un incremento en el peso de los gránulos por hidratación, así como un aumento de volumen de los mismos, principalmente del diámetro (Figuras 5B y 5C). El incremento de peso debiera ir asociado a un aumento en su velocidad de sedimentación. Sin embargo, todo parece indicar que el incremento en volumen experimentado por los gránulos de los distintos tamaños, supone una mayor influencia en la velocidad de sedimentación de los mismos, probablemente por incrementarse la fricción. También se comprobó que la temperatura del agua no mostraba un efecto claro sobre la velocidad de sedimentación de los piensos. En cuanto a las heces, la velocidad de sedimentación también estuvo directamente relacionada con el peso de las mismas, y al igual que para los piensos, la temperatura no resultó determinante para explicar variaciones debidas a esta variable. ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

AGUADO-GIMÉNEZ, F.; MARÍN, A.; MONTOYA, S.; MARÍN-GUIRAO, L.; PIEDECAUSA, A.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Comparison between some procedures for monitoring offshore cage culture in western Mediterranean Sea: sampling methods and impact indicators in soft substrata. *Aquaculture*. 271: 357-370.

AGUADO-GIMÉNEZ, F.; MARÍN, A. (2007). Warning coloration associated with nematocysts-based defences in Aeolidiodean nudibranchs. *Journal of Molluscan Studies*. doi: 10.1093/mollus/eyl026.

ALMAIDA-PAGAN, P.F.; HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA GARCÍA, B.; MADRID, J.A.; DE COSTA, J.; MENDIOLA, P. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oil on n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid desaturation and elongation in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) hepatocytes and enterocytes. *Aquaculture*. 272: 589-598.

ALMAIDA-PAGAN, P.F.; SECO-ROVIRA, V.; HERNÁNDEZ, M.D.; MADRID, J.A.; DE COSTA, J.; MENDIOLA, P. 2008. Energy intake and macronutrient selection in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) challenged with fat dilution and fat deprivation using encapsulated diets. *Physiology & Behaviour*. 93: 474-480.

ÁLVAREZ, A.; GARCÍA GARCÍA, B.; GARRIDO, M.D.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. The influence of starvation time prior to slaughter on the quality of commercial-size gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage. *Aquaculture*. 284: 106-114.

CEREZO VALVERDE, J.; HERNÁNDEZ, M.D.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA GARCÍA, B. 2008. Growth, feed efficiency and condition of common octopus (*Octopus vulgaris*) fed on two formulated moist diets. *Aquaculture*. 275: 266-273.

CEREZO VALVERDE, J.; HERNÁNDEZ, M.D.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA GARCÍA, B. 2008. Oxygen consumption in spider crab (*Maja brachydactyla*): effect of weight, temperature, sex, feeding and daily light-dark cycle. *Aquaculture* (en prensa).

GARCÍA GARCÍA, B.; CEREZO VALVERDE, J.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA GARCÍA, J.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. Growth and mortality of common octopus *Octopus vulgaris* reared at different stocking densities in Mediterranean offshore cages. *Aquaculture Research* (aceptado en noviembre de 2008).

GARCÍA, GARCÍA, B.; CEREZO VALVERDE, J.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA GARCÍA, J.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. Sexual maturity of common octopus (*Octopus vulgaris*) reared in Western Mediterranean offshore cages. *Aquaculture International* (en prensa).

GARCÍA GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D.; CÁRDENAS, S.; MUÑOZ, J.L.; RODRÍGUEZ, C.; CARRASCO, J.; PASTOR, E.; GRAU, A.; GINÉS, R.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C.M.; ESTÉVEZ, A.; BELLOT, O.; RODRÍGUEZ, L.M.; OTERO-LLOVO, J.; MARTÍNEZ, S.; TOMAS, A. 2008. Análisis sensorial de 5 especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras de España. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Medio Marino. Madrid. 64 p.

- HERNÁNDEZ, M.D.; MARTÍNEZ, F.J.; JOVER, M.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpshout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture*. 263: 159-167.
- HERNÁNDEZ, M.D.; MARTÍNEZ, F.J.; GARCÍA GARCÍA, B. 2008. *Diplodus puntazzo*, a new species in aquaculture: biology and culture En: *Aquaculture Research Trends*, Stephen H. Schwartz (Ed.). Editorial NOVA Publishers. New York. pp: 237-261.
- HERNÁNDEZ, M.D., LÓPEZ, M.B., ÁLVAREZ, A., FERRANDINI, E., GARCÍA GARCÍA, B., GARRIDO, M.D. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.09.045.
- MARÍN, A.; MONTOYA, S.; VITA, R.; MARÍN-GUIRAO, L.; LLORET, J.; AGUADO-GIMÉNEZ, F. 2007. Utility of sea urchin embryo-larval bioassays for assessing the environmental impact of marine fish cage farming. *Aquaculture*. 271: 286-297.
- MAZÓN, M.J.; PIEDECAUSA, M.D.; HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Evaluation of nitrogen and phosphorus contributions to the environment resulting from intensive ongrowing of common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture*. 266: 226-235.
- PIEDECAUSA, M.A.; MAZÓN, M.J.; GARCÍA GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpshout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture*. 263: 211-219.
- PIEDECAUSA, M.A.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA-GARCÍA, B.; BALLESTER, G.; TELFER, T.C. 2008. Settling velocity and total ammonia nitrogen leaching rate from commercial feed and faecal pellets of gilthead seabream (*Sparus aurata*) and seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* (en prensa).

■ Participación en congresos y reuniones científicas

AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA-GARCÍA, B.; PIEDECAUSA, M.A. 2007. Evidencias de la difusión de nutrientes a largo alcance desde granjas marinas en mar abierto, en el límite inferior de una pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

AGUADO-GIMÉNEZ, F.; IBÁÑEZ, A.J.; PIEDECAUSA, M.A.; GUTIÉRREZ, J.M.; GARCÍA, N.; ALIAGA, V.; URRÁ, J.; GONZÁLEZ, N.; RUEDA, J.L.; PERÁN, A.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GARCÍA, B.; BELMONTE, A.; MACÍAS, J.C. 2007. Mitigación del impacto ambiental generado por los cultivos marinos en jaulas flotantes sobre fondos blandos, mediante la utilización de biofiltros bentónicos. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

AGUADO-GIMÉNEZ, F.; RODRÍGUEZ, J.L.; SENABRE, T.; GARCÍA-GARCÍA, B.; QUINTANS, J.; FIGUEIRO, R. 2007. Muestreo biométrico en besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768), cultivado en jaulas flotantes, mediante sistema de visión estereográfica. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

ALMAIDA-PAGÁN P.F.; HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA GARCÍA, B.; MADRID, J.A.; DE COSTA, J.; MENDIOLA, P. 2007. Efecto de la sustitución total de aceite de pescado por aceites vegetales sobre las actividades de desaturación/elongación de hígado y digestivo del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

ÁLVAREZ, A.; GARCÍA GARCÍA, B.; GARRIDO, M.D.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. Influencia del tiempo de ayuno previo al sacrificio sobre la calidad de doradas (*Sparus aurata*) de tamaño comercial. *IV Jornadas de Acuicultura en el Litoral Suratlántico*. Cartaya, Huelva.

ÁLVAREZ, A.; GARCÍA GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. Influencia de la temperatura en el tiempo de evacuación gastrointestinal de la dorada (*Sparus aurata*). *II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura*. Cumaná, Venezuela.

ÁLVAREZ, A.; GARCÍA GARCÍA, B.; GARRIDO, M.D.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. Vida útil de doradas (*Sparus aurata*) de tamaño comercial almacenadas en hielo. *II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura*. Cumaná, Venezuela.

CEREZO VALVERDE, J.; GARCÍA-GARCÍA, B. 2007. Crecimiento y aprovechamiento nutritivo de dos dietas húmedas artificiales en el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*). *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

CEREZO VALVERDE, J.; GARCÍA-GARCÍA, B. 2007. Eficacia en la eliminación de amoníaco por los distintos tipos de filtros de los sistemas de recirculación de agua marina en un centro de I+D. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

CEREZO VALVERDE, J.; HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA-GARCÍA, B. 2007. Estado de madurez sexual del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) cultivado en jaulas en mar abierto en el Mediterráneo occidental. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

CEREZO VALVERDE, J.; HERNÁNDEZ, M.D.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Growth, survival and sexual maturity of common octopus (*Octopus vulgaris*) cultured in western Mediterranean offshore cages. *Aquaculture Europe 07*. Estambul, Turquía.

GARCÍA-GARCÍA, B.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; CARRASCO, C.J. 2007. Modelo de crecimiento para la dorada (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) cultivada en jaulas flotantes en mar abierto, obtenido a partir de muestreos con equipo de visión estereográfica. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARCÍA-GARCÍA, B.; CEREZO VALVERDE, J.; AGUADO-GIMÉNEZ, F. HERNÁNDEZ, M.D. 2007. Crecimiento y mortalidad del pulpo (*Octopus vulgaris*) en engorde en jaulas en mar abierto. Efecto del peso, temperatura, carga de cultivo y dispersión de tamaños. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARCÍA-GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D.; CÁRDENAS, S.; MUÑOZ, J.L.; RODRÍGUEZ, C.; CARRASCO, J.; PASTOR, E.; GRÁU, A.; GINÉS, R.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C.M.; ESTÉVEZ, A.; BELLOT, O.; RODRÍGUEZ, L.M.; OTERO-LLOVO, J.; MARTÍNEZ, S.; TOMAS, A. 2007. Hábitos de consumo de pescado en ocho localidades costeras de España. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARCÍA-GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D.; CÁRDENAS, S.; MUÑOZ, J.L.; RODRÍGUEZ, C.; CARRASCO, J.; PASTOR, E.; GRÁU, A.; GINÉS, R.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C.M.; ESTÉVEZ, A.; BELLOT, O.; RODRÍGUEZ, L.M.; OTERO-LLOVO, J.; MARTÍNEZ, S.; TOMAS, A. 2007. Análisis sensorial de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras españolas. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARCÍA GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D.; AGUADO-GIMÉNEZ, F.; CEREZO VALVERDE, J.; PIEDECAUSA M.A. 2007. Growth and food intake models in *Diplodus puntazzo*: Influence of body weight and temperatura. *Aquaculture Europe 07*. Estambul, Turquía.

GARCÍA-GARCÍA, B.; HERNÁNDEZ, M.D.; CÁRDENAS, S.; MUÑOZ, J.L.; RODRÍGUEZ, C.; CARRASCO, J.; PASTOR, E.; GRÁU, A.; GINÉS, R.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C.M.; ESTÉVEZ, A.; BELLOT, O.; RODRÍGUEZ, L.M.; OTERO-LLOVO, J.; MARTÍNEZ, S.; TOMAS, A. 2008. Aceptación sensorial de la corvina (*Argyrosomus regius*) de crianza por el consumidor español. *IV Jornadas de Acuicultura en el Litoral Suratlántico*. Cartaya, Huelva.

GARCÍA GARCÍA, B.; ÁLVAREZ, A.; PIEDECAUSA, A.; HERNÁNDEZ, M.D. 2008. Modelo biológico de predicción de aportes de N y P procedentes de una granja de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). *II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura*. Cumaná, Venezuela.

GARCÍA GARCÍA, J.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Contabilidad de costes del engorde de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en jaulas en mar abierto. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARCÍA GARCÍA, J.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, L.M.; IGLESIAS ESTEPA, D.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Evaluación económica del cultivo de ostra rizada (*Crassostrea gigas*) en batea en varias rías gallegas. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.



GARCÍA GARCÍA, J.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, L.M.; IGLESIAS ESTEPA, D.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Evaluación económica del cultivo de ostra rizada (*Crassostrea gigas*) en intermareal en varias rías gallegas. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARCÍA GARCÍA, J.; CEREZO VALVERDE, J.; HERNÁNDEZ, M.D.; AGUADO GIMÉNEZ, F.; GARCÍA GARCÍA, B. 2008. Análisis económico comparativo sobre el engorde de pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en jaulas en mar abierto en el Mediterráneo. *II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura*. Cumaná, Venezuela.

GARCÍA GARCÍA, J.; RODRÍGUEZ, L.M.; GARCÍA GARCÍA, B. 2008. Influencia de diversas variables productivas y análisis de la viabilidad económica del cultivo de ostra rizada (*Crassostrea gigas*) en batea. *II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura*. Cumaná, Venezuela.

GARRIDO, M.D.; GARCÍA GARCÍA, B.; LÓPEZ, M.B.; VILLAGOMEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.D. 2007. Cambios físico químicos y microbiológicos de filetes de corvina (*Argyrosomus regius*) durante su almacenamiento en hielo. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

GARRIDO, M.D.; HERNÁNDEZ, M.D.; LÓPEZ, M.B.; VILLAGÓMEZ, S.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. Effects of storage in ice on sensory quality of cultured meagre *Argyrosomus regius* fillets. *Aquaculture Europe 07*. Estambul, Turquía.

HAMDAN, M.; CEREZO VALVERDE, J.; MOYANO, F.J.; GARCÍA-GARCÍA, B.; JOVER, M. 2007. Estudio de la bioquímica digestiva del pulpo (*Octopus vulgaris*) como herramienta para la modelización in vitro de su digestión. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA GARCÍA, B.; FERRANDINI, E.; NIETO, G.; GARRIDO, M.D. 2007. Composición en ácidos grasos de filetes de corvina (*Argyrosomus regius*) almacenados en hielo. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA-GARCÍA, B.; CÁRDENAS, S.; MUÑOZ, J.L.; RODRÍGUEZ, C.; CARRASCO, J.; PASTOR, E.; GRÁU, A.; GINÉS, R.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C.M.; ESTÉVEZ, A.; BELLOT, O.; RODRÍGUEZ, L.M.; OTERO-LLOVO, J.; MARTÍNEZ, S.; TOMAS, A. 2007. Calidad sensorial de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) de crianza. *X Foro dos recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas*. Pontevedra.

HERNÁNDEZ, M.D.; GARCÍA GARCÍA, B. 2007. A study on the nutritional quality of cultured meagre *Argyrosomus regius* under market conditions. *Aquaculture Europe 07*. Estambul, Turquía.

SÁNCHEZ-GARCÍA N.; MONTERO F.E.; PADRÓS, F.; GARCÍA-GARCÍA, B.; CEREZO VALVERDE, J.; RAGA J.A. 2007. Valoración del efecto patológico del parásito branquial *Lamellodiscus ergensi* en sargo picudo, *Diplodus puntazzo*. Comparación con otros monogéneos diplectánidos. *XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Vigo.

Equipo de Desarrollo Ganadero

■ Adición a la dieta del aditivo YEA-SACC® ts (*saccharomyces cerevisiae*): efectos sobre los parámetros productivos de la cabra Murciano-Granadina

Entidad financiadora y Referencia	ALLTECH FRANCE
Investigador responsable	Juan Antonio Carrizosa Durán
Equipo	Cándido Gutiérrez Panizo Juan Sotillo Mesanza Juan Bautista Lobera Lössel BaltasarUrrutia López

OBJETIVOS

Dentro de las sustancias probióticas, destaca el uso, por su eficacia, de las levaduras y en concreto del *Saccharomyces cerevisiae*, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio y de las condiciones óptimas de funcionamiento de la flora microbiana del rumen, mejorando su composición y su eficacia. La levadura es conocida por inducir efectos positivos¹ tales como mejorar los resultados productivos y sanitarios del animal³ o influir sobre la flora microbiana del tracto digestivo tanto en monogástricos como en rumiantes. Otro producto permitido por normativa comunitaria son los extractos de *Bacillus cereus*. Actualmente son preparados que están tomando fuerza como sustitutivos de los ionoforos, por varias razones:

- Son seguros al no dejar residuos, ya que se destruyen. Además, no causan ningún tipo de infección secundaria ni oportunista, ni siquiera en animales inmunodeprimidos.
- Son naturales.
- Son económicos.
- Estimulan el crecimiento de *Selenomonas*, impidiendo la proliferación de las bacterias patógenas incluidas en la ALR.
- Estimulan la secreción de péptidos a nivel ruminal, lo cual favorece el paso de la fase estacionaria de crecimiento a la exponencial y siempre de bacterias beneficiosas para el ambiente ruminal.

La adición de *Saccharomyces cerevisiae* provoca un incremento en el número total de bacterias, particularmente las fibrolíticas (*Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus albus*), tanto *in vitro* como *in vivo*⁵. También se ha comprobado la estimulación del crecimiento del hongo *Neocallimastix frontalis*⁶. Además, *Saccharomyces cerevisiae* parece estimular la utilización de lactato por *Megasphaera elsdenii* y *Selenomonas ruminantium*⁵ lo que desemboca en una mayor síntesis de propionato. La reducción de la concentración de ácido láctico provoca el incremento del pH ruminal que favorece el crecimiento de las bacterias fibrolíticas, dando como resultado un incremento en la digestión de la fibra y en la producción de AGV. El efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la concentración de N amoniacal es muy variable ya que se ha descrito tanto una reducción como un aumento.

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto sobre los parámetros productivos que provoca la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* CBS 493.94 (S.C.) YEA-SACE TS, min. 1.0×10^9 UFC7g (ALLTECH®) en pienso durante el proceso de lactación en cabras de raza Murciano-Granadina; concretamente el estudio de la inclusión de la levadura con dos niveles de incorporación, uno con dosis altas y otro con dosis bajas, y su efecto sobre los parámetros de producción y calidad de la leche, así como los efectos sobre la cantidad de urea en leche a lo largo de una lactación.

RESULTADOS OBTENIDOS

Desde un punto de vista productivo y en relación a la cantidad de leche, observamos como los dos lotes que recibieron el aditivo presentaron cifras superiores a las del lote control, mostrando así un efecto positivo. Este efecto se debería a que adición a la dieta de S.C. aporta una actividad benéfica sobre la función ruminal con la consecuente respuesta animal de un mayor consumo de materia seca, mayor disponibilidad de energía e incremento de la producción de leche total. En cuanto a la composición físico-química de la misma, el lote que recibió mayor cantidad de YEA-SACC presentó los valores más elevados, mientras que el lote con la dosis más baja del probiótico ofreció el nivel inferior, siendo el contenido de grasa en leche mayor en el lote que recibió la mayor cantidad de levadura. Tal respuesta se debe al modo de acción de la levadura, que optimiza el metabolismo ruminal y permite una mayor digestión de la fibra presente en la dieta y ejerciendo en algunos un efecto positivo en la producción de grasa, incorporando así un valor agregado a la leche producida. En relación a la lactosa, el lote control presentó las cifras más elevadas al compararlas con el resto de lotes. Tomando en consideración el conteo de células somáticas, el lote que ingirió la levadura en dosis altas presentó las cifras inferiores.

Tabla 1 Valores del control lechero.

Parámetros	Lote 1		Lote 1		Lote 1	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS
N	17		17		17	
Leche Kg.	1.79	0.43	1.79	0.43	1.79	0.43
Grasa %	5.24	0.78	5.24	0.78	5.24	0.78
Proteína %	3.65	0.33	3.65	0.33	3.65	0.33
Lactosa %	4.65	0.25	4.65	0.25	4.65	0.25
Rcs.cel/ml.	1514	1297	1514	1297	1514	1297
Peso Kg.	49.27	6.64	49.27	6.64	49.27	6.64
c.corporal	2.66	0.24	2.66	0.24	2.66	0.24

Al evaluar los índices corporales, podemos observar como el *Saccharomyces cerevisiae* incrementa la condición corporal en relación al lote control, disminuyendo el peso corporal en el grupo que recibió mayor dosis del aditivo, posiblemente debido a que estos animales producen una gran cantidad de leche y por tanto hacen mayor uso de sus reservas corporales.

La determinación de urea en leche de cabra es una herramienta de utilidad práctica fiable para la obtención de información preliminar acerca del balance metabólico nutricional de energía y proteína.

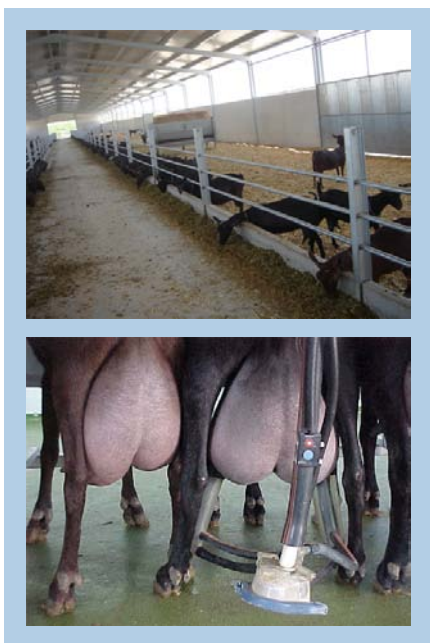
Tabla 2

Lotes	Proteína	N	Mean	Lc	Lc
1	1	17	402.7500	329.4846	476.0154
	2	16	440.5167	367.2512	513.7821
2	1	16	563.0000	489.4346	636.2654
	2	16	539.4778	4662124	612.7432
3	1	18	459.7111	386.4457	532.9765
	2	18	457.3000	384.0346	530.5654

La tabla número 2 ofrece los valores medios obtenidos para urea en leche, considerando tanto el régimen alimenticio (nivel de proteína como el lote). Desde el punto de vista estadístico, se puede señalar que sólo el tratamiento, es decir, la ingesta o no del probiótico influye sobre este análisis ($p=0.002132$), pues ni el nivel de proteína ($p= 0.896202$)

ni la interacción entre ambos ($p= 0.701866$) ofrecen diferencias significativas. Así, los animales que recibieron el aditivo muestran cifras superiores a los animales del lote control, con diferencias estadísticas sólo entre el grupo 1 y el grupo 2 ($p= 0.001769$).

Por otro lado, dentro de los dos grupos experimentales, las cabras que recibieron menor cantidad del probiótico (lote 2), presentan cifras superiores de urea en leche que aquellas que recibieron mayor cantidad del mismo ($p= 0.033563$). La razón de estas diferencias radica en que, tomando en consideración que la urea de la leche depende directamente de la cantidad de proteína bruta ingerida², y más concretamente, del desequilibrio existente entre la energía y la proteína de la ración, esto provoca que se produzca mayor cantidad de amoníaco ruminal y por consiguiente urea hepática, la cual atraviesa directamente el epitelio mamario, incorporándose por tanto a la leche. Es cierto que existe una alta correlación entre las cantidades de urea en leche y sangre, con cifras superiores en la primera, pero es la segunda, la fuente de proteína microbiana en el rumiante.



CONCLUSIONES

1. La adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (S.C.) a la dieta provoca un aumento del 7% en la producción de leche en cabras de raza Murciano-Granadina y, un incremento en el porcentaje de grasa en la misma, lo que se traduce en una mejora económica para el ganadero.
2. La alimentación en cabras lecheras enriquecida con la levadura (S.C.) produce un aumento del nivel de urea en leche, lo que indica un mayor metabolismo proteico. A su vez se aprecia una mejora de la condición corporal del animal.
3. En los animales que han consumido la dieta con el probiótico se aprecia un descenso en los valores del recuento de células somáticas, indicativo de un mejor estado sanitario de las cabras. ■

■ Determinación de parámetros físico-químicos y bacteriológicos de la hidrolización de cadáveres de animales no rumiantes

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua PR05-CC-01
Investigador responsable	Juan Bautista Lobera Lössel

OBJETIVOS

A) OBJETIVOS GLOBALES:

A.1) El primer objetivo global del proyecto es el desarrollo de una metodología para la eliminación de cadáveres animales segura y fiable, tanto en el terreno sanitario como medioambiental, mediante la utilización de una sustancia (alginato sódico) que actuará como bioactivadora de la autólisis microbiana cadavérica natural, con la ventaja añadida de que es factible su realización dentro de la propia explotación ganadera y sin necesidad de tiempos de espera; posibilitando así, otra vía eficaz en la eliminación de cadáveres, aparte de la incineración que contempla el Reglamento CE 1774/2002.

A.2) El segundo objetivo global es conocer la dinámica de las poblaciones de agentes zoonosos bacterianos en las cubas de hidrólisis de restos orgánicos y cadáveres de animales, que genere un modelo de gestión sanitaria de estos residuos, que a su vez conduzca a la obtención de un líquido con la mayor calidad microbiológica posible, minimizando el riesgo de exposición y persistencia de agentes patógenos en el medio ambiente. De este modo, se garantiza la salud pública, se evita el mantenimiento en el medio de agentes infecciosos para la ganadería y se puede obtener un producto que o bien pueda servir directamente como abono orgánico para las plantas o como bioenmendante después de un proceso compostaje o bien se pueda entregar sin riesgos a un gestor final de residuos.

B) OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

B.1) Evaluar los parámetros físico-químicos más relevantes desde el punto de vista agronómico, para la posible utilización del líquido resultante de la hidrolización de los cadáveres en la agricultura como abono o como bioenmendante de suelos agrícolas. Para lo cual, se estudiarán los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, índice Redox, Humedad, Densidad, y Materia Seca, así como la cantidad de Materia Orgánica total, la DBO₅ y la DQO. También se establecerán los niveles de macronutrientes primarios: Nitrógeno (orgánico, inorgánico y total), Fósforo (inorgánico) y Potasio (total), de macronutrientes secundarios: Sodio, Calcio, Azufre y Magnesio, y la presencia de determinados metales pesados: Cobre, Cinc, Plomo, Cadmio, Hierro, Manganeso, Mercurio, Níquel, Cromo, Arsénico y Selenio y de

aniones tales como: Cloruro, Carbonato, Sulfato, Fosfato y Nitrato. También se evaluará la presencia de aminoácidos en el “caldo” resultante de la hidrolización que puedan ser beneficiosos para la agricultura.

B.2) Desde el punto de vista de la Sanidad Animal, el presente proyecto se organiza con una triple finalidad: **(a)** detección, aislamiento e identificación de agentes patógenos bacterianos de interés ambiental y alimentario y contemplados en el Reglamento CE 1774/2002 como: *Salmonella spp.*, *Clostridium spp.* y *Enterobacteriaceae*. en los residuos líquidos obtenidos en las cubas experimentales de hidrólisis de cadáveres, con el fin de contribuir a la obtención de un líquido fertilizante con calidad microbiológica. Como segundo punto, **(b)** un seguimiento cronológico de las poblaciones de dichos agentes patógenos mediante el estudio de la evolución de sus concentraciones (unidades formadoras de colonias/ml) correlacionándolo con los resultados fisicoquímicos de los residuos líquidos obtenidos en las cubas experimentales de hidrólisis de cadáveres. Y por último, **(c)** establecer las bases metodológicas necesarias para la puesta en marcha de un servicio público de apoyo a los ganaderos que realicen la práctica de la eliminación de cadáveres mediante hidrólisis inducida en cuba. Sobre estas finalidades se formulan los siguientes objetivos concretos:

- Detección rápida directa de los agentes patógenos mediante métodos inmunológicos (EIA) en el líquido resultante de la hidrólisis de cadáveres y restos orgánicos.
- Análisis cualitativo mediante aislamiento e identificación de dichos microorganismos en medios generalistas y selectivos ad hoc en el líquido resultante de la hidrólisis.
- Análisis cuantitativo mediante estudio de las concentraciones de las poblaciones microbianas existentes en el líquido resultante de la hidrólisis de restos orgánicos y su correlación con parámetros de tipo fisicoquímico.

B.3) Comprobar la variación que se pueda producir, en cuanto a la duración del proceso de hidrolización en las diferentes especies ganaderas, en relación con el peso de cadáveres añadidos en cada cuba. Así como la variación en cuanto al consumo de agua en las diferentes hidrolizaciones, evaluando la cantidad de líquidos producidos en cada una de las cubas al final del proceso.

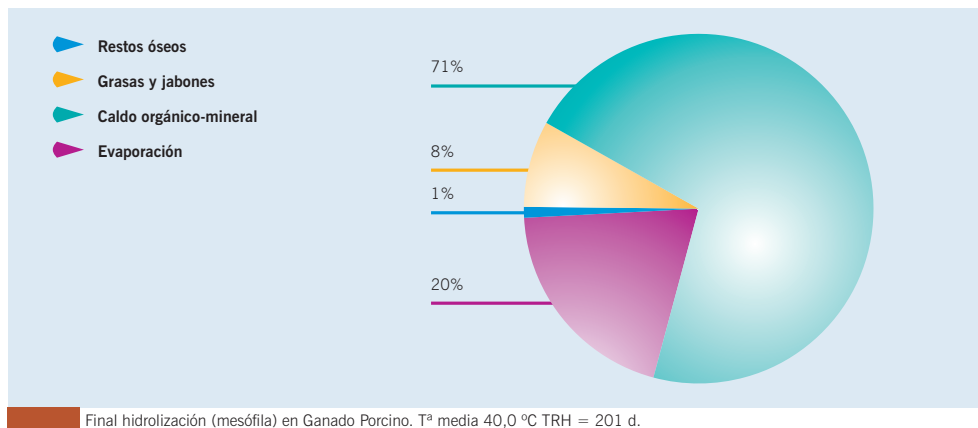
B.4) Establecer los niveles de inmisión de los gases producidos a la atmósfera, a pesar de que todo el proceso de hidrolización se lleva a cabo en una cuba plástica totalmente estanca, y con salida de gases a través de filtro de carbono activado. Los gases a estudiar serán: Amoníaco (NH_3), Metano (CH_4), Dióxido de Carbono (CO_2) y Sulfuro de Hidrógeno (SH_2).

B.5) Establecer las dosis agronómicas fiables de utilización del líquido resultante de la hidrolización de cadáveres, de tal forma que se minimice la posible alteración del medio ambiente que se pueda causar.

B.6) Realizar una primera aproximación al coste económico de este sistema de eliminación de cadáveres (expresado en euros por kilo de cadáver).

RESULTADOS OBTENIDOS

Se está procediendo al estudio de los resultados obtenidos de las muestras analizadas. Disponemos de TRES cubas de hidrolización, y los primeros resultados obtenidos de las denominadas cubas auxiliares, en las que tras las recogidas de muestras indicadas en el protocolo anteriormente señalado, hemos comprobado como la carga de gérmenes estudiados va disminuyendo paulatinamente.



Durante todo el ensayo se han adoptado medidas de desinsectación y desratización habituales en la explotación ganadera, teniendo siempre la precaución de mantener la cuba cerrada y sólo abrirla en el momento de depositar los cadáveres animales. Durante esta operación se han adoptado medidas de protección personal, mediante el uso de monos de trabajo desechables, botas, guantes apropiados y mascarilla adecuada para la protección de los operarios frente a los agentes infecciosos y los gases perniciosos.



A: Detalle del interior de una de las cubas de hidrolización con la adición de dos cadáveres de cerdas al inicio.
B: Interior de la cuba de hidrolización llena de cadáveres de cerdos, dispuesta para comenzar la hidrolización.
C: Restos óseos de cadáveres de ganado porcino hacia el final del período de hidrolización.

A lo largo de toda la fase experimental se han rellenado las correspondientes “Hoja de Control”, cada vez que se han añadido cadáveres a la cuba, recogiendo la siguiente información: nombre de la granja, tipo de cadáver, fecha, peso de los cadáveres o restos orgánicos añadidos. En esta misma hoja han quedado reflejadas las medidas de limpieza, desinfección y desinsectación (LDD) y todas las operaciones realizadas en la cuba de hidrolización, tales como adición de agua o de bioactivador Gel-60. Además, cada vez que se ha efectuado una recogida de muestra se ha rellenado la correspondiente “Hoja de Control” en la que consta la siguiente información: identificación de la granja, identificación de la muestra y fecha de recogida.

Análisis Bacteriológicos:

Los análisis microbiológicos han sido realizados en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Murcia. Siguiendo los criterios sanitarios, para obtener una buena valoración del método se han realizado análisis de las siguientes bacterias: *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella spp*, *Clostridium spp*, y *Shigella spp*. Con los resultados de dichos cultivos de aislamiento e identificación se ha estudiado la evolución de las siguientes poblaciones bacterianas existentes en la microbiota del interior de la cuba de hidrolización de cadáveres, pertenecientes a los géneros anteriormente indicados, comprobando el aumento de los mismos en las primeras fases, y su paulatino descenso conforme avanza el proceso. Para otros autores como Couturier y Galtier (2000) los factores de reducción de bacterias pueden ser: la temperatura, el contenido en sólidos, el TRH, la concentración de AGV y el pH. A estos factores nosotros añadiríamos la competencia entre poblaciones de bacterias por un mismo metabolito presente en el caldo orgánico de las cubas de hidrolización.

Con los resultados de dichos cultivos de aislamiento e identificación se ha estudiado la evolución de las siguientes poblaciones bacterianas existentes en la microbiota del interior de la cuba de hidrolización de cadáveres, pertenecientes a los siguientes Géneros: *Clostridium*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* y *Escherichia* (en concreto del *Escherichia coli* O157), obteniéndose los siguientes datos: se observa una tendencia decreciente en las poblaciones bacterianas estudiadas, pero se necesita un estudio más prolongado en el tiempo para alcanzar unas conclusiones válidas.

El agua utilizada en la cuba de hidrolización también ha sido analizada microbiológicamente, y ha dado un resultado negativo a todos los gérmenes analizados.

Análisis Parasitológico:

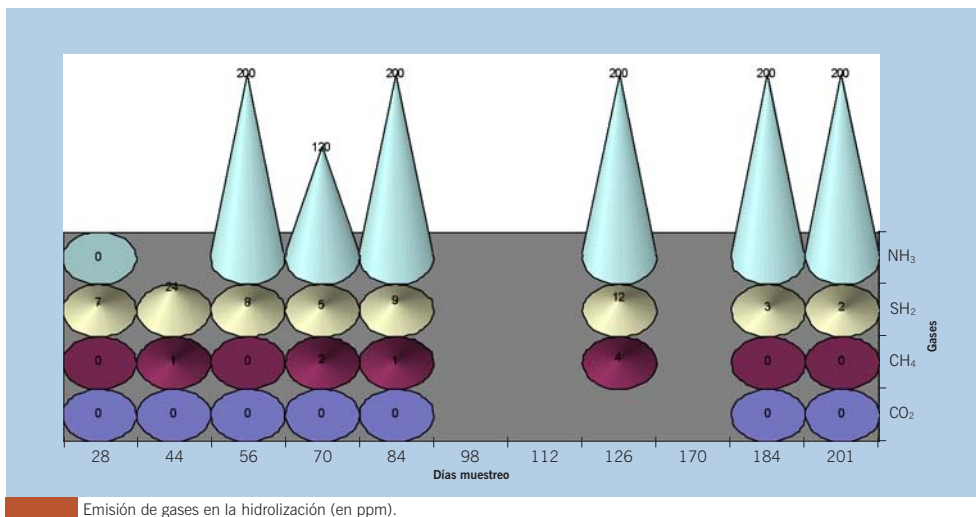
Los análisis parasitológicos efectuados en los diferentes muestreos no han detectado la presencia de ningún parásito ni forma parasitaria a partir de 60 días de inicio de la fase hidrolítica.

Emisión de Gases:

Durante la fase de depósito de cadáveres, la concentración en amoníaco a la salida de la cuba es muy elevada, y posteriormente, como la descomposición de cadáveres también produce una gran cantidad de gases y éstos pueden vehicular microorganismos, la cuba de hidrolización dispone de un filtro de carbono activado en la chimenea de escape de gases, que además contribuye a depurar la inmisión de gases. Además, la cuba cuenta con el efecto quelante del bioactivador que secuestra una cierta proporción de estos gases.

No se han detectado valores para ninguno de los gases, excepto para el oxígeno, en las mediciones llevadas a cabo a 3m de la cuba, a 1 metro de la cuba, y en la boca de chimenea, durante los ensayos. En las mediciones realizadas a boca de cuba, con apertura parcial del cierre de la cuba, se han obtenido los siguientes valores para cada tipo de gas:

- a) Amoníaco (NH_3), se han detectado valores de hasta 168 ppm.
- b) En cuanto al metano (CH_4), no se han encontrado valores: 0% LIE
- c) Respecto al sulfuro de hidrógeno (SH_2), los valores más altos que se han registrado han sido de 7 ppm
- d) Los valores del gas oxígeno (O_2), han disminuido desde el 20,9% hasta 20,4%.



Emisión de gases en la hidrolización (en ppm).

Con la cuba cerrada las emisiones de este tipo de gases analizados es nula y sólo puede presentar un peligro potencial en las labores de apertura de la cuba, pero teniendo en cuenta que el volumen libre en el interior de la cuba es muy pequeño, la cantidad real efectiva de gases emitidos puede ser considerada como desdeñable (del orden de unos 200 a 300 cc/cuba).

Los gases analizados en el presente ensayo: NH₃, CH₄, SH₂, que, junto con el CO₂ son los principales gases contaminantes y con efectos nocivos sobre la capa de ozono, o la lluvia ácida o el llamado efecto invernadero GEI (GEI: Gases Efecto Invernadero) según numerosos autores. Los valores medidos de los gases analizados se encuentran dentro de los límites que se preveían al inicio del ensayo, puesto que el proceso de hidrolización de los cadáveres y de otros restos orgánicos, si bien no se lleva a cabo dentro de una estricta anaerobiosis, sí que la atmósfera del interior presenta unas condiciones de disminución de oxígeno, creando unas condiciones de anaerobiosis que podríamos denominar como facultativa. Estas condiciones traen consigo una serie de fermentaciones y otro tipo de reacciones que favorecen la producción de gases como metano y sulfuro de hidrógeno, principalmente, además de favorecer otras transformaciones de la materia orgánica.

Análisis Físico-Químico:

A nivel de laboratorio: Según los análisis físico-químicos llevados a cabo sobre la fracción líquida del interior de la cuba de hidrolización, se puede deducir que se trata de un líquido con una estimable concentración de sales, entre las que destacan aniones como los bicarbonatos, fosfatos y cloruros, en orden decreciente y como cationes el potasio, el sodio y el calcio, aunque este último ión en bastante menor cantidad que los precedentes.

Asimismo, destaca la enorme cifra correspondiente a la DQO de este tipo de líquido: 275.400 mg de O₂/L de caldo, de media durante toda la experiencia, con una tendencia a la baja hacia el fin, cuestión que coincide con las hipótesis del equipo investigador, puesto que durante la prueba una parte de la materia orgánica es convertida en gas metano por acción de las bacterias metanogénicas. A pesar de esa cifra enorme, debe

considerarse normal dado que en gran parte el líquido procede de la descomposición de los cadáveres animales. También la cifra correspondiente a la DBO₅, es muy alta, aunque esperable, con un valor medio de 72.300 mg de O₂/L de caldo.

Hay que reseñar que los niveles de cobre y zinc obtenidos, expresados en mg/Kg. de M.S. son de media 15,00 y 99,00 respectivamente, es decir valores menores que los admitidos por el RD 1310/1990 que regula la utilización de los lodos de depuración en su anexo I B, en su opción más restrictiva (suelos de pH <7).

También es interesante comentar, que no se han encontrado otros metales pesados regulados por citado RD 1310/1990, tales como el cadmio, cromo, níquel, plomo o mercurio, en ninguno de los análisis realizados durante todo este ensayo .

Análisis Bioquímico:

De los 17 aminoácidos analizados, en el líquido resultante de la hidrolización, tan sólo han alcanzado valores superiores a 1 ppm, el ác. glutámico con 4 ppm, y con valores mucho más altos, la fenil-alanina con 55 ppm, la lisina con 79 ppm y por último la leucina con 183 ppm.. En cuanto a los aminoácidos considerados como precursores de las aminas biogénicas como la cadaverina y la putrescina, tales como lisina, arginina y metionina, salvo la lisina, los otros no han sobrepasado el nivel de 1 ppm.

El cromatograma y los espectros de masas de las fracciones de tóxicos extraídas, no han revelado la presencia de ningún compuesto tóxico, ni en cantidad, ni con el nivel de similitud suficientes como para ser tenidos en consideración desde el punto de vista de la etiología toxicológica, tan sólo ácidos grasos volátiles como: butanoico, pentanoico, hexanoico, heptanoico, octanoico, y otras sustancias aromáticas como: bencenoacético y derivados y butilato de hidroxitolueno, todas ellas sustancias propias de la degradación anaeróbica de la carne. ■

■ Depuración de efluentes porcinos con macrofitos

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua PR05-CC-04
Investigador responsable	Juan Bautista Lobera Lössel
Equipo	Angel Faz Cano Ana Caballero Lajarín Marisol del Manzano Alfredo Palop Gómez

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

El objetivo fundamental de este trabajo es la puesta a punto de sistemas “naturales” de depuración de purines de cerdo una vez sometidos a un tratamiento previo de separación de fases. De este modo se pretende depurar la fase líquida del purín (de mayor carga contaminante) con estos sistemas para hacerla apta para uso en regadíos. Esto permitirá su empleo seguro sin afectar a las propiedades fisico-químicas y microbiológicas de los suelos y las aguas.

Como objetivos concretos se pueden considerar los siguientes:

1. Caracterizar el efluente sólido y líquido antes y después del tratamiento determinando sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
2. Determinar la aptitud de los sistemas de depuración para el efluente líquido que se genera en las explotaciones porcinas. Se tendrán en cuenta diferentes caudales de entrada, lo cual permitirá evaluar cual es el caudal óptimo.
3. Establecer unas guías de manejo o recomendaciones que permitan a agricultores y ganaderos depurar y/o gestionar sus purines de cerdo de una forma sencilla y respetuosa con el medio ambiente.

RESULTADOS OBTENIDOS

Temperatura y pH

La elevación de la temperatura estimula la descomposición de los fangos, formación de gas, la multiplicación de bacterias saprofitas y hongos. Las acciones sinérgicas de los contaminantes son más intensas a temperaturas altas. El rango de temperaturas ha sido variado, los propios a los cambios de estación del año, pudiendo alcanzar en el verano unos 38-40 °C y en invierno entre 5-10 °C.

El pH sirve, principalmente, para determinar contaminaciones, no siendo generalmente, un criterio para determinar si el agua que se está usando es buena o mala para el riego. Se utiliza principalmente para ver la disponibilidad de los nutrientes, si es un medio básico los nutrientes precipitarán. Todas las aguas o la mayoría tienen pH comprendidos entre 7 y 8. Para comparar los valores de agua analizada con los generales e interpretarlos se puede utilizar la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación de los valores de pH.

pH	Catalogación
7 - 8,3	Valores normales
5,5 - 6,5	Valores óptimos
8,3	Valores de riesgo

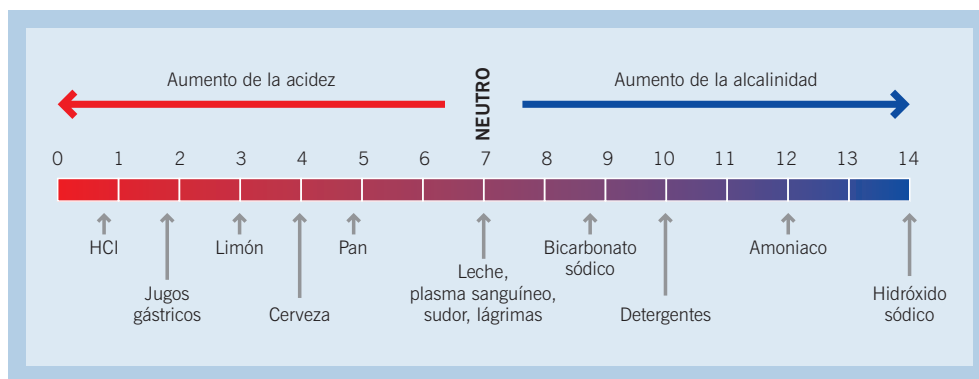


Figura 1 pH de algunas sustancias.

Como se puede observar el valor medio de pH del purín apenas varía a lo largo del sistema, se mantiene casi neutro. Según la tabla VIII.1 las muestras tipo B presentan una media de 7,19 después del tratamiento primario-secundario se obtiene una media de 7,46 (muestra tipo D) y finalmente después del tratamiento terciario se obtiene un pH de 7,80 que ha subido unas décimas rozando la basicidad. Se trata por tanto, según la clasificación de la tabla 1 de unos valores normales.

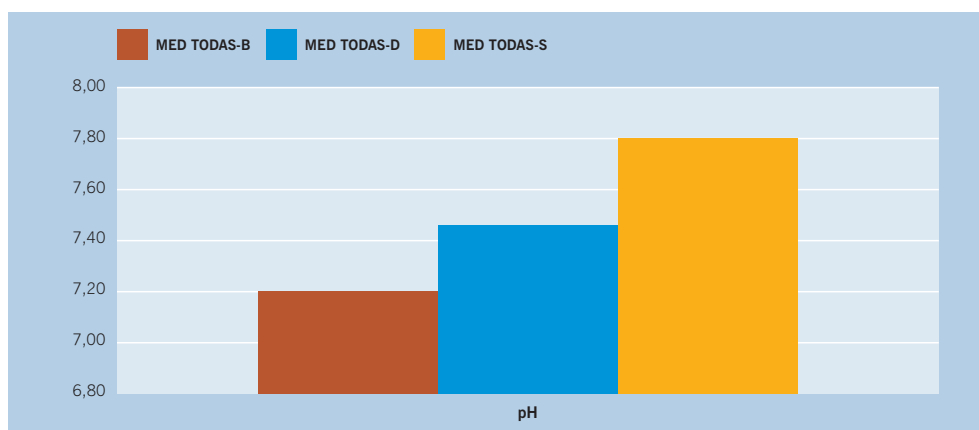


Figura 2 Medias de pH en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Conductividad eléctrica.

Para hacernos una idea comparativa, la CE del agua para consumo público ha de ser 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 °C (R.D. 1138/90, 14 de septiembre. Derogado por R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios de sanitarios de calidad del agua de consumo humano- (BOE 45/2003, 210203)).

Por otro lado la conductividad límite establecida por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Decreto n.º 16/1999, de 22 de abril, sobre vertidos de aguas residuales industriales al alcantarillado es de 5 000 S/cm.

El purín se clasifica según el riesgo de salinidad que tiene, basándose en la medida de la conductividad (Cerdeira 1980).

Tabla 2 Clasificación del riesgo que tiene el purín en función de la CE.

Riesgo	Alto	Medio	Bajo
CE (dS/m)	> 3,5	1,2- 3,5	< 1,2

La conductividad eléctrica media (tabla VIII.1) obtenida en las muestras tipo B (antes del tratamiento primario- secundario) es 12,37 dS/m; no ha sido muy elevada con respecto a otros purines de la zona, después del tratamiento primario- secundario la media obtenida ha sido 11,90 dS/m, (muestra tipo D) se ha conseguido una pequeña disminución y finalmente la conductividad después del tratamiento terciario es de 6,83 dS/m (muestra tipo S).

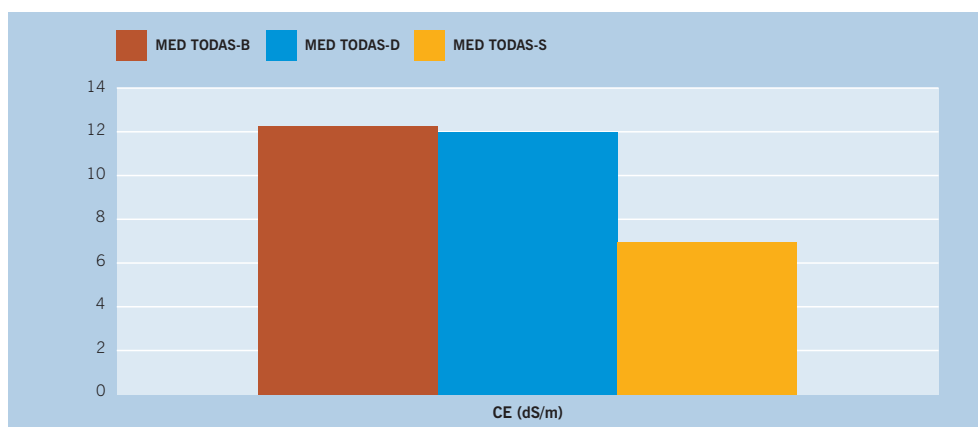


Figura 3 Medias de conductividad eléctrica en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Por tanto, mientras que el tratamiento primario-secundario nos ha permitido un rendimiento de eliminación del 4%, después del tratamiento terciario se mejora obteniéndose un rendimiento de eliminación del 43%, que si sumamos el total del rendimiento de ambos sistemas se ha conseguido una eliminación de conductividad eléctrica del 45% (tabla1).

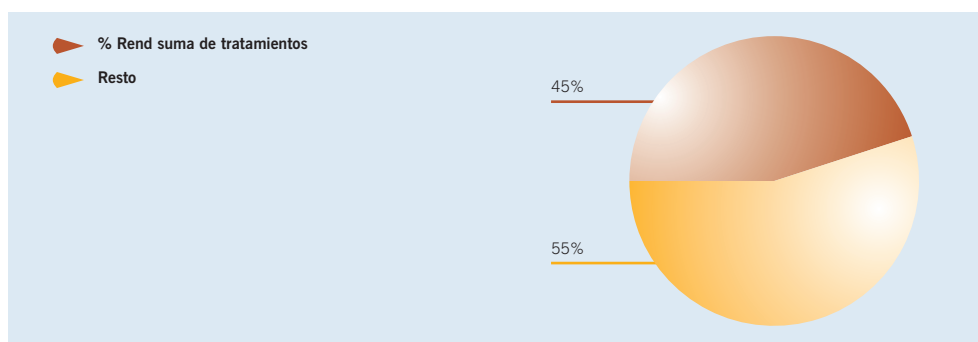


Figura 4 % Rendimiento de conductividad eléctrica.

Los resultados obtenidos son satisfactorios pues se consigue un descenso de salinidad en el purín, pero aún nos encontramos con un purín de alto riesgo, pues supera los 3,5 dS/m (tabla 2).

Sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y sólidos totales disueltos.

Sólidos sedimentables

En algunas ocasiones, las muestras de purín bruto (muestras tipo A y B) han presentado un aspecto muy turbio y fangoso, no llegando a sedimentar, sin transparencia alguna, lo cual es algo no muy deseable, pues nos da idea de la gran cantidad de sólidos en suspensión que se le está aportando al sistema y originando posibles problemas de obstrucción.

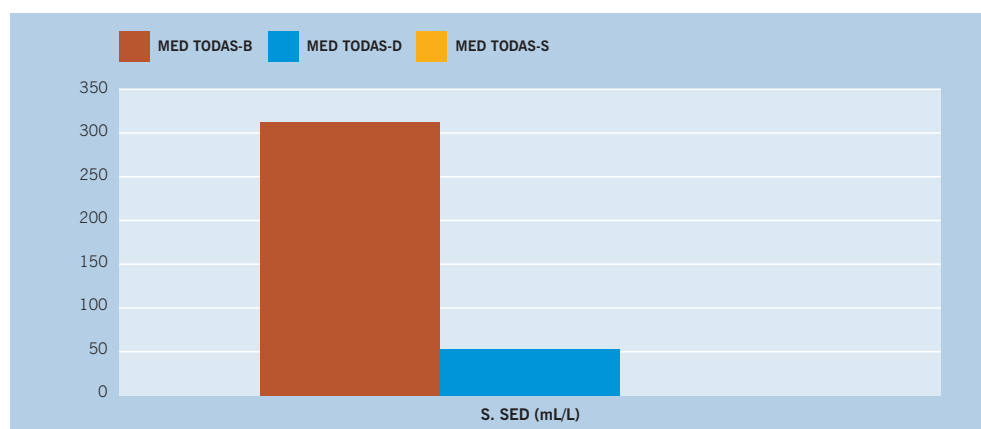


Figura 5 Medias de sólidos sedimentables en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

En el purín de entrada se ha obtenido una media de 316 mL/ L, mediante el tratamiento primario se consigue eliminar al 100% todos los sólidos sedimentables.

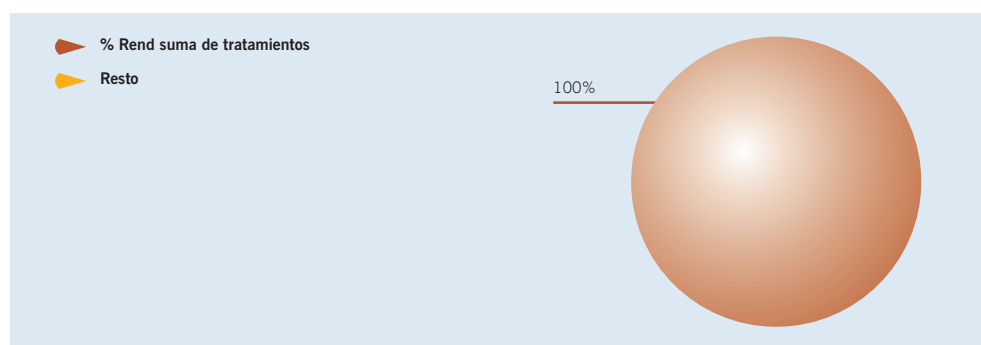


Figura 6 % Rendimiento de sólidos sedimentables.

Sólidos en suspensión

Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas). Las partículas coloidales; por su tamaño no precipitan, por lo que se los deben unir con coagulantes apropiados, formando "floculos" para que decanten.

Por otro lado, los sólidos en suspensión límite establecido por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Decreto n.º 16/1999, de 22 de abril, sobre vertidos de aguas residuales industriales al alcantarillado es de 500 mg/L.

Según podemos observar el sistema nos está permitiendo una disminución de la cantidad de sólidos en suspensión. El valor medio obtenido en el purín antes del tratamiento primario- secundario (muestra tipo B) ha sido 19.510 mg/L, después del tratamiento primario-secundario 15.724 mg/L (muestra tipo D) y finalmente después del tratamiento terciario 2.432 mg/L (muestra tipo S).

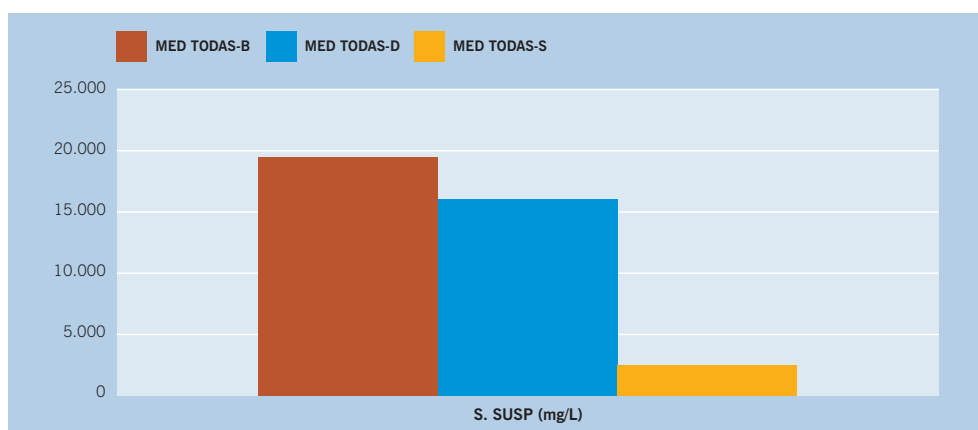


Figura 7 Medias de sólidos en suspensión en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Por tanto, el rendimiento de eliminación obtenido del tratamiento primario-secundario es el 19% mejorándose con el tratamiento terciario con un rendimiento de eliminación de 85%. Si sumamos el total del rendimiento de eliminación de ambos sistemas se ha conseguido una eliminación de sólidos en suspensión del 88% (tabla 1).

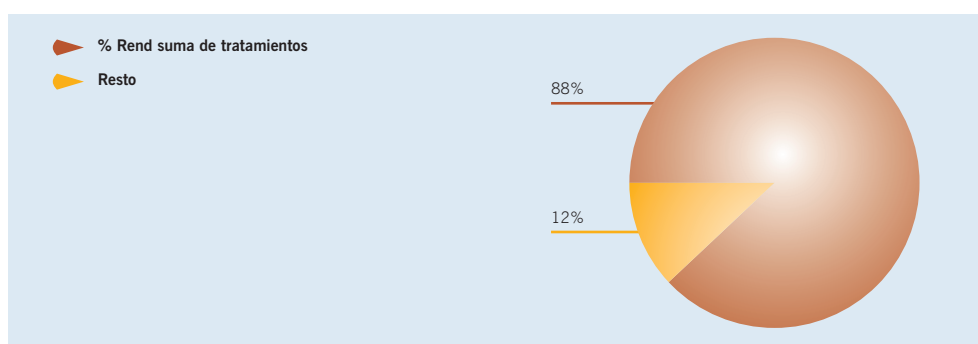


Figura 8 % Rendimiento de sólidos en suspensión.

Sólidos totales disueltos

CEw: conductividad eléctrica del agua de riego. Se utiliza como medida indirecta de la concentración en sólidos disueltos totales (SDT). Se expresa en deciSiemens por metro (dS/m).

SDT: sólidos disueltos totales: peso de las sales disueltas del agua de riego obtenidas por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Para la mayoría de las aplicaciones agrícolas existe una relación directa entre los valores de conductividad eléctrica (CE) y los de SDT con una precisión en torno al 10%.

Se puede determinar mediante la siguiente fórmula, que nos da un valor aproximado:
 $TDS \text{ mg/L} = CE (\mu\text{S/cm}) \text{ a } 25^\circ\text{C} \times 0,64$ para aguas de conductividad $\leq 5.000 \mu\text{S/cm}$ (1)
 $TDS \text{ mg/L} = CE (\mu\text{S/cm}) \text{ a } 25^\circ\text{C} \times 0,80$ para aguas de conductividad $> 5.000 \mu\text{S/cm}$ (2)
 Los valores obtenidos en el purín bruto (muestra tipo B) se han obtenido 9.897 mg/L, después del tratamiento primario-secundario se ha obtenido un valor medio de 9.515 mg/L (muestra tipo D) y finalmente, después del tratamiento terciario se reduce a 5.460 mg/L (muestra tipo S).

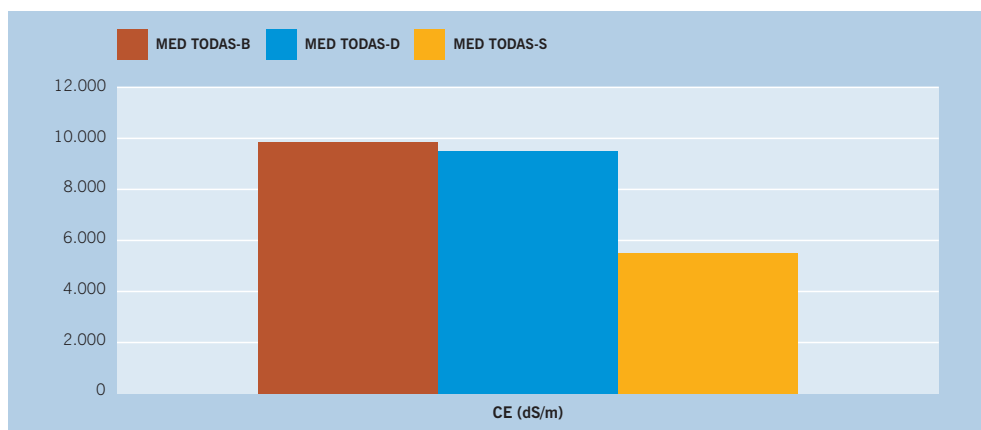


Figura 9 Medias de sólidos totales disueltos en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Por tanto, mientras que el tratamiento primario- secundario nos ha permitido un rendimiento de eliminación del 4%, después del tratamiento terciario se mejora obteniéndose un rendimiento de eliminación del 43%, que si sumamos el total del rendimiento de ambos sistemas se ha conseguido una eliminación de conductividad eléctrica del 45 % (tabla 1).

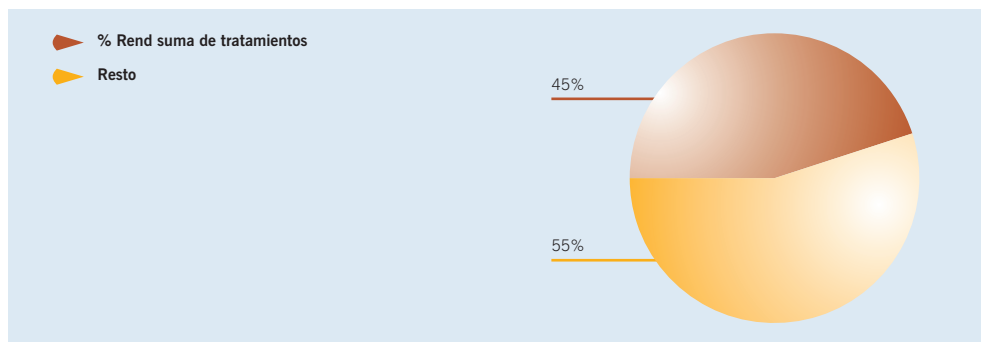


Figura 10 % Rendimiento de sólidos totales disueltos.

Potencial redox

El potencial redox es una medida de la actividad de los electrones. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Es análogo al pH ya que el pH mide la actividad de protones y el potencial redox mide la de los electrones.

Los valores obtenidos de potencial, en nuestro sistema, son bastante negativos, purín antes del primer tratamiento (muestra tipo B) es - 544 mV, después del tratamiento primario-secundario (muestra tipo D) se hace menos negativo -535 mV y finalmente después del tratamiento terciario se obtiene -351 mV.

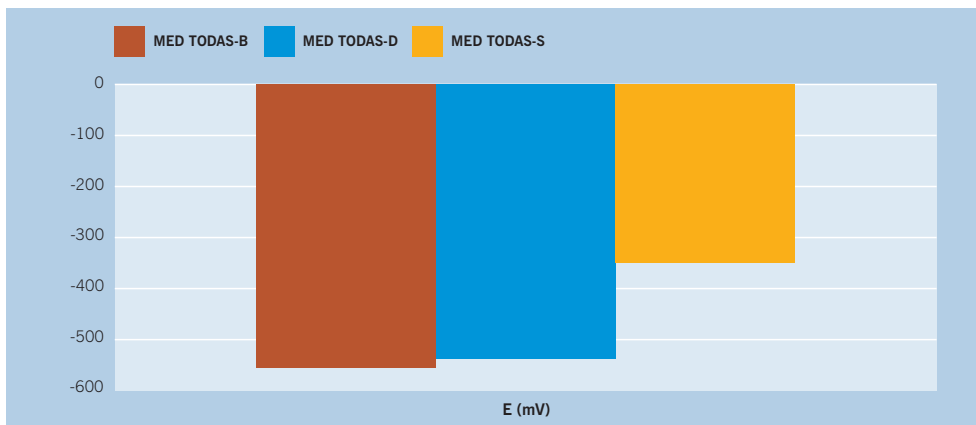


Figura 11 Medias de potencial redox en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Los rendimientos obtenidos después del tratamiento primario- secundario son: del 2%, después del tratamiento secundario del 34% y en conjunto del 35%. Es en el tratamiento terciario donde mayor variación de potencial se ha producido debido a la actividad fotosintética de la *Phragmites australis*.

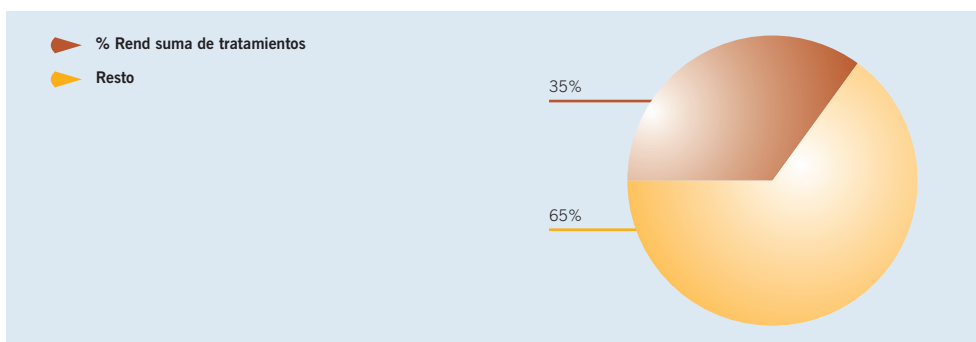


Figura 12 % Rendimiento de potencial redox.

Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días.

Expresa el grado de contaminación de un agua residual por materia orgánica degradable por oxidación biológica. El agua residual contiene una cierta flora bacteriana, que tras un tiempo de incubación, actúa degradando la materia orgánica contenida en el agua residual.

El límite establecido para la DBO5 por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia (Decreto n.º 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado) es de 650 mg/L.

Los valores obtenidos son más bajos de lo que cabría esperar.

Los valores obtenidos de la demanda bioquímica de oxígeno en el purín antes del tratamiento primario- secundario 8.728 mg/L (muestra tipo B), 5.060 mg/L después del tratamiento primario (muestra tipo D), y finalmente después del tratamiento terciario 890 mg/L.

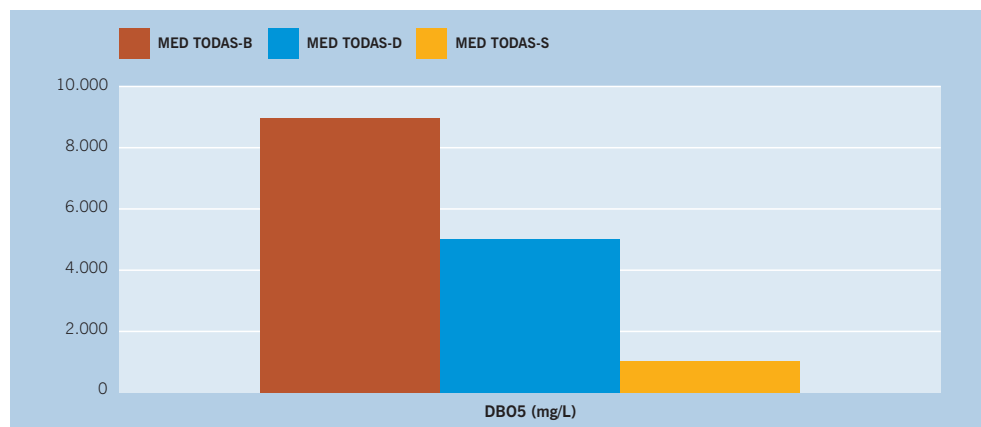


Figura 13 Medias de demanda bioquímica de oxígeno en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

En cuanto a los valores obtenidos se observa que se produce una disminución de la demanda bioquímica en cada uno de los humedales. Por tanto, el rendimiento obtenido después del tratamiento primario- secundario es del 42%, el rendimiento obtenido después del tratamiento terciario del 82%, siendo el total del 90%.

Demanda química de oxígeno.

La demanda química de oxígeno (DQO) se utiliza como una medida del equivalente de oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte.

El límite establecido para la DQO por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia (Decreto n.º 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado) es de 1100 mg/L.

La DQO o Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua residual. Es por tanto, una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido.

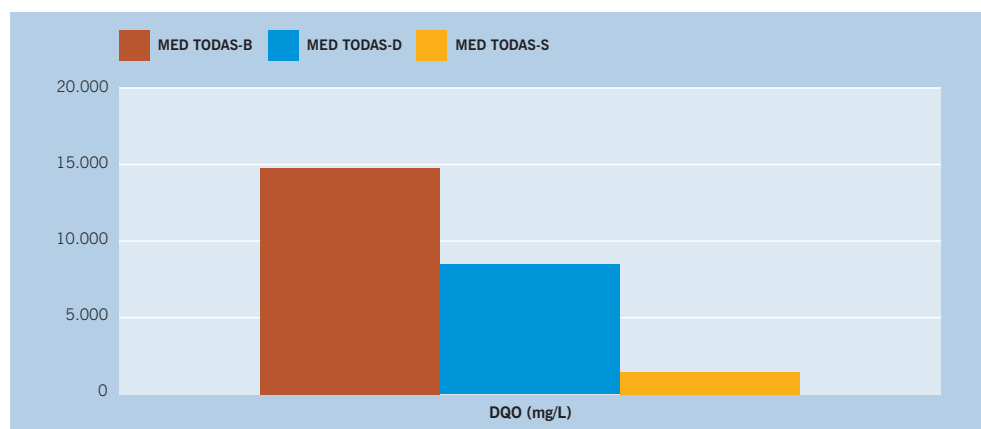


Figura 14 Medias de demanda química de oxígeno en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Los resultados obtenidos son: 14.546 mg/L antes del tratamiento primario- secundario (muestra tipo B), 8.433 mg/L después del tratamiento primario- secundario, con un rendimiento del 82%, 1.483 mg/L después del tratamiento terciario, con un rendimiento del 82%, siendo el rendimiento total de todos los tratamientos del 90%, un resultado muy bueno.

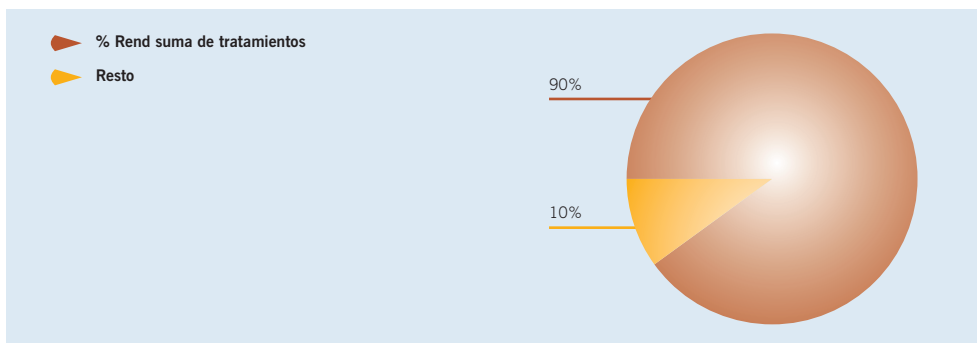


Figura 15 % Rendimiento de la demanda química de oxígeno.

Fósforo.

El fósforo, junto con el nitrógeno, es uno de los elementos más importantes en los ecosistemas. Sin embargo, a diferencia del nitrógeno, no hay un compuesto gaseoso significativo del fósforo que cierre el ciclo, sino que la tendencia, en la naturaleza, es a que el fósforo se acumule en sedimentos, cuando no es un constituyente de organismos.

El contenido de fósforo varía entre 3,8 g L⁻¹, en granjas de producción de lechones, 4,7 g L⁻¹ en granjas de ciclo cerrado y 5,9 g L⁻¹ en purín de cebadero (Europactizyme, 1999).

Los resultados obtenidos de fósforo total han sido: 109,4 mg/L antes del tratamiento primario- secundario (muestra tipo B), 49,3 mg/L después del tratamiento primario-secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del 55% y 10,6 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 79%. El rendimiento total de ambos tratamientos ha sido del 90%.

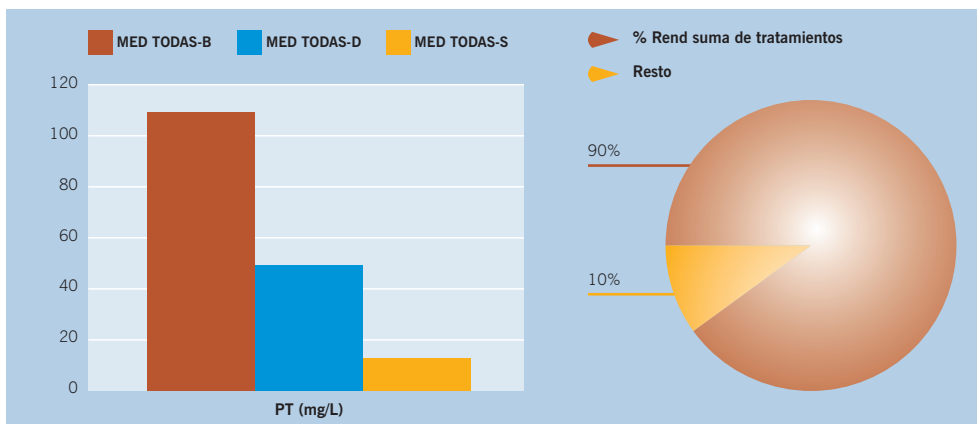


Figura 16 Medias de fósforo total en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1°-2° (D)- después del tratamiento 3° (S). % Rendimiento de fósforo total.

Los resultados obtenidos de fósforo inorgánico han sido: 254,9 mg/L antes del tratamiento primario (muestra tipo B), 115,3 mg/L después del tratamiento primario- secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del 55% y 19,8 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 83%. El rendimiento total de todos los tratamientos ha sido del 92%.

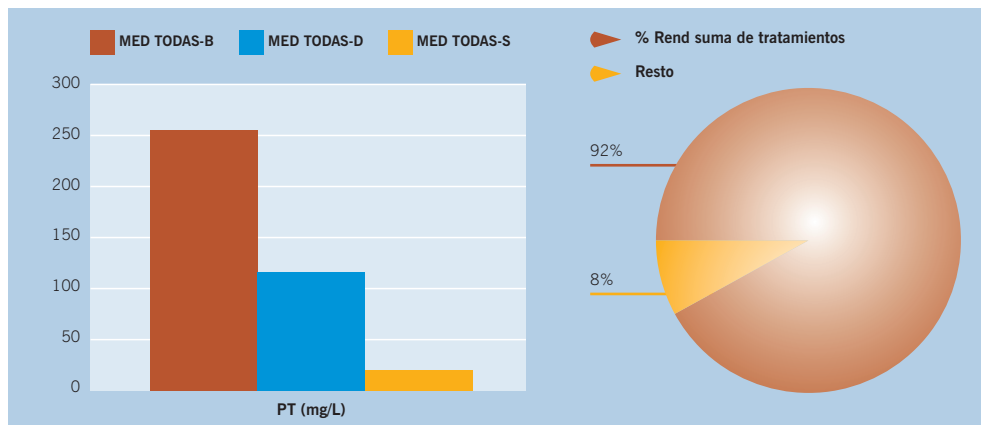


Figura 17 Medias de fósforo inorgánico en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S). % Rendimiento de fósforo inorgánico.

Los resultados obtenidos de ortofosfato han sido: 330,7 mg/L antes del tratamiento primario-secundario (muestra tipo B), 146,1 mg/L después del tratamiento primario-secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del 56% y 29,0 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 80%. El rendimiento total de todos los tratamientos ha sido del 91%.

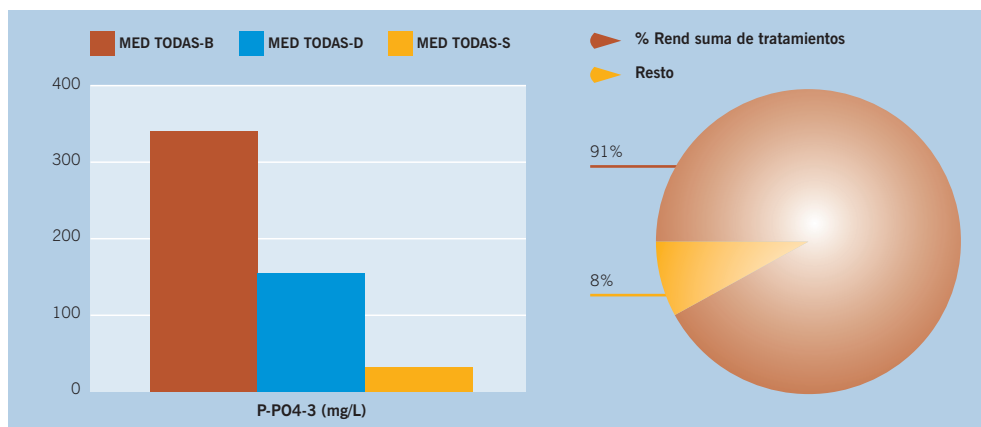


Figura 18 Medias de ortofosfato en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S). % Rendimiento de ortofosfato.

En todos los humedales se está produciendo una gran disminución del contenido en fósforo, siendo uno de los parámetros que más ha disminuido en todo este tiempo.

Nitrógeno.

Los altos valores de nitrógeno presentes en el purín lo hacen ser considerado como un fertilizante nitrogenado (Sánchez, 2001) y suele ser esta característica el factor limitante a la hora de aplicarlo al suelo.

Para tener una referencia, el límite de nitrógeno total establecido por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia (Decreto n.º 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado) es de 50 mg/L .

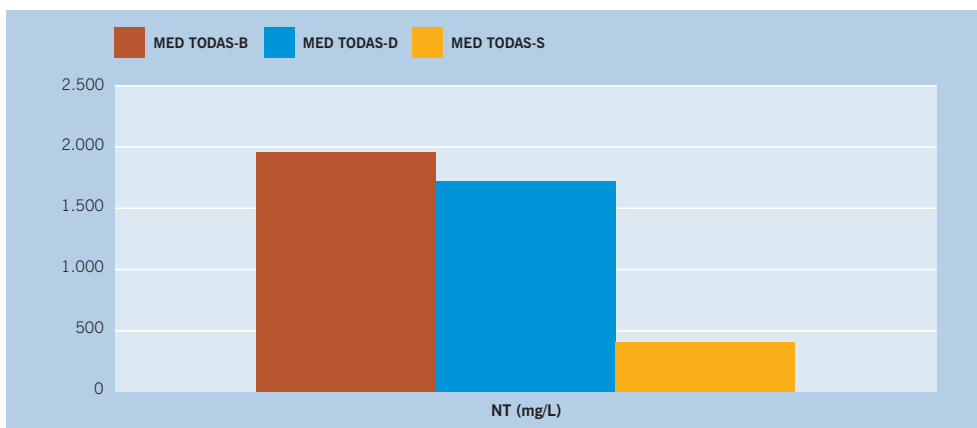


Figura 19 Medias de nitrógeno total en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Los resultados obtenidos de nitrógeno total han sido: 1.957,9 mg/L antes del tratamiento primario- secundario (muestra tipo B), 1.705,9 mg/L después del tratamiento primario-secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del 13% y 371,6 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 78%. El rendimiento total de ambos tratamientos ha sido del 81%.

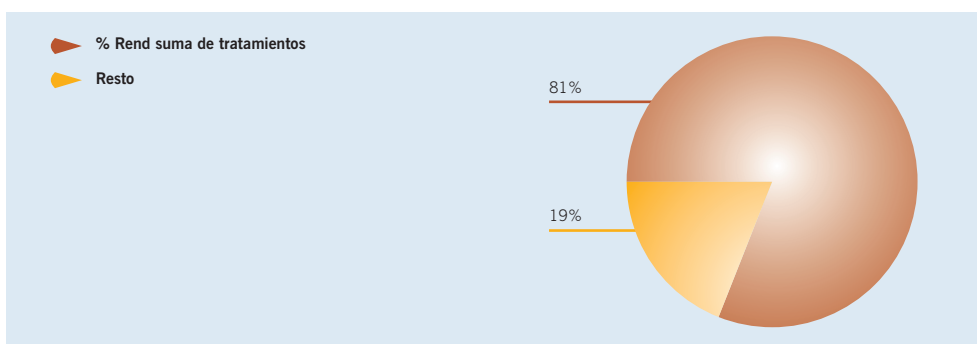


Figura 20 % Rendimiento de nitrógeno total.

Los resultados obtenidos de nitrógeno amoniacal han sido: 1.475,5 mg/L antes del tratamiento primario-secundario (muestra tipo B), 1.397,8 mg/L después del tratamiento terciario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del 5% y 311,3mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 78%. El rendimiento total de ambos tratamientos ha sido del 79%.

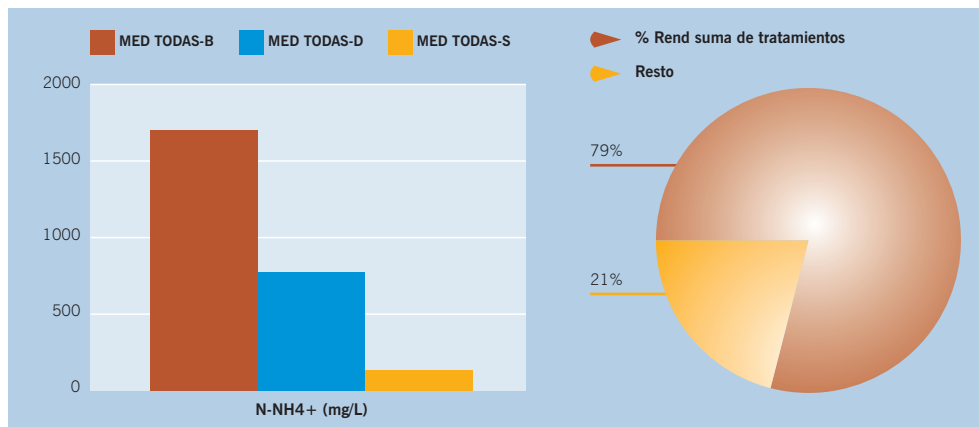


Figura 21 Medias de nitrógeno amoniacal en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S). % Rendimiento de nitrógeno amoniacal.

Los resultados obtenidos de nitrógeno orgánico han sido: 482,4 mg/L antes del tratamiento primario (muestra tipo B), 396,7 mg/L después del tratamiento primario- secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del 18% y 60,3 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 85%. El rendimiento total de todos los tratamientos ha sido del 87%.

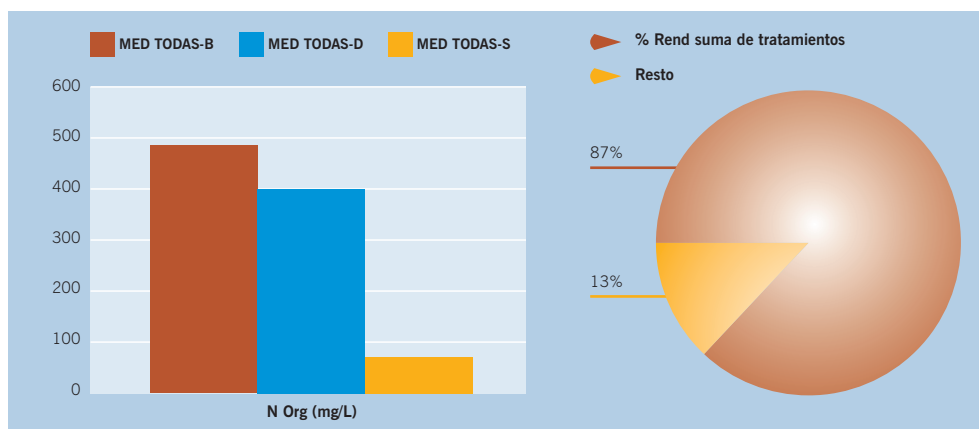


Figura 22 Medias de nitrógeno orgánico en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S). % Rendimiento de nitrógeno orgánico.

Los resultados obtenidos de nitrato han sido: 77 mg/L antes del tratamiento primario-secundario (muestra tipo B), 99 mg/L después del tratamiento primario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del -28% y 129 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del -30%. El rendimiento total de todos los tratamientos ha sido del -67%. Los valores negativos indican que se está generando un aumento de estas concentraciones.

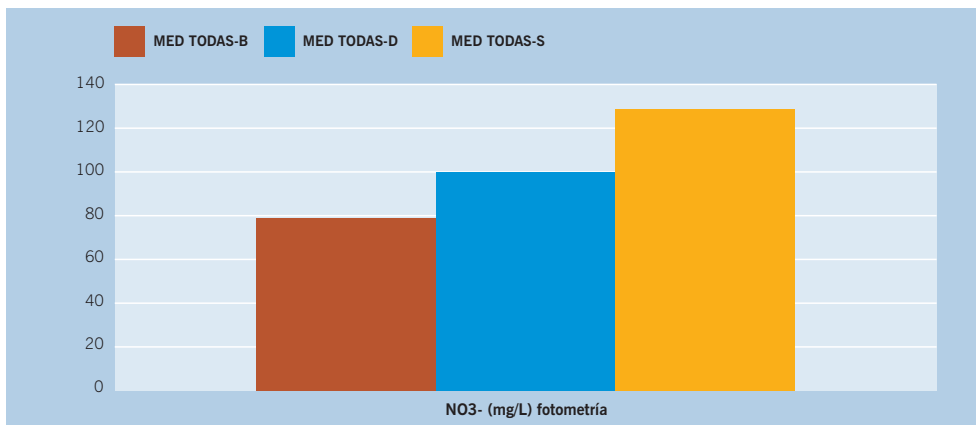


Figura 23 Medias de nitratos en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Los resultados obtenidos de nitrógeno- nitrato han sido: 22 mg/L antes del tratamiento primario (muestra tipo B), 25 mg/L después del tratamiento primario- secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del -12% y 29 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del -15%. El rendimiento total de todos los tratamientos ha sido del -29%. Los valores negativos indican que se está generando un aumento de estas concentraciones.

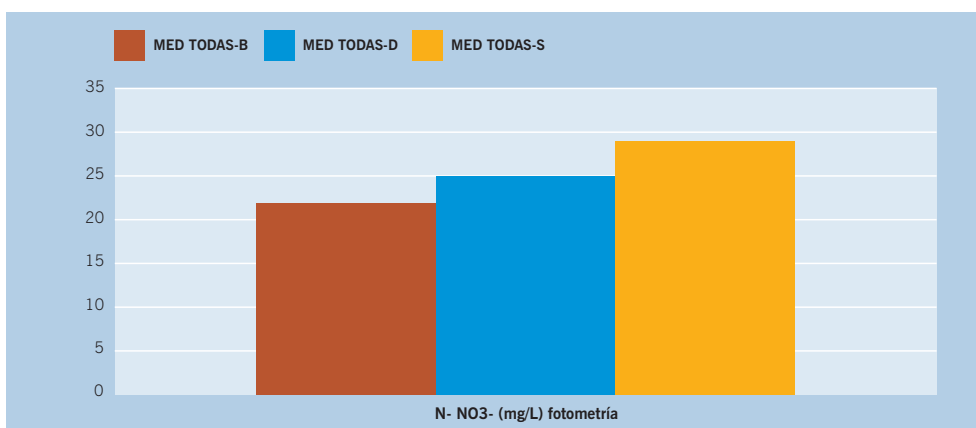


Figura 24 Medias de nitrógeno-nitrato en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Cobre y Cinc.

Para tener una referencia, el límite tanto de cobre como de cinc establecido por la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia (Decreto n.º 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado) es de 5 mg/L. El contenido en el purín de esos elementos es variable, según De la Flor y Lobete (1996) los valores de Cu y Zn bioasimilables son de 17% y 60%, respectivamente. El tipo de explotación que presenta una mayor cantidad de metales es la de engorde o cebadero con 67 mg L⁻¹ de Cu, 71 mg L⁻¹ de Zn, 437 mg L⁻¹ de Fe y 46 mg L⁻¹ de Mn.

El límite de concentración de cobre en el suelo es de 210 mg/kg y para el caso del cinc es de 450 mg/kg. (Artículo 3 del Real Decreto 1310/1990 del 29 de octubre anexo I A).

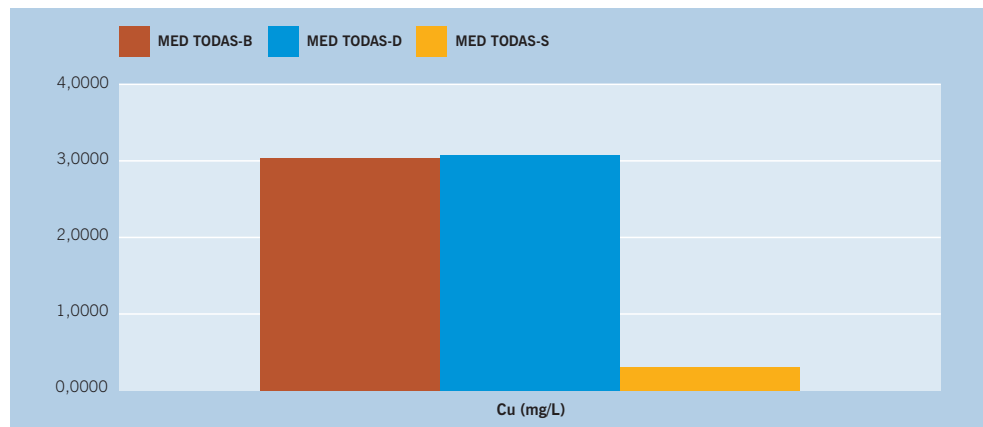


Figura 25 Medias de cobre en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S).

Los resultados obtenidos de cobre han sido: 3,0723 mg/L antes del tratamiento primario-secundario (muestra tipo B), 3,1315 mg/L después del tratamiento primario-secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del -2 % (no se ha originado eliminación) y 0,2875 mg/L después del tratamiento terciario con un rendimiento del 91 %. El rendimiento total de ambos tratamientos ha sido del 91 %.

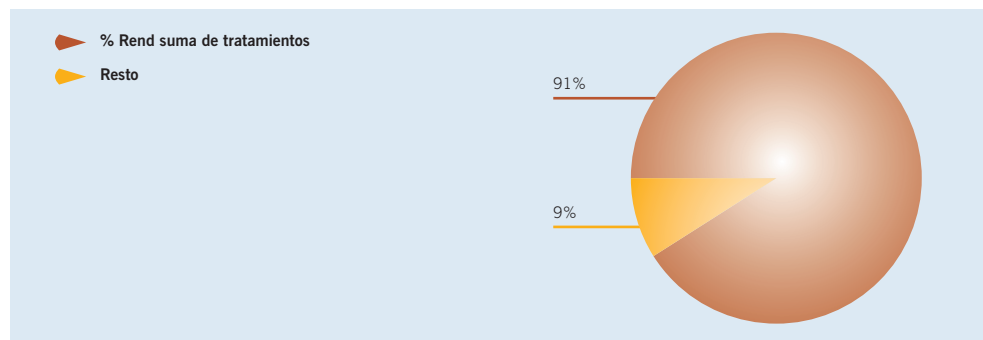


Figura 26 % Rendimiento de cobre.

Los resultados obtenidos de cinc han sido: 13,9283 mg/L antes del tratamiento primario-secundario (muestra tipo B), 14,9710 mg/L después del tratamiento primario-secundario (muestra tipo D), con un rendimiento de remoción del -7 % (no se ha originado eliminación) y 0,8754 mg/L después del tratamiento secundario con un rendimiento del 94 %. El rendimiento total de todos los tratamientos ha sido del 94 %.

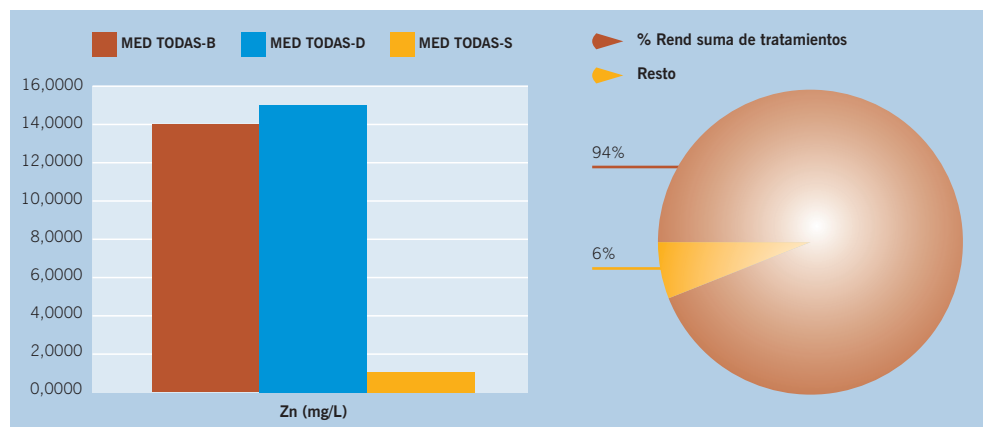


Figura 27 Medias de cinc en el purín: inicial (B)- después del tratamiento 1º-2º (D)- después del tratamiento 3º (S). % Rendimiento de cinc.



Detalle de una celda del humedal de flujo horizontal subsuperficial.



Aspecto comparativo del purín bruto (izq) antes de procesar y aspecto del efluente después del humedal artificial (dcha).



Biomasa de plantas autóctonas en la celda nº 1 del humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial.



Detalle de la floración del Phragmites australis en una de las celdas del humedal artificial.

■ Proyecto de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para la actualización continua en español y en su página web del *Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines* y del *Manual of Diagnostic Test for Aquatic animals*

Entidad financiadora y Referencia	Convenio entre la Dirección General de Asuntos Agrarios Internacionales del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y participación de otros países de habla española. París.
Investigador responsable	Crespo León, F. Investigador del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Murcia. España.
Equipo	<p>Prof. Dr. D. Elías Fernando Rodríguez Ferri. Catedrático de Microbiología e Inmunología. Facultad de Veterinaria de León. Departamento de Sanidad Animal. Universidad de León. España.</p> <p>Prof. Dra. Dña. María José Cubero Pablo. Profesora titular. Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. España.</p> <p>Profesor Dr. D. Serafín Gómez Cabrera. Profesor titular. Departamento de Anatomía y Anatomía patológica comparadas. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia España.</p> <p>Dr. D. Emilio León. Coordinador del Área de Epidemiología. Instituto de Patobiología CICVyA -INTA. CC 25-1712-Castelar. República Argentina.</p> <p>Profesor Dr. D. Cristóbal Zepeda Seín. USDA-APHIS-VS Centres for Epidemiology and Animal Health. Centro Colaborador de la OIE para sistemas de Vigilancia de las Enfermedades de los Animales y Análisis de Riesgo. Centres for Epidemiology & Animal Health, 2150 Centre Ave. Building B Fort Collins. CO 80526. Estados Unidos de Norte América.</p> <p>Prof. Dr. D. Francisco Gutiérrez Díez. Catedrático de Filología Inglesa. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. España.</p> <p>Prof. Dr. D. Pascual Cantos Gómez. Profesor Titular del Departamento de Filología Inglesa. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. España.</p> <p>Dr. D. Gastón Funes. Organización Mundial de Sanidad Animal. Oficina central. Paris. France.</p>

OBJETIVOS

Proporcionar a todos los laboratorios de diagnóstico veterinario y productores de vacuna de los países miembros de la OIE de habla española la actualización en español y en la página web de la OIE del *Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines* y del *Manual of Standards for Diagnostic Tests for Aquatic Animals* con plenas garantías técnicas y lingüísticas.

Ambos *manuales* son herramientas básicas en los programas de prevención, control, lucha y erradicación de las enfermedades infectocontagiosas y parasitarias de los animales acuáticos. Complementan a los *Código para los animales acuáticos* y al *Código para los animales terrestres* a fin de facilitar el comercio internacional de animales y productos de origen animal y contribuir a la mejora de los servicios de Sanidad animal de todos los países miembros de la OIE.

La página web de la OIE es el instrumento idóneo para consulta rápida por parte de los técnicos y especialistas interesados en ambos textos y el grupo *ad Hoc* descrito en el correspondiente proyecto.

RESULTADOS OBTENIDOS

Estructura organizativa.

La establecida para este proyecto es la misma que la expuesta para los proyectos para la traducción al español del *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animal* anteriormente citados como antecedentes. Está integrada por el Comité director y el grupo *ad Hoc* correspondiente.

Metodología de la traducción y actualización y su mecanismo de control.

La metodología de la traducción es la misma que la expuesta para los proyectos anteriormente citados.

- Fases de actualización y su mecanismo de control:

Las ediciones en inglés del *Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines* se lleva a cabo cada cuatro años y la del *Manual of Standards for Diagnostic Tests for Aquatic Animals* cada tres.

Cada capítulo es revisado por uno o más autores y enviado a los países miembros para que hagan sus comentarios. Una vez corregido de acuerdo con esos comentarios, se devuelve a sus autores para su aprobación. Ocasionalmente, la Comisión de Normas Biológicas de la OIE, puede hacer una corrección final. En consecuencia; antes de iniciar la traducción al español, es preciso que la versión inglesa sea la definitiva.

Por otra parte, cada año, la Comisión de Normas Biológicas selecciona los capítulos que requieren una urgente actualización. Estos capítulos son propuestos para ser revisados y han de ser aprobados en la Sesión general.

Todos los textos añadidos entre las dos últimas ediciones en inglés han sido señalados, lo que sirve de ayuda a los traductores.

Por último, se procede a la adaptación de los capítulos actualizados a la versión de la página web del Manual.

Tan pronto como la versión española del Manual sea válida en línea, los capítulos adoptados en mayo son actualizados en versión on line.

- Normas para la coordinación de la traducción y la puesta en la página web de la OIE.
- El Servicio Científico y Técnico de la OIE envía textos los originales en inglés corregidos al coordinador de los traductores en las siguientes condiciones.
- El texto se encuentra en modo normal.
- Aparecen señaladas exclusivamente las palabras, frases o palabras añadidas.
- Se señala así mismo, cualquier cambio que consista en la supresión de texto (palabras, frases o párrafos).
- El revisor veterinario revisa exclusivamente el texto de la traducción que se le entregue, cotejándolo con el texto en inglés.
- Las modificaciones de los revisores se llevarán a cabo en modo “Herramientas/control de cambios”.

Este proyecto se encuentra actualmente en plena fase de desarrollo y de perfeccionamiento y se prevé su continuidad de acuerdo con las modificaciones sucesivas que surjan como consecuencia del progreso en la investigación y de la incorporación de nuevas tecnologías al diagnóstico de las enfermedades de los animales acuáticos y terrestres, así como a la producción y control de nuevas vacunas. ■

■ Proyecto de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para la bases de datos terminológica multilingüe para el ámbito de la Sanidad Animal y ciencias afines

Entidad financiadora y Referencia	Convenio entre la Dirección General de Asuntos Agrarios Internacionales del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y participación de otros países de habla española. París.
Investigador responsable	Crespo León, F. Investigador del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Murcia. España.
Equipo	<p>Prof. Dr. D. Elías Fernando Rodríguez Ferri. Catedrático de Microbiología e Inmunología. Facultad de Veterinaria de León. Departamento de Sanidad Animal. Universidad de León. España.</p> <p>Prof. Dra. Dña. María José Cubero Pablo. Profesora titular. Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. España.</p> <p>Profesor Dr. D. Serafín Gómez Cabrera. Profesor titular. Departamento de Anatomía y Anatomía patológica comparadas. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia España.</p> <p>Dr. D. Emilio León. Coordinador del Área de Epidemiología. Instituto de Patobiología CICVyA -INTA. CC 25-1712-Castelar. República Argentina.</p> <p>Profesor Dr. D. Cristóbal Zepeda Seín. USDA-APHIS-VS Centres for Epidemiology and Animal Health. Centro Colaborador de la OIE para sistemas de Vigilancia de las Enfermedades de los Animales y Análisis de Riesgo. Centres for Epidemiology & Animal Health, 2150 Centre Ave. Building B Fort Collins. CO 80526. Estados Unidos de Norte América.</p> <p>Prof. Dr. D. Francisco Gutiérrez Díez. Catedrático de Filología Inglesa. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. España.</p> <p>Prof. Dr. D. Pascual Cantos Gómez. Profesor Titular del Departamento de Filología Inglesa. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. España.</p> <p>Dr. D. Gastón Funes. Organización Mundial de Sanidad Animal. Oficina central. Paris. France.</p>

OBJETIVOS

Crear de una base terminológica multilingüe (español-inglés, ampliable al francés primariamente y a otras lenguas) para el ámbito de comunicación o dominio lingüístico de la Sanidad animal y áreas afines, actualizada, fiable, validada y estandarizada, a la vez que suficientemente contrastada y con todas las garantías lingüísticas universales.

La convergencia en este proyecto de profesionales, expertos e investigadores en las áreas de la Sanidad animal, lingüística y lingüística computacional asegurará:

- La selección pertinente y actualizada de los términos específicos del ámbito de la sanidad animal y áreas afines,
- La traducción exacta o más común de los términos específicos del ámbito de la sanidad animal y áreas afines,
- La inclusión de términos propios de otros países de habla española.

Esta base terminológica multilingüe tendrá una aplicación inmediata tanto para profesionales, expertos, investigadores y administración pública, como para traductores, asegurando una traducción terminológica correcta y precisa, además de contar con todas las garantías a la hora de entender o confeccionar documentos escritos en otras lenguas.

Por añadidura, la reutilización de esta base va más allá de lo anteriormente expuesto, pudiéndose integrar posteriormente en un analizador textual terminológico y metabuscador web específico que permita la extracción inteligente multilingüe de documentos, páginas y sitios web de interés para los profesionales e investigadores.

La duración del proyecto es de tres años para la implementación, puesta a punto y validación de la base de datos. La actualización será permanente e indefinida de acuerdo a las necesidades de incorporación de nuevos términos que surjan.

RESULTADOS OBTENIDOS

Estructura organizativa.

Es la misma que la expuesta para los proyectos anteriormente citados. Está integrada por el Comité director y el grupo ad Hoc correspondiente.

Metodología.

Las fuentes de léxico que nutren la base de datos serán seleccionadas por el Comité Director, el Director General de la OIE o experto/s en quién delegue. Dichas fuentes serán textos científicos, técnicos o administrativos de la OIE que serán proporcionados por los diferentes servicios de la Oficina central. Entre ellos destacamos:

- Lista de Enfermedades de la OIE.
- Terminología utilizada en el sistema de notificación de enfermedades a través del Sistema Mundial de Información de Sanidad Animal de la OIE (WAHIS), métodos diagnósticos de enfermedades y medidas de control inclusive.
- Terminología relacionada con el Código Zoonosario Internacional de mamíferos, aves y abejas, Código Sanitario Internacional de los Animales Acuáticos.
- Terminología relacionada con el Manual de Normas para las Pruebas de Diagnóstico y las Vacunas y otras publicaciones técnicas.
- Textos fundamentales de la OIE. Mack, Roy (ed) Dictionary of animal health terminology: in English, French, Spanish, German and Latin compiled by Office

International des Epizooties. Elsevier, 1992 ISBN: 0444880852.

- Antigua base de datos de la OIE. En ella se mezclan muy diferentes terminologías relacionadas con las enfermedades infecciosas, administración y temas muy diversos relacionados directa o indirectamente con la Sanidad animal. Está integrada por 5.580 términos (2.080 en francés, 1.780 en inglés y 1.720 en español).

Con el desarrollo de estos proyectos, pueden establecerse paulatinamente otras fuentes de información ajenas a la OIE, que son las procedentes de Tesis doctorales, artículos diversos, informes, documentos técnicos, etc, emitidos en su mayoría y en un principio, por las diferentes facultades de veterinaria españolas y de países de Hispanoamérica.

La base de datos y la aplicación de internet serán alojadas por la OIE en sus servidores. Las tecnologías utilizadas para la aplicación serán compatibles con las utilizadas en el servidor de la OIE (lenguaje, base de datos, etc.). Se efectuará una copia de seguridad diaria de la base de datos.

Cronograma y situación actual.

Primer año: 2008-2009

- Objetivo 1.- Recopilación de materiales y publicaciones sobre sanidad animal en formato digital e impreso (diccionarios, manuales, bases de datos existentes, etc.).
- Tarea 1.- Recopilación de materiales y publicaciones sobre sanidad animal en formato digital e impreso (diccionarios, manuales, bases de datos existentes, etc.).

Subtareas: - T1.1.- Acopio de materiales y publicaciones relevante y actuales sobre sanidad animal.

- T1.2.- Búsqueda y localización de páginas y servidores web de libros, revistas pertinentes y actualizadas.

- T1.3.- Selección de textos y adecuación de los mismos a formato de una base textual.

- Objetivo O.C.2.- Digitalización de los materiales impresos (escaneado y/o copiado) (T2).
- Tarea 2.- Digitalización de los materiales impresos (escaneado y/o copiado).

Subtareas: - (T2.1) Escaneo de materiales y publicaciones relevante y actuales sobre sanidad animal (1/5/2003-1/10/2003).

- (T2.2) Copiado de materiales y publicaciones relevante y actuales sobre sanidad animal (tras la pertinente concesión del copyright, si fuera necesario) (1/5/2003-1/10/2003).

- (T2.3) Revisión y corrección de los materiales digitalizados (1/10/2003-1/1/2004).

Este proyecto se inició en octubre de 2008 y se prevé su continuidad de acuerdo con las modificaciones sucesivas que surjan como consecuencia del progreso en la investigación y de la incorporación de nuevas tecnologías en la prevención, control, lucha y erradicación de las enfermedades de los animales terrestres y acuáticos, así como la progresiva incorporación a la base de datos de terminología expresada en otras lenguas oficiales de la OIE, como el francés y oficiosas con progresivo aumento de la importancia e influencia en diversas áreas geográficas, como el alemán, el ruso, chino y árabe. ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

ALCAZAR, F.; CARREÑO, F.; CARRIZOSA, J.A.; CORREAL, E.; ERENA, M.; GARCÍA, J.; GARCÍA, P.; HOYOS, A.; LOBERA, J. B.; MARTINEZ, A.; MEGIAS, M. D.; ROBLEDO, A.; ROBLES, A. B.; RÍOS, S.; ROUCO, A.; VICENTE M.; 2007. Tipificación, cartografía y evaluación de los recursos pastables de la Región de Murcia. *Informes-18*, Consejería de Agricultura y Agua, Región de Murcia.

BADAoui, B.; SERRADILLA, J. M.; URRUTIA, B.; ARES, J. L.; CARRIZOSA, J.A.; SÁNCHEZ, A.; JORDANA, J.; AMILLS, M. 2007. Goat acetyl-coenzyme a carboxylase α : Molecular characterization, polymorphism, and association with milk traits. *Journal Dairy Science*. 90: 1039-1043.

BADAoui, B.; SERRADILLA, J. M.; TOMÁS, A.; URRUTIA, B.; ARES, J. L.; CARRIZOSA, J.A.; SÁNCHEZ, A.; JORDANA, J.; AMILLS, M. 2007. Identification of two polymorphisms in the goat lipoprotein lipase gene and their association with milk production traits. *Journal Dairy Science*.

CARAVACA, F.; AMILLS, M.; JORDANA, J.; ANGIOLILLO, A.; AGÜERA, P.; ARANDA, C.; MENÉNDEZ-BUXADERA, A.; SÁNCHEZ A.; CARRIZOSA, J.A.; URRUTIA, B.; SÁNCHEZ, A.; SERRADILLA, J. M. 2008. Effect of α S1-casein (CSN1S1) genotype on milk CSN1S1 content in Malagueña and Murciano-Granadina goats. *Journal of Dairy research*. 75: 481-484.

CRESPO LEÓN, F., F. GUTIÉRREZ DÍEZ y P. CANTOS GÓMEZ. 2007. Colaboración en materia de política lingüística del idioma español entre la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del reino de España. In *"Centenario del Cuerpo nacional Veterinario"* (1907-2007). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. I: 539-550.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Promoción XXX (1982). In *"Centenario del Cuerpo nacional Veterinario"* (1907-2007). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. I: 702-706.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Gripe aviar y servicios veterinarios. 2007. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 17 de febrero y en el *Boletín del Colegio Oficial de Veterinarios*. Marzo.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Dos veterinarios. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 16 de marzo.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Pasaron cien años... escribimos un libro. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 14 de mayo.

CRESPO LEÓN, F. 2007. El Dr. D.E. Salmon y Salmonella. *Opinión*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 6 de junio.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Es mejor prevenir. *Boletín del Colegio Oficial de Veterinarios*. Junio-julio.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Topillos y turalemia. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 2 de agosto.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Prevención de la fiebre aftosa. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 19 de agosto.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Murcia gallística. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 31 de agosto.

CRESPO LEÓN, F. 2007. La batalla de las abejas. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 9 de octubre.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Reaparecen viejos e injustificados temores. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 12 de abril.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Lengua azul y cambio climático. *La Tribuna de La Verdad*. Diario la Verdad de Murcia. Murcia 3 de diciembre.

LÓPEZ-SEBASTIAN, A.; GONZÁLEZ, A.; CARRIZOSA, J.A.; URRUTIA, B.; DIAZ, C.; SANTIAGO, J.; GÓMEZ, A. 2007. New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season. *Theriogenology, journal of animal reproduction*. 68: 1081-1087.

SANTIAGO, J.; COLOMA, M.A.; TOLEDANO, A.; GÓMEZ, A.; PULIDO, A.; ZAMORA, A.; CARRIZOSA, J.A.; URRUTIA, B.; LÓPEZ-SEBASTIAN, A. 2008. A comparison of the protective action of chicken and quail egg yolk in the cryopreservation of spanish bies epididymal spermatozosa. *Cryobiology* 57: 25-29.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

CABALLERO, A.; FAZ, A.; LOBERA, JB. 2007. Nitrogen Removal from Pig Slurry by Constructed Wetlands. *15th Nitrogen Workshop "Towards a better efficiency in Nitrogen use"*. Lérida (España).

CABALLERO, A.; FAZ, A.; LOBERA, JB. 2007. Vertical surface and horizontal sub-surface flow constructed wetlands. Phytoremediation of pig slurry. Cost 859 "*Workshop of Working Groups 2 and 4 together with Management Committee Meeting*" *Fate of pollutants in the plant / rhizosphere system: Fundamental aspects and their significance for field applications - Prospects and research needs*. Vilnius (Lituania).

CABALLERO, A.; FAZ, A.; LOBERA, JB. 2007. Depuración de efluentes ganaderos mediante humedales artificiales. *III Simposio nacional sobre control de la degradación de suelos y desertificación*. Fuerteventura (España).

CABALLERO, A.; FAZ, A.; LOBERA, JB. 2007. Pig slurry depurated by constructed wetlands. *14th International symposium on environmental pollution and its impact on life in the Mediterranean*. Sevilla (España).

CABALLERO, A.; FAZ, A.; LOBERA, JB. 2007. Farm wastewater Phytoremediation. *9th International Meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate*. Aix-en-Provence (Francia).

CRESPO LEÓN, F. 2007. Directrices Generales de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre evaluación de Servicios Veterinarios. *Actos conmemorativos del I Centenario del Cuerpo Nacional Veterinario*. Asociación del Cuerpo Nacional Veterinario, Colegio Oficial de Veterinarios de Murcia. Consejería de Agricultura y Agua. Murcia.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Directrices generales de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en el ámbito de las zoonosis y de las enfermedades emergentes y reemergentes. *I Curso internacional sobre Zoonosis y Enfermedades Emergentes y Reemergentes*. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Valencia.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Evaluation of Performance of Veterinary Services using the OIE-PVS Tool. *Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)*. México.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Situación actual de los proyectos sobre lingüística de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). *75^a Sesión General de la Organización Mundial de Sanidad Animal. Comité Internacional*. Maison de la Chimie. París.

CRESPO LEÓN, F. 2007. Estrategias para la erradicación de enfermedades de baja prevalencia: brucelosis. *I Jornada internacional sobre estrategias para la erradicación de enfermedades de baja prevalencia: tuberculosis y brucelosis en ganado vacuno*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Tragedes. Madrid.

CRESPO LEÓN, F. 2007. *1^a Reunión del Comité Científico del II Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria*. Iltre. Colegio Oficial de Veterinarios de Murcia. Murcia.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Task Force for monitoring eradication programmes sheep and goat brucellosis subgroup. *Commissio des Communautes Europeenes*. Roma.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Comentarios del Comité director de la lengua española. *Reunión de la Comisión Regional de la OIE para las Américas. 76ª Sesión General de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Comité Internacional.* Maison de la Chimie. París.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Situación actual de los proyectos sobre lingüística de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). *76ª Sesión General de la Organización Mundial de Sanidad Animal. Comité Internacional.* Maison de la Chimie. París.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Tercer seminario para evaluadores de actividades de formación continuada de las profesiones sanitarias. *Comisión de Formación Continuada de las Profesiones Sanitarias de la Región de Murcia. Secretaría Técnica.* Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Murcia.

CRESPO LEÓN, F. 2008. Task Force for monitoring eradication programmes sheep and goat brucellosis subgroups. *Commission des Communautés Européennes.* Roma.

ZIDI, A.; AMILLS, M.; GALLARDO, D.; BADAQUI, B.; SERRADILLA, J. M.; URRUTIA, B.; CARRIZOSA, J. A.; FERRANDO, A.; CASTELLÓ, A.; JORDANA, J. 2008. Identificación de nuevos polimorfismos en genes relacionados con el metabolismo lipídico en la raza caprina murciano-granadina. *VI congreso ibérico sobre recursos genéticos animales, 4ª reunión da Sociedade Portuguesa de recursos Genéticos animais y 8ª reunião da Sociedade Espanhola para os recursos Genéticos animais.* Lisboa.

Equipo de Mejora Genética Animal

■ Mantenimiento de la biodiversidad genética en el cerdo autóctono Chato Murciano (Biochato)

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria. PR05-CC-11
Investigador responsable	Ángel Poto Remacha
Equipo	Begoña Peinado Ramón Juan Lobera Lössel Miguel Galián Jiménez Francisco Gil Cano M ^a Dolores Ayala Florenciano Jose María Vázquez Autón Rafael Latorre Reviriego Octavio López Albor Gregorio Ramírez Zarzosa Gaspar Ros Berruezo M ^a Jesús Periago Castón Carmen Martínez García Ginés López Martínez

OBJETIVOS

A) OBJETIVO GENERAL:

El Objetivo General del proyecto es conservar y recuperar la raza porcina autóctona Chato Murciano, cuyo censo de ejemplares se encuentra, en número reducido, diseminado por toda la geografía murciana, con especial atención a la variabilidad genética y disminución de la consanguinidad y con un grado de consanguinidad bastante elevado. Además de fomentar la cabaña ganadera de la raza autóctona Chato Murciano entre los ganaderos interesados en su cría, adoptando sistemas de manejo y de alimentación, específicos para este tipo de animales y adaptando las instalaciones que alberguen a este tipo de ganado porcino, en la consecución de objetivos de Bienestar Animal.

B) OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

B.1. Desarrollar un programa genético de cruces y de reproducción asistida para ayudar a la recuperación de esta raza autóctona y disminuir el parentesco entre los animales mediante la creación de tres líneas de recuperación de la raza. Una línea en pureza con el registro de los animales considerados en la actualidad en pureza. Dos líneas de retrocruzamiento con las razas Ibérico y York (Large White y/o Middle White). Después de cuatro generaciones en las líneas de retrocruzamiento los animales serán considerados pertenecientes a la línea en pureza racial y registrados como tales.

B.2. Puesta a punto de pruebas de paternidad de los animales para evitar en el futuro apareamientos no deseados. Se realizará el análisis de ADN con cinco microsatélites

procedentes de muestras de cada animal, comprobando la veracidad del cruzamiento y proporcionando un instrumento seguro para los libros de registro de la raza.

B.3. Estudio de las producciones de los animales de las tres líneas de recuperación de la raza autóctona porcina de Murcia, tanto en sus aspectos productivos como reproductivos. Con identificación de animales, censos y registros.

B.4. Estudio de la calidad de la canal y de la carne de los animales no seleccionados como reproductores de cada línea de recuperación, dando apoyo al sector de comercialización de productos cárnicos, controlando la procedencia mediante trazabilidad basada en identificación y analítica del ADN.

B.5. Estudio del lomo curado, transformado cárnico de alto valor añadido representativo del conjunto de las piezas cárnicas, cuya materia prima (músculo longísimo lumbar) es el más estudiado en trabajos científicos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Caracterización genética.

Las técnicas de genética molecular tienen mucha importancia en la tipificación racial, para conocer las partes del genoma que identifican a los individuos y los agrupa en poblaciones con genotipo parecido y cual es la distancia o proximidad genética con otras razas, lo que nos permite considerarla como raza en pureza o como parte integrante de otras razas. Así mismo nos pueden asegurar la identificación de los progenitores, padre o madre, y descubrir marcadores moleculares propios que la hacen diferente. Estos marcadores son muy útiles para conocer peculiaridades y diferencias transmisibles por herencia y pueden ser detectados en los productos derivados o sus mezclas con los de otras razas o especies.

En el caso del cerdo Chato Murciano, y en el sistema de recuperación racial por retrocruce, se han podido resolver 13 incompatibilidades con el padre en las generaciones F3, F4 y F5 empleando el genotipo de los tres sementales disponibles y se han detectado 5 errores de asignación en la población de Chatos Murcianos puros de los que tres se han resuelto, los otros no ha sido posible por no estar disponibles la totalidad de los progenitores. Se confirma así la utilidad de tipificar microsatélites para resolver problemas de paternidad.

El árbol de distancia genética ha generado tres grupos principales de individuos que comparten características similares, a pesar de que el conjunto de los animales están muy emparentados. Una de las conclusiones que se podría deducir a partir de este análisis es que las F3, F4 y F5 son muy parecidas entre si y a la vez a los animales puros. Esto es muy significativo, pues el efecto del cruzamiento con el ejemplar de Large White parece que está siendo absorbido. Este tipo de análisis puede ser determinante para seleccionar los reproductores que van a participar en la siguiente generación. Además se agrupan junto con los individuos de la población original.

En la población formada por los individuos de las generaciones F3, F4 y F5 se aprecia un fuerte efecto del cuello de botella, al fin y al cabo todos son descendientes de una sola madre de la F2, no así en la población de puros. El interés de este tipo análisis es que aporta una información muy valiosa acerca de la historia reciente de poblaciones en peligro de extinción.

Tabla 1 Frecuencias alélicas de los Chatos Murcianos puros y cruzados.

Microsatélite	Nº Alelos	Frecuencias alélicas					
CGA	6	.681	.139	.118	.035	.007	.021
S0101	3	.518	.278	.204			
S02151	1						
S0355	2	.787	.213				
SW911	5	.500	.278	.173	.043	.006	
SW936	6	.329	.268	.170	.146	.079	.006
S0068	5	.506	.269	.100	.094	.031	
SW632	4	.701	.180	.111	.007		
SW24	4	.908	.035	.021	.035		
S0227	2	.889	.111				
S0225	3	.650	.231	.119			
SW122	3	.640	.330	.029			
S0090	5	.391	.308	.237	.058	.006	
S0226	3	.722	.172	.105			
SW951	2	.932	.068				
S0228	2	.590	.412				
S0178	4	.492	.333	.129	.045		
S0005	5	.269	.375	.337	.012	.006	
S0386	4	.480	.293	.153	.073		
SW72	5	.645	.260	.089	.006		
S0002	3	.692	.150	.158			
SW857	4	.652	.219	.055	.073		
S0026	4	.606	.202	.149	.042		
IGF1	4	.512	.333	.142	.012		
S0155	4	.616	.317	.061	.006		
SW240	2	.567	.433				

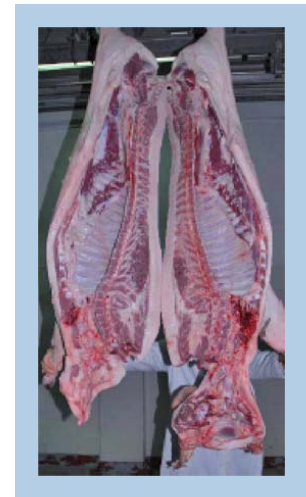
En negrita alelos exclusivos de la población de Chatos puros. En cursiva alelos exclusivos de la población F3+F4+F5 de Chatos cruzados.

Los resultados obtenidos nos indican que el número de alelos observados es claramente inferior al encontrado en otras razas porcinas (Martínez et al., 2000b). Algunos alelos se encuentran sólo en los animales originales mientras que hay otros presentes solamente en los animales de la población F3+F4+F5. Además, el microsatélite S0215 ha resultado monomórfico en todos los animales analizados, y el SW951 es monomórfico en la población de Chatos Murcianos puros (Tabla). Por tanto, el análisis genético realizado en esta raza, nos indica por un lado que el establecimiento de una línea dentro de la raza mediante cruzamiento con otra raza, y una posterior absorción en sucesivas generaciones no está desviando el perfil genético de la raza; además presenta un grado de variabilidad genética bajo, aunque la heterocigosidad es aceptable, lo que indica que los esfuerzos realizados para su recuperación están teniendo su fruto (Vega-Pla, J.L., 2001).

Calidad de la canal y de la carne de cerdo Chato Murciano y Chato Murciano x Ibérico.

Los valores de los pesos de la canal caliente, medidos a los 45 minutos postmortem, son los siguientes:

- Chato criado en extensivo (CHE): 100,38 ± 11,34 kg
- Chato criado en intensivo (CHI): 110,29 ± 9,49 kg
- Chato x Ibérico criado en extensivo (CH x IBE): 90,94 ± 14,97 kg
- Chato x Ibérico criado en intensivo (CH x IBI): 114,32 ± 9,61 kg



Canal de cerdo Chato Murciano.

Estudio morfométrico de la canal:

Tabla 1 Medidas morfométricas tomadas sobre la canal de los cerdos de raza Chato Murciano y Chato Murciano x Ibérico, criados en dos sistemas de explotación.

	CHE	CHI	CH x IBE	CH x IBI
LC	83,82 ± 3,69	85,50 ± 2,92	81,64 ± 2,59	86,48 ± 3,25
PMJ	73,35 ± 4,20	75,94 ± 2,77	70,29 ± 6,26	76,63 ± 2,80
LM	34,95 ± 2,10	36,56 ± 1,60	36,71 ± 1,68	37,15 ± 1,85
LP	59,82 ± 2,69	63,63 ± 2,85	58,21 ± 9,49	66,63 ± 5,31
LJ	37,55 ± 2,01	39,72 ± 2,29	37,43 ± 1,72	40,76 ± 1,51
PC	18,18 ± 1,12	17,13 ± 1,38	17,39 ± 0,97	16,54 ± 0,81

LC= Longitud de la canal. PMJ= Perímetro máximo del jamón. LM= Longitud de la mano.
LJ= Longitud del jamón. PC= Perímetro de la caña. Valores expresados en centímetros.

Despiece de la canal porcina:

Tabla 2 Medidas realizadas sobre el despiece de la canal de cerdos.

	CHE	CHI	CH x IBE	CH x IBI
Lomo	2,59 ± 0,44	2,83 ± 0,54	1,97 ± 0,28	2,76 ± 0,25
Cabeza lomo	1,75 ± 0,31	1,78 ± 0,44	1,49 ± 0,26	1,63 ± 0,17
Solomillo	0,45 ± 0,09	0,41 ± 0,07	0,28 ± 0,05	0,42 ± 0,09
Jamón	11,16 ± 1,59	11,89 ± 1,44	9,95 ± 1,43	12,19 ± 1,24

Valores expresados en kg. Referidos a media canal.

Estudio de la grasa:

1) Estudio del espesor de tocino dorsal



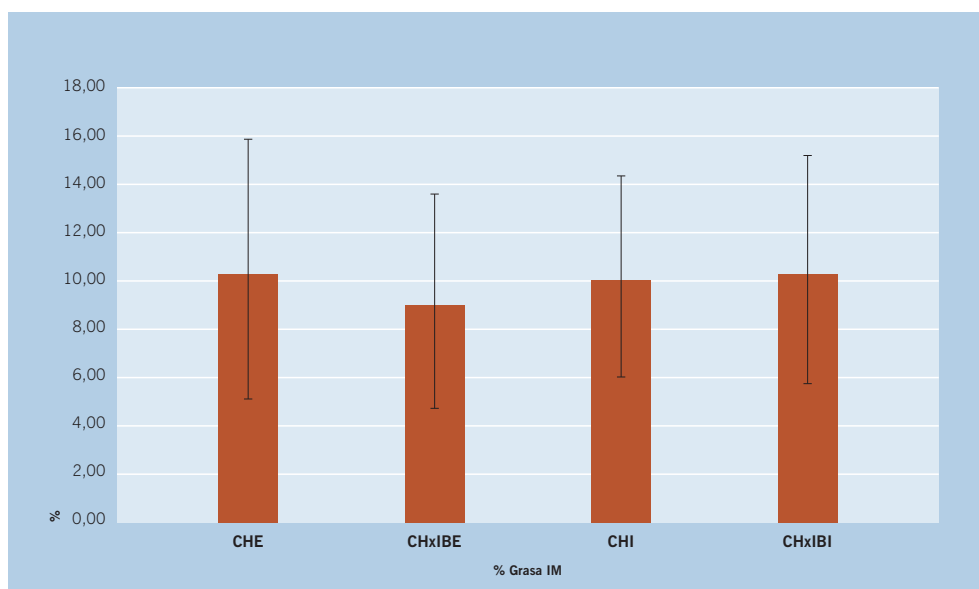
Canal de Chato Murciano, con amplio espesor de tocino dorsal.

Tabla 3 Medidas del ETD de las canales de los cerdos Chato Murciano y Chato Murciano x Ibérico.

		Sistema de explotación		Significancia		
		Aire libre	Intensivo	Genotipo	Sistema de explotación	Interacción
ETD1	CH	50,78 ± 8,55 ^a	57,69 ± 11,68 ^b	-	***	-
	CH x IB	49,36 ± 8,33 ^a	57,44 ± 7,33 ^b	-	***	-
ETD2	CH	28,62 ± 5,84	29,88 ± 6,72	*	-	*
	CH x IB	32,21 ± 7,08	32,59 ± 6,12	*	-	*
ETD3	CH	35,70 ± 8,12	35,13 ± 7,66	-	-	-
	CH x IB	36,57 ± 6,46	38,07 ± 7,92	-	-	-
ETD4	CH	26,82 ± 7,28	24,84 ± 6,60	-	-	-
	CH x IB	24,21 ± 6,66	26,46 ± 7,61	-	-	-

ETD=Espesor del tocino dorsal, medido en: ETD1=primera costilla; ETD2=última costilla; ETD3=extremo craneal del glúteo medio; ETD4=en el área de menor espesor graso a nivel del músculo glúteo medio. Valores expresados en milímetros.
 a,b letras diferentes indican diferencia estadísticamente significativa (Test de Tukey, p<0,05) sistemas de explotación.
 + Con el símbolo "+" se indica diferencia estadísticamente significativa (Test de Tukey, p<0,05) genotipos.
 Diferencias estadísticamente significativas. -: no hay; *, p<0,05; **, p<0,01; ***, p<0,001.

2) Grasa intramuscular



Contenido en grasa intramuscular del músculo longísimo lumbar de los animales Chato Murciano y Chato Murciano x Ibérico.

■ Alternativas en la producción del cerdo Chato Murciano y sus cruces (sistema de manejo al aire libre). Relación con la calidad de la canal y de la carne

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Economía, Industria e Innovación de la Región de Murcia. 2105SU0025
Investigador responsable	Begoña Peinado Ramón
Equipo	Ángel Poto Remacha Miguel Galián Jiménez Francisco Gil Cano M ^a Dolores Ayala Florenciano Gaspar Ros Berruezo M ^a Jesús Periago Castón Carmen Martínez Graciá

OBJETIVOS

- Objetivo 1.** Estudio de los parámetros de crecimiento y desarrollo de tres líneas de cerdos de raza Chato Murciano, una línea en pureza y dos líneas con el 50% de genes de esta raza porcina autóctona, en condiciones de explotación extensiva.
- Objetivo 2.** Estudio del bienestar animal en el sistema de manejo extensivo, con el ambiente creado por la disponibilidad de espacio y la presencia de arbolado existente en la propia explotación.
- Objetivo 3.** Estudio de parámetros de calidad de la canal y de la carne de tres líneas genéticas de la raza porcina Chato Murciano, obtenida en situación de explotación extensiva.

RESULTADOS OBTENIDOS

Todos los animales fueron criados en sistema extensivo, en la finca experimental Hacienda Nueva, del Chaparral, dependiente de la Consejería de Agricultura y Agua. Los animales dispusieron de un espacio al aire libre de 4.000 m², existiendo cabañas tipo camping para protegerse del frío y de la lluvia, así como algunas cabañas para ser utilizada en los momentos de las parideras. Además, dentro de ese espacio también hay almendros que ofrecieron sombra, siendo la almendra utilizada para completar la alimentación de los cerdos. Todo el corral está vallado y por fuera está rodeada de higueras, que además de proporcionar sombra también sirve de alimento los higos. Los animales dispusieron de pienso comercial *ad libitum* y el suministro de agua estuvo garantizado por las diversas chupetas que estaban repartidas por toda la finca. Además, los animales para protegerse del calor tuvieron un sistema de riego por microsaspersores. También se les construyó una balsa en verano para que pudieran bañarse y protegerse del calor, estando garantizado con esto el bienestar animal en los meses de verano.

El número de animales de cada lote fué de 20 cerdos. Los animales Chato Murciano se sacrificaron con un peso medio 127.33 kg y con 231 días de vida. Los cerdos Chato x Ibérico se sacrificaron con 121.33 kg de peso medio y con 210 días de vida. Por otro lado, los animales Chato x Large White, con 273 días alcanzaron un peso vivo de 123 kg. La ganancia media diaria (gramos/día) de los tres grupos de animales viene reflejada en los siguientes gráficos.

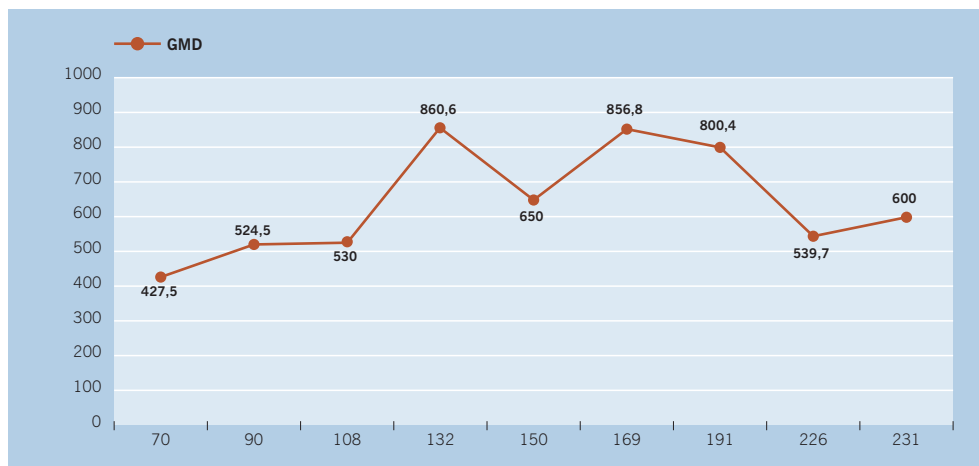


Figura 1 Ganancia media diaria de cerdos Chato Murciano explotados en sistema extensivo.

En el gráfico se observa que la mayor ganancia media diaria (gmd) para este lote de animales fue de 860.6 gramos/día y con 132 días de vida. Sin embargo, la menor ganancia media diaria (427.5 gr/día) fue a los 70 días. Se observa que durante el desarrollo postnatal de la raza porcina Chato Murciano presenta oscilaciones, aumentando y disminuyendo a diferentes edades.

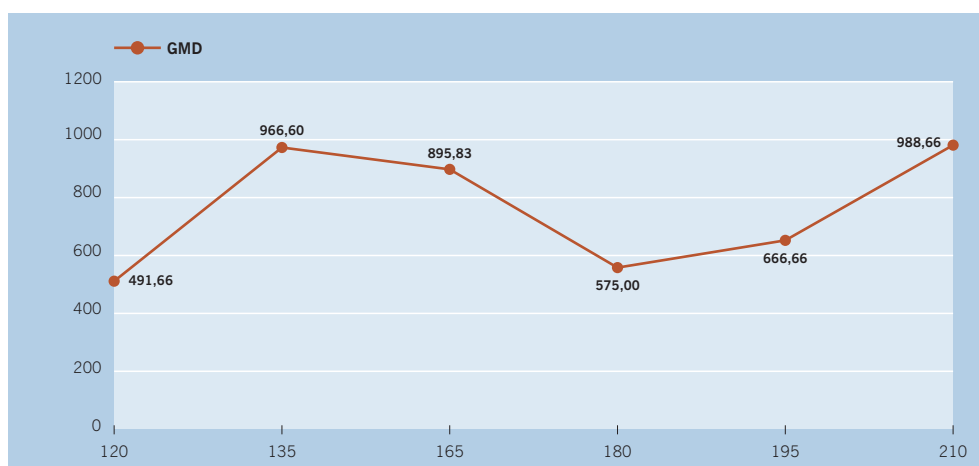


Figura 2 Ganancia media diaria de cerdos Chato Murciano x Ibérico explotados en sistema extensivo.

En el siguiente gráfico, sin embargo, observamos que la mayor gmd ocurre a los 210 días de vida (988,66 gr/día) siendo además menor que la de los Chato puros. Por otro lado, la menor gmd (491.66 gr/día) aparece con 120 días, siendo esta mayor que la del lote anterior. Además, se puede ver que las oscilaciones de la gmd son menores que el chato puro.

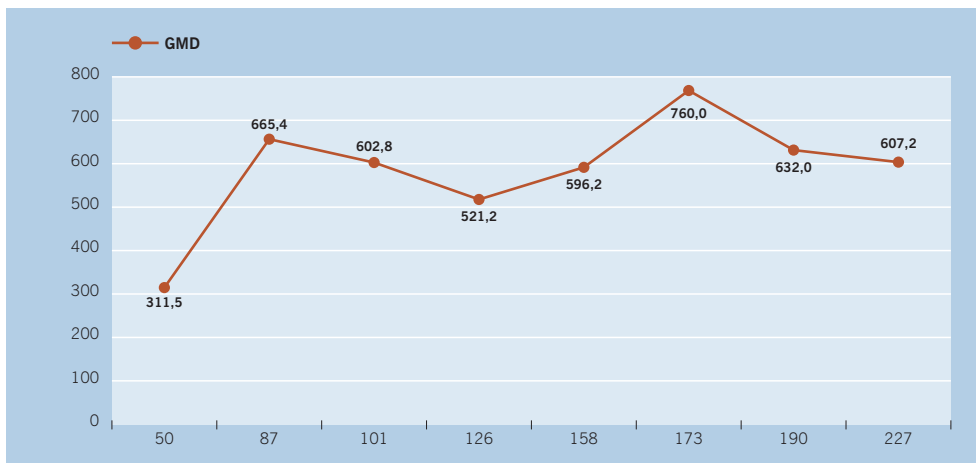


Figura 3 Ganancia media diaria de cerdos Chato Murciano x Large White explotados en sistema extensivo.

En este lote podemos observar que la mayor gmd (760 gr/día) ocurre con 173 días de vida, siendo bastante menor que la de los chatos puros (1034 gr/día), siendo la menor gmd (311.5) con 50 días de vida. Por ello, la evolución de la gmd de este lote a lo largo del desarrollo postnatal es más homogéneo que los del chato puro.

Por tanto, se observa que el grupo de cerdos Chatos puros, tienen una gmd más variable que el resto de los animales, lo que indica que dado que los tres lotes de animales han tenido el mismo manejo, han estado en el mismo lugar y han recibido la misma alimentación, es la raza la que influye sobre este parámetro, y por otro lado que será más fácil de modificarla en los animales chato puros.

Los parámetros de calidad de la canal y de la carne de los tres grupos de animales sacrificados vienen reflejados en las siguientes tablas:

Tabla 1

	CH	CH x IB	CH x LW
Peso vivo (kg)	125.03	125.05	123
Peso canal caliente	100.52	101.90	97.03
Peso canal fría	96.88	99.26	95.02
Rdto. Canal caliente	80.39	80.61	78.95
Rdto. Canal fría	77.20	78.80	77.32
% pérdidas oreo	4.33	2.58	2.06

CH= Chato Murciano puro. CH x IB= Chato Murciano x Ibérico. CH x LW= Chato Murciano x Large White.

Se observa que el lote de chatos puros y el de chatos x ibérico se sacrificaron con iguales pesos vivos, existiendo una pequeña diferencia de peso vivo con el lote de Chato x Large White. Por tanto, la diferencia del rendimiento de la canal caliente es muy pequeña entre ambos lotes, al igual que el rendimiento de la canal fría, siendo algo mayor para el lote de Chato x Ibérico. Aunque el porcentaje de pérdidas por oreo, fue casi el doble en el lote de chatos puros y más similares para los otros dos lotes.

Tabla 2

	CH	CH x IB	CH x LW
LC	85.49	83.16	84.35
PMJ	74.50	73.10	73.39
LM	34.68	37.13	34.75
LP	59.50	61.1	60.28
LJ	36.58	38.26	36.32
PC	17.62	16.99	17.11

En relación a la longitud de la canal, el lote CH es el que posee la canal más larga, siendo el lote CH x IB el que la tiene más corta. Lo mismo ocurre para el perímetro máximo del jamón. Sin embargo, la longitud de la mano es mayor en el lote CH x IB y muy similares para los otros dos lotes. La longitud de la pata y la longitud del jamón es mayor en el lote CH x LW, y muy similares entre los otros dos lotes. En cuanto al perímetro de la caña es mayor para el lote de chatos puros.

Tabla 3

	CH	CH x IB	CH x LW
ETD1	55.08	55.48	53.88
ETD2	31.08	37.24	31.46
ETD3	38.39	40.69	40.13
ETD4	30.42	30.16	32.46

En la tabla de arriba aparecen cuatro valores de espesor de tocino dorsal medidos en cuatro lugares diferentes de la media canal porcina. En relación al ETD1, este fue bastante similar entre el lote CH y el lote CH x IB. El valor de ETD2 fue sin embargo bastante mayor para el lote CH X IB, y muy similar en los otros dos lotes. Los valores de ETD3 y ETD4 fueron a diferencia, mayores para el lote CH x LW.

Tabla 4

	CH	CH x IB	CH x LW
pH45	6.34	6.30	6.36
pH24	5.66	5.60	5.62
% grasa im	3.21	6.89	10.34
% CRA	1.45	0.85	1.28
% PC	19.85	20.17	16.3
F. máxima (N)	62.94	106,75	38.93

Los valores de pH de los tres lotes son adecuados y muy similares, tanto a los 45 minutos como a las 24 horas postmortem. En relación al porcentaje de grasa intramuscular existe grandes diferencias entre los tres grupos, de forma que el lote CH x LW posee elevados valores (10.34%) frente al 3.21% de presenta el grupo CH. En relación al porcentaje de pérdidas por cocción, es el grupo CH x IB el que presenta el mayor valor mientras que el menor valor lo tiene el grupo CH x LW. En cuanto a la ternera, la carne menos tierna es la de grupo CH x IB, y la más tierna la del grupo CH x LW.

Tabla 5

	CH	CH x IB	CH x LW
L*45	45.08	37.77	44.99
a*45	14.90	9.44	16.37
b*45	3.10	1.47	1.22
L*24	50.56	45.58	52.81
a*24	17.89	13.02	18.17
b*24	6.76	6.72	4.34

En cuanto al color del músculo longísimo lumbar, es el grupo CH el que posee la carne más roja y con mayor luminosidad, a los 45 minutos mientras que a las 24 horas postmortem la tiene algo más roja el grupo CH x LW. El índice de rojos (a*) es menor para el lote CH x IB tanto a los 45 minutos como a las 24 horas postmortem. Sin embargo, el índice de azules-amarillos (b*) es menor para el lote CH x LW tanto a los 45 minutos como a las 24 horas postmortem.

Tabla 6

	CH	CH x IB	CH x LW
Solomillo	0.37	0.30	0.340
Cabeza lomo	1.92	1.61	1.78
Lomo	2.80	2.11	2.58
Chuletero	8.19	6.7	8.36
Paleta	7.39	6.81	7.11
Jamón	12.27	10.725	11.84
Panceta	5.67	5.56	5.56
Cabeza	5.51	5.06	5.67

Los resultados encontrados indican que existen diferencias entre los tres cruces, explotados en el mismo sistema de explotación, por lo será muy interesante seguir estudiando estos cruces con el fin de determinar cual es el que más interesa al ganadero y al consumidor. Para ello será necesario el continuar con el estudio de estas tres líneas de cerdos, aumentando el número de animales de cada uno de ellos, con lo que los resultados obtenidos serán más exactos al poder realizar un mejor análisis estadístico. ■

■ Tecnología y caracterización bioquímica, microbiológica y sensorial del jamón curado obtenido a partir de cerdo Chato Murciano. Efecto de los distintos cruces empleados en el proceso de recuperación de la raza

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. PR7 UCCA IMIDA01
Investigador responsable	Ángel Poto Remacha
Equipo	Begoña Peinado Ramón Miguel Galián Jiménez Adela Martínez-Cachá Martínez Luis Tejada Portero Jose María Cayuela García Adela Abellán Guillén Julia Navas López

OBJETIVOS

- Tipificación físico-química, bioquímica (proteólisis y lipólisis) del jamón obtenido a partir de la raza Chato Murciano.
- Determinación cuantitativa y cualitativa de los compuestos volátiles de la materia prima y del jamón.
- Determinar el efecto del cruce genético sobre la calidad de la materia prima y sobre las características bioquímicas y sensoriales del jamón.
- Optimización y estandarización de la tecnología de elaboración del jamón para su adaptación a las características de la materia prima y mejora de la calidad, seguridad y características sensoriales del jamón.
- Análisis de la aceptación en el consumidor del jamón serrano obtenido a partir de la raza Chato Murciano:
 - Determinar el nivel de conocimiento que tiene la población murciana de la existencia de esta raza, aproximándonos al recuerdo histórico que queda en la memoria del murciano.
 - Análisis de la repercusión de este conocimiento en su consumo
 - Establecer cuales son los canales que van a favorecer la incorporación de este producto en la mesa del murciano.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se han sacrificado un total de 30 animales, y como resultado de las actividades desarrolladas en matadero y sala de despiece y en el laboratorio del IMIDA se han obtenido una serie de resultados, los cuales vienen expuestos en las siguientes tablas:

Tabla 1 Parámetros morfométricos y de la canal medidos sobre animales de raza Chato Murciano.

Parámetro	Rango de valores obtenidos
Peso vivo (kg)	125,03-119,58
Peso de canal caliente (kg)	100,52-93,07
Peso de canal fría (kg)	98,84-90,27
Longitud de la canal (cm)	85,49-85,72
Perímetro máximo del jamón (cm)	74,50-72,33
Longitud de la mano (cm)	34,68-35,28
Longitud de la pata (cm)	59,50-62,17
Longitud del jamón (cm)	36,58-38,08
Perímetro de la caña (cm)	17,62-17,35
Lomo (kg)	2,80-2,34
Cabeza de lomo (kg)	1,92-1,63
Solomillo (kg)	0,37-0,33
Paleta (kg)	7,39-7,03
Jamón (kg)	12,27-11,59
Espesor de tocino dorsal 1 (cm)	55,08-48,25
Espesor de tocino dorsal 2 (cm)	31,08-28,12
Espesor de tocino dorsal 3 (cm)	38,39-36,13
Espesor de tocino dorsal 4 (cm)	30,42-25,99

Tabla 2 Parámetros de calidad de carne medidos sobre animales de raza Chato Murciano.

Parámetro	Rango de valores obtenidos
pH45	6,34-6,44
pH24	5,66-6,70
L*45	45,08-45,90
a*45	14,90-14,79
b*45	3,10-3,21
L*24	50,56-51,89
a*24	17,89-19,46
b*24	6,76-7,25
% grasa intramuscular	3,21-2,65
% Acidos grasos saturados en músculo	38,21-42,43
% Acidos grasos monoinsaturados en músculo	50,34-52,53
% Acidos grasos poliinsaturados en músculo	7,20-9,26

Además, en el año 2007 se realizó un trabajo sobre la tipificación de productos cárnicos curados procedentes de cerdo Chato Murciano, en el que los objetivos eran:

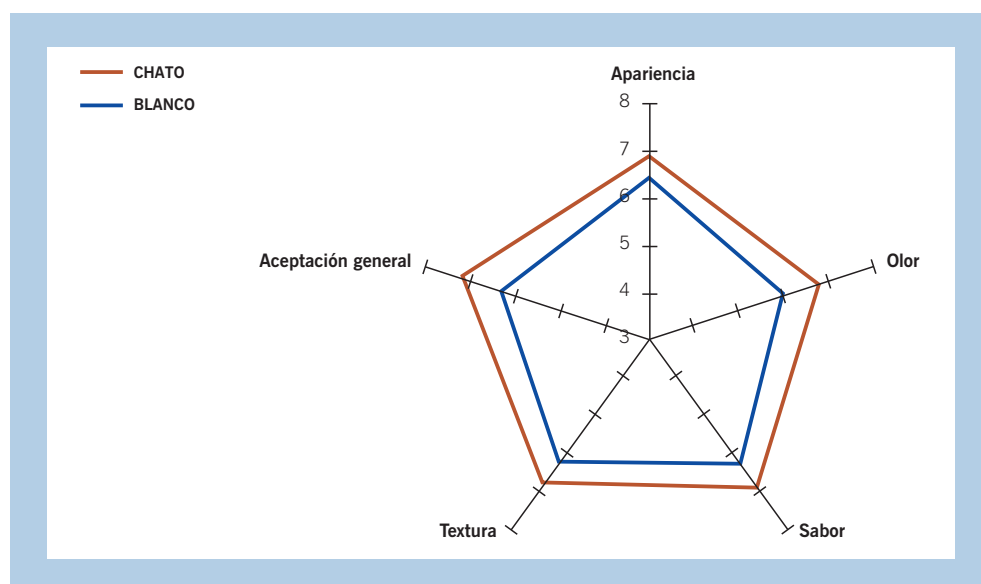
- Determinar la existencia de diferencias entre el lomo embuchado procedente de cerdo Chato Murciano y el procedente de un cruce comercial de cerdo blanco
- Describir la naturaleza de las posibles diferencias detectadas

El trabajo se desarrolló sobre un total de 18 lomos embuchados (9 procedentes de cerdo Chato Murciano y 9 de cruce comercial), a los que se les realizó un análisis sensorial discriminador mediante una prueba triangular (UNE 87-006-92). El panel estuvo formado por 55 consumidores habituales de productos cárnicos seleccionados entre la población universitaria.

Los resultados de la prueba triangular han sido los siguientes:

- Los consumidores diferenciaron claramente las muestras procedentes de cerdo Chato Murciano.
- Se detectaron diferencias en un 72% de las combinaciones presentadas lo que se traduce en un nivel de significación de ($P < 0.01$) según la tabla de niveles de significación para la prueba triangular.

En cuanto al análisis descriptivo, las muestras de chato fueron más valoradas en todos los descriptores seleccionados en el análisis aunque en ninguno de los casos llegan a ser significativas ($P > 0.05$).



Por tanto, los consumidores diferenciaron las muestras de lomo embuchado procedentes del cerdo Chato Murciano de las obtenidas de cerdo blanco de cruce comercial. Las muestras de lomo embuchado de cerdo Chato Murciano fueron las mejor valoradas por los consumidores según la apariencia, olor, sabor y textura dando como resultado una mayor aceptación global. ■

■ Influencia del sistema de explotación sobre las características estructurales y funcionales de las fibras musculares de la raza Chato Murciano: su relación con la calidad de la carne

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2005-00163-00-00
Investigador responsable	Begoña Peinado Ramón
Equipo	Ángel Poto Remacha Miguel Galián Jiménez Francisco Gil Cano Rafael Latorre Reviriego M ^a Dolores Ayala Florenciano Octavio López Albors

OBJETIVOS

- Análisis histoquímico, inmunohistoquímico y morfométrico de la musculatura de los neonatos, lechones y animales adultos explotados en sistema intensivo y en sistema extensivo tipo camping, analizando:
 - * Número total de fibras (neonatos)
 - * Existencia de posibles miotubos terciarios (lechones)
 - * Proporción y tamaño de fibras oxidativas (I), oxidativas/glicolíticas (IIA) y glicolíticas (IIB): animales adultos
 - * Proporción de fibras gigantes y anguladas (en animales adultos)
- Estimación de los parámetros de calidad de la carne de los animales adultos sacrificados con 130 kg de peso vivo que se explotan tanto en sistema intensivo como en sistema extensivo tipo camping. Correlación con las características de las fibras musculares con los parámetros de calidad de carne.
- Evaluación de la incidencia del sistema de explotación animal sobre las características de las fibras musculares en neonatos, lechones y animales adultos. Evaluar la incidencia del sistema de explotación animal sobre los parámetros de calidad de la carne en los animales adultos.

RESULTADOS OBTENIDOS

En las siguientes tablas se exponen los resultados en cuanto al porcentaje y tamaño de los tipos de fibras encontrados en los animales explotados en sistema intensivo (tabla 1) y los explotados en sistema extensivo (tabla 2).

Se puede observar que las fibras tipo I son de mayor tamaño y porcentaje en los animales explotados en sistema intensivo, mientras que las fibras tipo IIA y IIB aparecen en mayor proporción y con mayor tamaño en los animales explotados en sistema extensivo.

Tabla 1 Valores promedio de los parámetros de los tipos de fibras en el músculo longísimo lumbar del cerdo Chato Murciano (promedio \pm desviación estándar). Sistema intensivo.

Tipos de fibra	%	Área (μm^2)
I	14.6	3088,6 \pm 704
IIA	8.9	2548,2 \pm 582
IIB	76.5	4437,8 \pm 907

Tabla 2 Valores promedio de los parámetros de los tipos de fibras en el músculo longísimo lumbar del cerdo Chato Murciano (promedio \pm desviación estándar). Sistema extensivo.

Tipos de fibra	%	Área (μm^2)
I	12.07	2531,85 \pm 399,4
IIA	9,83	2619,65 \pm 1183,7
IIB	78.09	4832,8 \pm 2544,4

Nuestros resultados indican que el lomo (m. longísimo lumbar) del cerdo Chato Murciano es una pieza cárnica que desde el punto de vista de su capacidad oxidativa (% fibras tipo I + % fibras tipo IIA), se encuentra más próxima a las referidas para otras razas similares, como el cerdo Ibérico (Serra et al., 1998); pero a diferencia de éste, las fibras tipo IIB ostentan un tamaño más relacionado con el que muestran otras razas de cerdos “blancos” (Landrace, Large-White, etc.) intensamente seleccionadas para la producción de carne magra. Ello podría deberse al cruzamiento con cerdos Berkshire y York realizada para la formación del Chato Murciano a partir del año 1916.

Por otra parte, en ninguna de las secciones analizadas hemos podido observar las llamadas fibras gigantes tal y como la describen varios autores en el músculo esquelético del cerdo (Klosowska et al., 1984; Stecchini et al., 1990; Karlsson, 1993; Weiler et al., 1995). Este hallazgo es importante si tenemos en cuenta que la existencia de estas fibras ha sido relacionada con problemas nutricionales (Jensen et al., 1988), con las carnes PSE (Cassens et al., 1969), con incrementos de la actividad muscular (Handel/Stickland, 1987), o con el tiempo de toma de muestras (Klosowska et al., 1979), circunstancias que no han aparecido a lo largo de nuestra experiencia.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para el área y número de fibras del músculo semitendinoso. Observamos como el número de fibras totales desciende a los 30 y 60 días, aunque este acontecimiento es debido al efecto estadístico más que a una disminución real del número total de fibras musculares y, por ello estimamos que este número de fibras permanece constante. En relación a la evolución del porcentaje fibrilar, nos encontramos que cuando el animal es recién nacido, predominan las fibras tipo IIA y las tipo I (fibras de metabolismo oxidativo). Sin embargo, a los 60 días, las fibras que presentan el mayor porcentaje son las tipo IIB (fibras de metabolismo glicolítico). Por tanto, estamos de acuerdo con diversos autores (Lefaucheur y Vigneron, 1986, Fazarinc et al., 1991), los cuales afirman que algunas fibras tienen capacidad para convertirse en fibras glicolíticas durante el crecimiento postnatal, pero que este aumento del metabolismo glicolítico es drástico a partir de las 2-3 semanas, tras lo cual mantienen un incremento pero de forma muy lenta. Por ello, podemos decir que el metabolismo muscular considerado de forma global, tiende a ser más glicolítico con el incremento de la edad. Así, tanto los datos obtenidos por nosotros, como por otros autores (Ashmore et al., 1973), determinan

que el periodo postnatal temprano sea una fase particularmente dinámica para el metabolismo y maduración contráctil de los miocitos.

En relación al área del músculo semitendinoso y número de fibras totales, observamos que el área de la sección transversal del músculo objeto de estudio aumenta considerablemente a los 30 y 60 días. Dado que la alimentación de los animales, junto con la raza, temperatura ambiente y ejercicio son algunos de los factores que influyen sobre el desarrollo y características del músculo esquelético (Lefaucheur, 2001), sería interesante, completar estos resultados con mayor número de animales, comparar estos datos con los animales explotados en sistema intensivo o con otras condiciones de manejo, y con otras razas. Esto es interesante también, porque a menor número de fibras musculares al nacimiento, se produce una mayor hipertrofia postnatal, y, por tanto, mayor posibilidad para un empeoramiento de la calidad de la carne, ya que aumentaría el porcentaje y tamaño de las fibras glicolíticas, que son las que presentan un área mayor (Handel y Stickland, 1987). ■

Tabla 3 Área y número de fibras del músculo semitendinoso durante el desarrollo postnatal de cerdos Chato Murciano.

		0 días	30 días	60 días
Área (μm^2)	Secc.tr*	166.200.000	479.937.500	989.250.000
Nº fibras	totales	1.576.798	748.171,08	634.375,76
Fibras tipo I	Nº	534.549,13	169.347,55	169.771,31
	%	33,90	22,40	26,76
	Área (μm^2) \pm SD	90,29 \pm 70,85	540,50 \pm 337,54	1116,28 \pm 620,02
Fibras tipo IIA	Nº	819.472,85	273.653,64	206.538,36
	%	51,97	36,35	32,56
	Área (μm^2) \pm SD	140,78 \pm 104,01	588,33 \pm 414,31	1373,45 \pm 916,97
Fibras tipo IIB	Nº	221.909,24	317.635,21	256.483,85
	%	14,07	41,23	40,43
	Área (μm^2) \pm SD	84,96 \pm 53,94	832,48 \pm 524,74	1928,13 \pm 870,32

* Área secc. tr= área de la sección transversal del músculo. SD= Desviación estándar

■ Estudio I+D sobre conservación y recuperación de la raza bovina Murciano-Levantina. COREMUR

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. Ref. 38675
Investigador responsable	Ángel Poto Remacha
Equipo	Begoña Peinado Ramón Laura Almela Veracruz Nelson Duchi Duchi

OBJETIVOS

- Determinación de la estructura racial de la vaca Murciano-Levantina
- Llevanza del Libro Genealógico
- Caracterización genética de la raza
- Conservación ex situ de los gametos
- Continuar con el programa de recuperación racial ■

■ Estudio I+D sobre conservación y recuperación de la raza porcina Chato Murciano. ACHAMUR

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua. Ref. 38771
Investigador responsable	Ángel Poto Remacha
Equipo	Begoña Peinado Ramón Laura Almela Veracruz Nelson Duchi Duchi

OBJETIVOS

- Determinación de la estructura racial del porcino Chato Murciano
- Llevanza del Libro Genealógico
- Caracterización genética de la raza
- Conservación ex situ de los gametos
- Continuar con el programa de conservación y recuperación racial ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

ALMELA, L., PEINADO, B., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Caracterización de palomas deportivas de Murcia. *VIII Congreso SEAE. Agricultura y Alimentación Ecológica*. Formado CD-ROM. ISBN. 978-84-612-5722-5.

ALMELA, L., PEINADO, B., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Tipificación de los parámetros corporales y de los huevos de pava negra del Mediterráneo. *VIII Congreso SEAE. Agricultura y Alimentación Ecológica*. Formado CD-ROM. ISBN. 978-84-612-5722-5.

DUCHI, N., ALMELA, L., PEINADO, B., POTO, A. 2008. Criopreservación de semen de gallo: una alternativa para la recuperación y conservación de la gallina de raza Murciana. *VIII Congreso SEAE. Agricultura y Alimentación Ecológica*. Formado CD-ROM. ISBN. 978-84-612-5722-5.

GALIÁN, M., PEINADO, B., MARTÍNEZ, C., PERIAGO, M.J., ROS, G., POTO, A. 2007. Comparative study of the characteristics of the carcass and the meat of the Chato Murciano pig and its cross with Iberian, reared indoors. *Animal Science Journal*. 78 (6): 659-667.

GALIÁN, M., POTO, A., ALCARAZ, F., SANTAELLA, M., PEINADO, B. 2008. Effects of the rearing system on carcass, meat and fat quality traits of the Chato Murciano pigs. *Animal Science Journal*. 79(4): 487-497.

PEINADO, B., GALIÁN, M., ALCARAZ, F., SANTAELLA, M., POTO, A. 2008. Effects of two different diets on carcass and meat quality traits of Chato Murciano pigs reared outdoors. *Archives of Animal Breeding* (en revision)

PEINADO, B., ALMELA, L., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Influencia del sistema de explotación en los tipos fibrilares de la carne de cerdo Chato Murciano. *VIII Congreso SEAE. Agricultura y Alimentación Ecológica*. Formado CD-ROM. ISBN. 978-84-612-5722-5.

POTO, A., GALIÁN, M., PEINADO, B. 2007. Chato Murciano pig and its crosses with Iberian and Large White pigs, reared outdoors. Comparative study of the carcass and meat characteristics. *Livestock Science*. 111: 96-103.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

ALMELA, L., PEINADO, B., DUCHI, N., GALIÁN, M., POTO, A. 2007. Razas autóctonas de la Región de Murcia. *I Congreso Nacional de Zootecnia*. Madrid.

ALMELA, L., PEINADO, B., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Caracterización de palomas deportivas de Murcia. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

ALMELA, L., PEINADO, B., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Tipificación de los parámetros corporales y de los huevos de pava Negra del Mediterráneo. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

DUCHI, N., ALMELA, L., PEINADO, POTO, A. 2008. Criopreservación de semen de gallo: una alternativa para la recuperación y conservación de la gallina de raza Murciana. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

DUCHI, N., ALMELA, L., PEINADO, B., POTO, A. 2008. Estudio preliminar: entrenamiento y valoración de la calidad de semen del palomo deportivo murciano. *VI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales*. Lisboa.

DUCHI, N., POTO, A., PEINADO, B., ALMELA, L. 2008. Estudios preliminares sobre la influencia del tipo de descongelación en semen de gallo Murciano. *VI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales*. Lisboa.

GALIÁN, M., PEINADO, B., ALCARAZ, F., POTO, A. 2007. Propiedades de la carne del cerdo Chato Murciano. Efecto del sistema de manejo. *IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. La Laguna, Tenerife.

GALIÁN, M., PEINADO, B., POTO, A. 2008. Importancia de los valores de pH en la estabilidad microbiológica y conservabilidad de la carne. Valores de pH en la carne de cerdo Chato Murciano. *II Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria*. Murcia.

GALIÁN, M., POTO, A., PEINADO, B. 2007. Aptitud de la grasa subcutánea e intramuscular del cerdo Chato Murciano destinada a la elaboración de productos transformados. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

GALIÁN, M., POTO, A., PEINADO, B. 2007. Propuesta para la constitución de denominaciones de calidad en la carne de cerdo Chato Murciano y sus productos transformados. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

GALIÁN, M., STEUTZGER, I., PEINADO, B., MARTÍNEZ, C., PERIAGO, M.J., ROS, G., POTO, A., STOLLE, A. 2008. Importancia de los hallazgos de la inspección veterinaria en matadero y de su empleo dentro de la cadena alimentaria. *II Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria*. Murcia.

MARTÍNEZ-CACHÁ, A., POTO, A., ABELLÁN, A., NAVAS, J., PEINADO, B., TEJADA, L., CAYUELA, J.M. 2007. Comparación mediante análisis sensorial de lomo embuchado de cerdo Chato Murciano y cruce comercial de cerdo blanco. *IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. La Laguna, Tenerife.

PEINADO, B., ALMELA, L., POTO, A. 2007. Estudio comparativo de parámetros de calidad de la canal y de la carne del cabrito Murciano-Granadino y Blanco Celtibérico. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

PEINADO, B., ALMELA, L., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Estudio morfométrico del músculo semitendinoso del cerdo Chato Murciano. *VI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales*. Lisboa.

PEINADO, B., ALMELA, L., DUCHI, N., POTO, A. 2008. Influencia del sistema de explotación en los tipos fibrilares de la carne de cerdo Chato Murciano. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

PEINADO, B., GALIÁN, M., ALCARAZ, F., POTO, A. 2007. Composición mineral de la carne de cerdo Chato Murciano. *IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. La Laguna, Tenerife.

PEINADO, B., GALIÁN, M., ALMELA, L., POTO, A. 2007. Estudio de la calidad de la canal y de la carne del cruce Chato Murciano x Large White explotados en sistema extensivo. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

PEINADO, B., GALIÁN, M., POTO, A. 2007. Influencia del pH en las propiedades de color y capacidad de retención de agua de la carne del cerdo Chato Murciano, explotado al aire libre. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

POTO, A., ALMELA, L., DUCHI, N., ALCARAZ, F., GALIÁN, M., PEINADO, B. 2007. Estudios preliminares en la criopreservación espermática del gallo de raza Murciana. *I Congreso Nacional de Zootecnia*. Madrid.

POTO, A., ALMELA, L., PEINADO, B. 2007. Estudio del color del huevo de gallina Murciana. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

POTO, A., DUCHI, N., GALIÁN, M., ALCARAZ, F., ALMELA, L., PEINADO, B. 2007. Entrenamiento del gallo Murciano a la recogida de semen mediante masaje dorsal. Estudio de la calidad seminal. *I Congreso Nacional de Zootecnia*. Madrid.

POTO, A., GALIÁN, M., ALCARAZ, F., PEINADO, B. 2007. Composición lipídica de la carne de cerdo Chato Murciano. *IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. La Laguna, Tenerife.

POTO, A., GALIÁN, M., PEINADO, B. 2007. Efecto del sistema de explotación del cerdo Chato Murciano en la producción de piezas cárnicas de alto valor económico. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

POTO, A., GALIÁN, M., PEINADO, B. 2007. Niveles de hierro en la carne de cerdo Chato Murciano. Efecto del sistema de explotación. *III Congreso Nacional de Calidad Alimentaria*. Murcia.

POTO, A., GALIÁN, M., PEINADO, B. 2007. Perfil lipídico del cerdo Chato Murciano. *II Conferencia Internacional Mediterránea sobre Riesgo Cardiovascular*. Murcia.



DEPARTAMENTO DE
RECURSOS NATURALES





Equipo de Cultivos Alternativos

■ Selección masal, propagación y producción de semilla de dos cultivares sintéticos de *Bituminaria bituminosa* con tolerancia a sequía y frío

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2007-00046-00-00
Investigador responsable	Enrique Correal Castellanos
Equipo	David James Walker Mercedes Dabauza Micó Sara Martínez López Domingo Martínez Fernández María Pazos Navarro
Colaboradores externos:	Segundo Ríos (Univ. Alicante) Jose A. del Río (Univ. Murcia) Daniel Real y Richard Snowball (Univ. W. Australia)

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es producir semilla de cultivares sintéticos de *B. bituminosa* tolerantes a frío y sequía, partiendo de la descendencia de híbridos espontáneos ya preseleccionados, procedentes de polinización libre en colecciones del IMIDA, y de nuevos híbridos obtenidos por cruzamientos dirigidos.



Híbridos espontáneos con buena producción y tolerancia a frío.

RESULTADOS OBTENIDOS

Durante el primer año del proyecto se han realizado las siguientes actividades:

1. SELECCIÓN MASAL DE MATERIAL TOLERANTE A FRÍO: evaluar tolerancia a frío de 20 accesiones preseleccionadas (18 tolerantes y 2 sensibles), formadas por híbridos perennes con buena producción de biomasa foliar.

El componente principal de tolerancia a frío de los híbridos preseleccionados viene de la variedad *bituminosa* "peninsular" (poblaciones Perdiz, Llano del Beal, Mijas, Galilea, Cerdeña, Pantano de Argos).

Los híbridos preseleccionados más interesantes son los derivados de los cruces entre: 1) var. *bituminosa* peninsular (tol-frío) x var. *albomarginata* (tol-sequía); 2) var. *bituminosa*-peninsular (tol-frío) x var. *crassiuscula* (tol-sequía/frío), y 3) var. *bituminosa* peninsular x var. *bituminosa* canaria. La var. *bituminosa* canaria aporta perennidad y biomasa forrajera. El componente *bituminosa*-peninsular se puede reconocer por algunos caracteres morfológicos como: hojas verde intenso; hojas basales escotadas en su ápice; nervios hundidos -hojas con “relieve” ej. Galilea-; tallos que zigzaguean; porte elevado tipo “candelabro”. El componente *albomarginata* se puede reconocer por: hojas verde ceniciento, porte almohadillado, y entrenudos cortos. Finalmente, el componente *bituminosa*-canaria por hojas pequeñas.

2.1 Ensayos de campo en zona fría para cribar material tolerante: primavera 2008 (E. Correal, D.J. Walker, D. Martínez)

En enero 2008, se sembraron en macetas de suelo las 20 poblaciones de *Bituminaria bituminosa* con distintos grados de tolerancia a frío detalladas en el plan de trabajo (metodología). Cuando tenían 6-8 semanas, se sometieron a choques de frío (temperaturas mínimas de -2 a -6°C) en una cámara especial diseñada para este fin, con objeto de eliminar las poblaciones y plantas más sensibles al frío. Basado en los daños visuales, se eligieron 11 poblaciones: 7 tolerantes y 4 sensibles. En mayo 2008, se transplantaron al campo un mínimo de 10 plantas de cada una de las poblaciones, en una finca experimental del IMIDA en Bullas (Murcia), lugar donde las temperaturas mínimas alcanzadas todos los inviernos son como mínimo entre -5 y -8 °C. Periódicamente, se tomarán hojas de cada población para comparar su tolerancia a frío mediante ensayos de laboratorio, y, tras las heladas invernales, para comparar con los daños visuales en el campo.

2.2 Ensayos en laboratorio para determinar parámetros indicadores de tolerancia (D.J. Walker y D. Martínez)

En dos estaciones del año, a principios del invierno (diciembre-enero) y en primavera (abril), se evaluó la tolerancia a frío, mediante ensayos de laboratorio con hojas cortadas, de cinco poblaciones de *B. bituminosa* cultivadas en una parcela experimental del IMIDA en La Alberca (Murcia): tres de Canarias y dos de Murcia. La tolerancia fue relacionada con el clima de la zona de origen de las poblaciones, siendo las poblaciones de las zonas más frías las más tolerantes. Como se esperaba, la tolerancia fue mayor en el invierno, reflejando el proceso de endurecimiento de las plantas. La tolerancia demostró una relación estricta con los daños visuales observados en el campo tras dos noches con temperaturas mínimas entorno a los -3°C. En cuanto a los parámetros fisiológicos determinados, se encontraron relaciones entre la tolerancia a frío y los potenciales osmóticos y de turgor, y con las concentraciones en hoja de aminoácidos, prolina y azúcares solubles.

2. SELECCIÓN MASAL DE MATERIAL TOLERANTE A SEQUÍA: evaluar tolerancia a sequía de 20 accesiones preseleccionadas (18 tolerantes a sequía estival y dos sensibles), formadas por híbridos perennes con buena productividad, que mantienen elevado porcentaje de área foliar en el verano.

El componente principal de la tolerancia a sequía estival viene de la variedad *albomarginata*

(poblaciones Famara de Lanzarote; Vinamar de Fuerteventura; Teno de Tenerife), con porte rastrero, perenne y tallos basales muy lignificados.

Los híbridos preseleccionados más interesantes son los derivados de los cruces entre: 1) *albomarginata* x *bituminosa*-peninsular (pobl. Calnegre, Llano del Beal); 2) *albomarginata* x *bituminosa*-canaria y 3) *albomarginata* x *crassiuscula*.

La var. *bituminosa*-canaria aporta “tamaño”, entrenudo corto, y hoja pequeña. La var. *bituminosa*-peninsular aporta “tamaño” y en algunos casos, tolerancia a frío; finalmente, la var. *crassiuscula*, aporta algo de tolerancia a sequía estival, hojas “crasas”, tallos verde claro y porte “candelabro”, como *bituminosa* peninsular.

2.1 Ensayos de campo en zona seca para cribar material tolerante: verano del 2008 (E. Correal)

En cámara climática se sembraron 100 semillas de cada accesión para obtener unas 50 plantas por accesión, y unas 25 plantas “tolerantes” a sequía; en total se siembran 2000 semillas, para evaluar 1000 plántulas. Las accesiones que no toleraron deshidratación en invernadero -supresión de riego temporal- se fueron eliminando, para finalmente dejar unas 500 plantas tolerantes a sequía.

El ensayo de campo se estableció a primeros de Julio del 2008 en la finca Aguas Turbias de Purias, perteneciente al CIFE de Lorca, en una parcela de 2000 m² dividida en 4 bloques. En cada bloque se establecieron las 20 accesiones, situando las plantas en líneas a 3m x 1m. En total se establecieron 24 plantas/accesión y un total de 480 plantas. Las plantas se regaron para asegurar su establecimiento y poder evaluar su comportamiento frente a sequía durante el verano.

2.2 Ensayos en laboratorio IMIDA para determinar parámetros indicadores de tolerancia (D.J. Walker y D. Martínez)

El primer experimento consistió en someter cuatro poblaciones de *B. bituminosa* a un estrés por sequía en maceta en cámara de cultivo bajo condiciones controladas. Tras rediseñar nuevos protocolos más ajustados al análisis, se determinaron algunos parámetros fisiológicos que permitieron concluir de la existencia de poblaciones tolerantes a sequía (var. *albomarginata*, población “Famara”, de Lanzarote, localidad con 120 mm de lluvia anual) respecto a otras más sensibles (p.ej. población “Llano de Beal”, de Murcia, localidad con 350 mm de lluvia anual). Para ello se analizaron parámetros fisiológicos con respecto a plantas control, como el Ajuste Osmótico (AO), Contenido Relativo de Agua (CRA), crecimiento, contenido en azúcares y almidón, cationes, aminoácidos totales, etc, destacando al aminoácido Prolina como indicador de la tolerancia/sensibilidad al déficit hídrico, apareciendo las mayores concentraciones de prolina en



Ensayos de laboratorio para evaluar tolerancia a frío.

aquellas poblaciones que alcanzaron los niveles más bajos en su potencial hídrico tisular durante el déficit hídrico, comprobándose por otro lado, que su síntesis se dispara a partir de niveles inferiores al 80% del CRA en todas las poblaciones.

Estos resultados se contrastaron con los de un segundo experimento, en el que plantas de las mismas cuatro poblaciones fueron cultivadas en una parcela experimental del IMIDA en La Alberca, donde estuvieron expuestas a una sequía real (drenaje del suelo, viento, altas temperaturas) propia de la estación estival (verano 2008), para que pudieran expresar todos los mecanismos de resistencia que las plantas disponen, como el tamaño del sistema radicular de cada población en particular. De esta comparación cabe destacar que los niveles de prolina fueron mucho mayores en las plantas estresadas en macetas, que en las estresadas en campo, incluso en los casos en que los niveles de potencial hídrico tisular eran inferiores a los de las macetas.

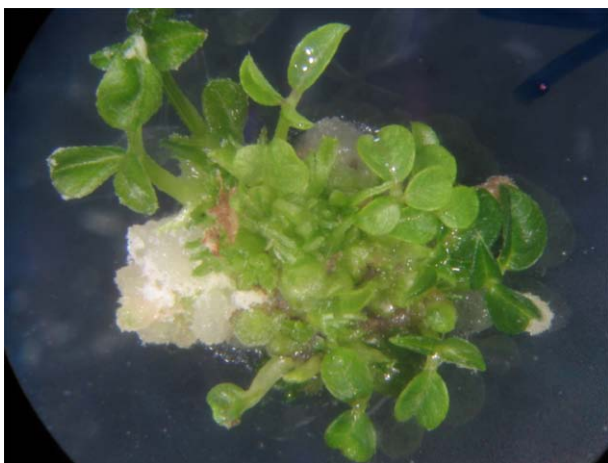
Actualmente estamos desarrollando ensayos en cultivo hidropónico, para analizar cómo funciona el sistema de transporte de agua a través del sistema radicular, y poder explicar mejor a que se deben las diferencias de tolerancia entre poblaciones.

3. PROPAGACIÓN DEL MATERIAL SELECCIONADO

3.1 Cultivo *in vitro* y micropropagación de *Bituminaria bituminosa* var. *bituminosa* y var. *albomarginata* (M.Dabauza, M.Pazos)

Se han realizado ensayos para obtener *in vitro* material sano de campo, con el que poder establecer rutas de micropropagación y regeneración de plantas de genotipos de *B. bituminosa* seleccionados por su resistencia a frío o sequía.

En base a datos preliminares obtenidos en estos experimentos, hemos establecido un método de desinfección para ambas variedades, fijando el tiempo de exposición a lejía en 25 min. para la variedad *albomarginata* y en 30 min. para la variedad *bituminosa*. Como agente gelificante en nuestros medios, usaremos agar bacteriológico americano a 8 g/l para ambas variedades.



Detalle cultivo *in vitro* de *Bituminaria bituminosa*; callo con brotes.

En la fase de proliferación, dependiendo de la variedad y objetivo del cultivo, utilizaremos distintos medios. En la var. *albomarginata* para todos los explantos estudiados usaremos medio suplementado con carbón activo. En la var. *bituminosa*, para explantos apicales utilizaremos medios sin ningún tipo de suplemento, y para explantos axilares, medio suplementado por carbón activo, pero si tomamos inflorescencias y callo, el mejor medio es el suplementado con reguladores del crecimiento y con carbón activo.

En trabajos realizados con *Psoralea corylifolia*, Saxena et al. (1997) sólo obtienen regeneración de plantas en medios suplementados con 2,4-D o NAA en

combinación con BA, partiendo de hojas, tallos maduros, peciolo y raíces. En cambio en *Bituminaria bituminosa* no es necesaria la adición de hormonas para obtener regeneración a partir de cualquier tipo de explanto de los ensayados.

Anis et al. (2006) mejoraron la tasa de proliferación en explantos axilares de *Psoralea*

corylifolia tras un primer subcultivo con TDZ y posteriormente en un medio libre de hormonas, obteniendo hasta 30 brotes por explanto. Estos datos se acercan a los obtenidos en nuestros estudios a partir de explantos axilares de la variedad bituminosa, en los que alcanzamos hasta 50 brotes por explanto en el tratamiento medio PC.

3.2 Propagación vegetativa de brotes terminales (M.Dabauza, M.Pazos)

En Agosto del 2008 se ensayó con éxito la propagación vegetativa de brotes terminales (apicales y axilares) de *B.bituminosa* var. *albomarginata* mediante su inmersión en una solución del enraizador “rhizopón” (AIB 0,5%) de uso común en jardinería, habiendose conseguido buen enraizamiento, crecimiento vegetativo y aclimatación en un 80-90% de los casos.

3.3 Producción y retención de semillas (E.Correal)

Durante la primavera-verano de 2007 y 2008 se hizo un seguimiento de la producción y retención de semillas (legumbres) en poblaciones e individuos de las tres variedades de *B.bituminosa* desde el momento de la formación de las legumbres hasta pasados 100 días (periodo Abril-Agosto). La producción media de semilla para 10 poblaciones fue de 44 gramos/planta, oscilando entre 4-190 g/pl. En general, las poblaciones canarias producen mas semilla que las peninsulares; en particular, las poblaciones Tenerife, Vinamar, Tahonilla y Teno fueron las mas productivas (50-71 g/pl); sin embargo, a nivel de planta individual, las mayores producciones corres-



Formigas recolectando legumbres de *Bituminaria bituminosa*.

pondieron a determinados pies de las poblaciones Cañadas del Teide (190 g/pl), Famara (175 g/pl) y Calnegre (127 g/pl). (ver datos en publicación adjunta Correal et al, 2008). Las poblaciones de las variedades *albomarginata* (Famara, Vinamar) y *crassiuscula* (Cañadas del Teide) presentaron mayores porcentajes de retención (48-71% el día 30; 40-56% día 50 y 9-23% día 100) que la mayoría de poblaciones de la var. *bituminosa* (Guimar, Mijas, Cerdeña, Galilea, Llano del Beal), pero algunas como Calnegre (82%, 68% y 41% los días 30, 50 y 100) y Tahonilla (79%, 58% y 13%) presentaron porcentajes de retención muy buenos (ver datos en publicación adjunta Correal et al, 2008).

3.4 Capacidad de germinación (E.Correal, S.Ríos, D.Real, R.Snowball)

En un trabajo en colaboración con las Universidades de Alicante y Western Australia, se evaluó la capacidad de germinación de 11 poblaciones de *B. bituminosa* y diversos tratamientos para mejorarla. En general se vió que su capacidad germinativa era baja (17-21%) pero cuando se escarificaban las semillas, los porcentajes de germinación se multiplicaban por cuatro (77-87%). En la mayoría de los casos, las semillas germinaron mejor a temperatura constante. La población Calnegre de la var. *bituminosa* dio los mejores resultados, con una germinación media del 81% para los 4 tratamientos ensayados (con/sin escarificación, con temperatura constante, con temp. variable) (ver datos en publicación adjunta Correal et al, 2008).

4. OBTENCIÓN DE HÍBRIDOS POR CRUZAMIENTOS DIRIGIDOS

(E.Correal, D.Real, J.Costa)

Aunque para el desarrollo de este proyecto solo se contaba con híbridos espontáneos que presentaban buena tolerancia a sequía y frío, la colaboración mantenida estos tres últimos años con investigadores australianos (Universidad y Dpto. de Agricultura de W.A.) interesados en la introducción y mejora de *Bituminaria bituminosa* en W.Australia, nos ha permitido disponer de la técnica para realizar cruzamientos dirigidos, y con ella poder recombinar material vegetal que presenta caracteres de interés (elevada biomasa forrajera, perennidad, tolerancia a sequía y/o frío, etc.). La técnica de cruzamiento (emasculación de flores antes de que las anteras maduren y autopolinicen a las flores) fue puesta a punto por el mejorador Daniel Real, al que visitamos en Abril del 2007, y que nos devolvió la visita en Agosto del 2008. La técnica ha sido presentada al IGC de China en Julio del 2008 (ver detalles en publicación adjunta) y la hemos utilizado durante la primavera del 2008 en Murcia para obtener cruzamientos entre poblaciones mediterráneas de la var. bituminosa (Calnegre, Llano del Beal, Perdiz, Mijas, Micropolis, Pantano de Argos) con resistencia a frío y poblaciones canarias de la var. *albomarginata* (Famara y Vinamar) con elevada tolerancia a sequía y producción de biomasa forrajera.



Realización de cruzamientos dirigidos.

5. DETERMINACIÓN DE CONTENIDO EN CUMARINAS

(S.Martinez, J.A.del Río, D.Real, E.Correal)

Elevados contenidos en cumarinas pueden causar problemas de dermatitis y fotosensibilidad en ovejas, por lo que interesa eliminar de nuestra colección de poblaciones preseleccionadas, aquellas que presenten elevados contenidos en cumarinas, salvo que quieran emplearse para usos medicinales (para combatir enfermedades de la piel). Sara Martinez y Jose A. del Río han trabajado en la puesta a punto de un método para determinar cumarinas

(psoraleno y angelicina) y los primeros resultados indican que las poblaciones de la var. *albomarginata* presentan los menores contenidos (nada o casi nada de angelicina y valores bajos de psoraleno), mientras que la mayoría de poblaciones de la var. *bituminosa* presentan contenidos medios a elevados de psoraleno y angelicina. Algunos de los híbridos espontáneos disponibles (poblaciones var. *albomarginata* x var. *bituminosa*) analizados en W. Australia (D. Real) presentan bajos contenidos -menos de 200ppm sumando psoraleno y angelicina-. Por lo tanto, cuando realicemos la criba de plantas resistentes a frío y sequía para obtener clones destinados a producir semilla de cultivares sintéticos, analizaremos su contenido en cumarinas para eliminar aquellos individuos que presenten contenidos superiores a los aceptables para la salud de los rumiantes.

6. OTRAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL PROYECTO

En Septiembre del 2008 presentamos una Acción COST sobre *Bituminaria bituminosa* junto con 38 investigadores de 10 países, 8 de la UE, con objeto de formar un grupo coordinado de investigación en torno a esta especie, de ámbito mediterráneo, con diferentes usos (forrajero, medicinal, ornamental, protección y mejora de suelos) y con potencial para tolerar escenarios más secos ante un posible calentamiento por cambio climático. En Julio del 2008 Daniel Real -investigador dedicado a la mejora de leguminosas forrajeras/pascícolas en el Dpto de Agricultura de Western Australia-, con la ayuda de Pilar Méndez y Arnoldo Santos realizó un viaje por las Islas Canarias para recoger nuevo germoplasma de *Bituminaria bituminosa*, especialmente de poblaciones de las var. *albomarginata* y *crassiuscula*; después pasó por el IMIDA de Murcia, donde inspeccionamos el material preseleccionado para este proyecto y finalmente, intercambiamos material vegetal (le dimos duplicados de nuestros híbridos espontáneos más notables y de los nuevos cruzamientos dirigidos) para mantener nuestra actual cooperación en la obtención de cultivares de *B. bituminosa* con resistencia a sequía (prioridad para W.Australia y Canarias) y frío (prioridad para Murcia, península y países mediterráneos). Durante la visita discutimos un acuerdo entre las partes cooperantes de forma que si se desarrollan cultivares comerciales de *B. bituminosa* en W.Australia, un 10% de los beneficios se trasladarán a los centros españoles incluidos en el acuerdo de cooperación España-W.Australia (ICIA-Tenerife, IMIDA-Murcia y CIBIO-Univ. Alicante). ■

■ Cultivos energéticos de segunda generación para producción de biomasa lignocelulósica en tierras de cultivo marginales

Entidad financiadora y Referencia	IMIDA-Consejería Agricultura. POI 07-020
Investigador responsable	Enrique Correal Castellanos
Equipo	David James Walker Mercedes Dabauza Micó Antonio Robledo Miras (Asistencia Técnica)

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

Seleccionar especies autóctonas con elevada capacidad para producir biomasa rica en energía en tierras de cultivo marginales. El proyecto sigue las directrices del II Plan de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia 2007-10, en cuyo Cluster de Sostenibilidad se propone investigar cultivos que permitan ser explotados como recurso energético para la obtención de biocombustibles.

En los tres años del proyecto se han previsto las siguientes etapas: a) preseleccionar especies autóctonas con potencial agroenergético; b) evaluar las especies bajo cultivo junto a especies “control” ya investigadas en otras regiones; y c) estudiar la variabilidad poblacional e iniciar la mejora genética de las especies de mayor interés.



Plantas silvestres de *Onopordum nervosum* y *Scolymus hispanicus*.

RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de la flora regional (1.491 especies/taxones) se han preseleccionado una veintena de especies capaces de producir mucha biomasa en poco tiempo, y con buena adaptación a sequía y frío. Las especies pertenecen a las siguientes familias y géneros: Asteráceas (*Onopordum*, *Carthamus*, *Scolymus*, *Dittrichia*, *Chrysanthemum*), Quenopodiáceas (*Atriplex*,

Bassia, *Chenopodium*, *Salsola*), Crucíferas (*Hirsfeldia*), Gramíneas (*Hyparrhenia*, *Piptatherum*) y otras (*Lavatera*, *Zygophyllum*). Adicionalmente, se han seleccionado una decena de especies “control” potencialmente interesantes, ya investigadas en otras áreas mediterráneas, como *Cynara cardunculus*, *Sylibum marianum*, *Brassica carinata* y *Arundo donax*, y alguna especie no mediterránea de gran notoriedad internacional (*Jatropha curcas*).

En total, y durante el segundo año del proyecto, se ensayarán unas 30 especies en la finca de Aguas Turbias (Purias) del CIFE de Lorca, para evaluar su comportamiento bajo cultivo, y obtener datos de producción, respuesta al corte y valor energético. En el tercer año del proyecto nos centraremos en 3-5 especies con las que realizaremos trabajos de fisiología, mejora y reproducción, para finalmente seleccionar material con buena tolerancia a frío y sequía, elevada producción de biomasa, y alto valor energético.

Recogida de frutos, semillas y esquejes:

Durante los meses de Junio a Septiembre del 2008 se recolectó semilla de las siguientes familias y especies:

- a) Asteráceas. *Carthamus arborescens*, 2 localidades (21g); *Carthamus lanatus* (14g); *Crisanthemum coronarium* (12g); *Cynara alba* (2g); *Cynara cardunculus*, 3 localidades (172g); *Onoporthum illiricum* (8g); *Onoporthum macracanthum*, 2 localidades (320g); *Onoporthum nervosum* (44g); *Scolymus hispanicus*, 2 localidades (5g); *Sylibum marianum* (115g)
- b) Crucíferas: *Hirsfeldia incana* (100g)
- c) Gramíneas: *Piptatherum miliaceum* (8g)
- d) Otras familias: *Lavatera triloba* (15g); *Nicotiana glauca* (5g)

La cantidad de semilla recolectada es un reflejo de la facilidad de recogida y/o el tiempo de retención de las semillas en los frutos (capítulos, silicuas, espigas, etc).



Semillas de *Onopordum nervosum*.

El tamaño de las semillas de las especies recogidas es muy variable, oscilando entre 0,1-40 mg/semilla (0,1-0,3 mg *N.glauca*, *P.miliaceum*, *S.hispanicus*; 2 mg *O.nervosum*; 4 mg *H.incana*; 6 mg *L.triloba*; 7 mg *O.illiricum*; 15 mg *O.macracanthum*; 16 mg *C.arborescens*; 20 mg *C.lanatus*; 29 mg *S.marianum*; 18-42 mg *C.cardunculus*). En el caso de especies como *C.cardunculus*, las semillas de poblaciones cultivadas son mas grandes (39-42 mg) que las de poblaciones silvestres (12-17 mg).

Para algunas gramíneas como *Arundo donax* y *Phalaris tuberosa*, las plantas se obtuvieron a partir de macollas, que se arrancaron, subdividieron, y trasplantaron a macetas, donde rebrotaron y crecieron hasta el momento de su trasplante.

En algunos casos de especies "control", nos proporcionaron la semilla (*Cynara cardunculus*, 2 kg, J.Fernandez, ETSIA-Madrid) o la compramos de empresas de semillas o viveros (*Brasica carinata*; *Jatropha curcas*).

Producción de planta

Durante el otoño del 2008 se sembraron las semillas en bandejas y se reprodujeron



Plántulas de *Cynara cardunculus*.

en cámara climática a 20°C, donde se mantuvieron las plántulas hasta el momento de su trasplante.

Hubo grandes diferencias en la capacidad germinativa de las semillas de las especies evaluadas; por lo general, los porcentajes de germinación fueron inferiores al 20% (15% *Onopordum nervosum* y *Scolimus hispanicus*; 13% *O.macracanthum*) y en algunos casos menores del 10% (*Nicotiana glauca* 8%; *Lavatera triloba* 7%; *Onopordum illiricum* 6%; *Hirsfeldia incana* 4%); solo en un reducido número de especies, los porcentajes fueron mayores del 40% (*Sylibum marianum* 73%; *Carthamus lanatus* 45%; *Cynara cardunculus* 44%). En conclusión, que las

semillas de especies silvestres presentan con frecuencia, factores o barreras que impiden su germinación, por lo que hay que recurrir a tratamientos para mejorarla.

En el caso de la especie *Onopordum nervosum*, vimos en la literatura científica que sus bajos porcentajes de germinación (menores del 20% en la mayoría de poblaciones) podían incrementarse hasta valores por encima del 60% con un tratamiento de la semilla con ácido giberélico (GA₃) a la dosis de 1 g/litro durante 24 horas, valores que se incrementan hasta un 70-80% cuando eliminamos las semillas que "flotan" (de baja densidad).

En algunas especies observamos que las semillas tenían distinto color, tamaño y/o peso, lo que podría explicar las diferencias de germinación y la variabilidad de este dato según la población/localidad de recogida. En el caso de *O.nervosum*, cuando sumergimos las semillas para darles un tratamiento con AG₃, las semillas que flotaban no germinaron, por lo que suponemos que no completaron bien su maduración y hay que desecharlas.

Instalación de las plantas en la finca de Purias:

Durante el mes de Noviembre, después de un periodo de abundantes llúvías, se inició la plantación del material reproducido hasta el momento.

El diseño previsto es de dos parcelas de 100m x 20m (2000m²), en cada una de las cuales se instalarán unas 30 especies, 20 preseleccionadas de la flora nativa de Murcia, y 10 especies “control”. En una de las parcelas de 1000m², las plantas solo recibirán el agua de lluvia, mientras que en la segunda parcela de 1000m², las plantas recibirán un suplemento de agua de riego para evaluar su potencial productivo en años de lluvia máxima (años buenos).

La superficie prevista para las 10 especies con mayor potencial es de 100m²/especie (50m² en seco, y otros 50m² con apoyo de riego), mientras que para las restantes especies se ha previsto una superficie de 30m² (15m² en seco, y 15m² con apoyo de riego).

La densidad de plantación está en función del tamaño adulto de las plantas de cada especie. En general, las densidades variarán entre 0,5-9m²/planta: 0,5m²/planta para especies herbáceas de mediano porte; 1m²/planta para herbáceas perennes de gran porte y arbustos de mediano porte; 3m²/planta para arbustos grandes, y 9m²/planta para árboles. Las especies que alcanzan su máximo de crecimiento en verano, como *Bassia scoparia*, *Salsola kali*, *Nicotiana glauca*, *Jatropha curcas*, etc, se plantarán en primavera.

Estimación de biomasa in situ de *Onopordum nervosum*:

En Septiembre visitamos una zona dedicada al cultivo de cereales en El Sabinar, del término de Caravaca, en donde había gran cantidad de cardos de *Onopordum nervosum*, con objeto de estimar su producción de biomasa. En el verano, las plantas florecen y maduran sus semillas (que recolectamos en Julio), pero al mismo tiempo, sufren un proceso de deshidratación, en el que pierden parte de sus hojas, pero mantienen sus tallos erguidos, momento en que se puede y debe cosechar esta especie para usos energéticos; por tal motivo, muestreamos tres lotes de 5 plantas, que medimos, segamos y pesamos en campo, y de las que tomamos tres muestras que posteriormente desecamos en laboratorio para determinar su contenido en materia seca y analizar su valor energético.

La producción media de 15 plantas muestreadas fue de 0,6 kgMS/planta, y su altura media de 2,55m. El contenido medio en materia seca (MS) osciló entre un 14-16%. Con estos datos y para densidades de plantación entre 10.000 - 20.000 plantas /ha, las producciones estimadas oscilan entre 6-12TnMS/ha, valores similares a las 7-15 TnMS/ha obtenidas por P.Manzanares (1988) en su tesis sobre “Estudio del desarrollo y productividad de *O.nervosum*”, en donde se vió que una tercera parte de dicha biomasa era celulosa. ■

■ Alimentación de pequeños rumiantes con subproductos de plantas aromáticas como fuente de antioxidantes endógenos. Mejoras en la producción y calidad de carne y leche

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA04-077-C2
Investigador responsable	María José Jordán Bueso
Equipo	José Antonio Sotomayor Sánchez Arturo Lafuente Coutiño Cristina Martínez Conesa Inmaculada Moñino Frutos María Quílez Simón Ana María Gamaza Beltrán

OBJETIVOS

Los objetivos generales planteados en este proyecto se resumen en:

1. Alimentación de ganado caprino y ovino con los subproductos derivados de la destilación de plantas aromático-medicinales. Estudio de la transmisión de antioxidantes endógenos a los productos alimenticios que de ellos se derivan (carne y leche).
2. Investigar si la incorporación de subproductos de tomillo y romero a la dieta de pequeños rumiantes (a través de la leche materna y/o del pienso) mejora las características de calidad y estabilidad de la producción de carne y leche.
3. Divulgación de resultados a ganaderos, agricultores y empresas alimentarias.

RESULTADOS PARCIALES

El estudio del aporte de plantas aromáticas en la dieta del ganado, se ha desarrollado con el fin de conseguir una adecuada transmisión de componentes antioxidantes en concentraciones activas a los productos alimenticios que de él se derivan (carne y leche), sin detrimento del rendimiento animal. Para esto, los ensayos de alimentación de cabras y ovejas con subproductos de PAM (romero y tomillo) han sido anules, coincidiendo el uso de cada una de estas plantas con el ciclo reproductivo de los animales. El tercer año de ensayo, se empleó hoja fresca de tomillo, con el objeto de comprobar el efecto de la destilación sobre la fracción polifenólica, junto con la acción del timol, componente mayoritario del aceite esencial de esta labiada, y del que se reconoce una elevada actividad antioxidante.

Una parte de la dieta de los animales ha sido sustituida por hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo rojo destilado y tomillo rojo fresco (*Thymus zygis* subsp. *gracilis*) Con estas hojas, mezcladas a partes iguales con grano de cebada, se ha elaborado un pienso granulado del que, previamente, se había comprobado su aceptación por los animales mediante ensayos con ganado caprino.

GANADO CAPRINO.

Alimentación y manejo animal.

Las cabras murciano-granadinas (productoras de leche) se distribuyeron en 3 lotes homogéneos atendiendo a su producción, quedando agrupados en un lote Control, un segundo lote que consume el 10% de su ración en hoja de romero o tomillo destiladas, y otro lote que consume el 20%. En relación a la incorporación de la hoja fresca de tomillo, se consideró la posible toxicidad del aceite esencial para la salud animal. Por este motivo se redujo de forma considerable el porcentaje de incorporación de hoja fresca en la dieta. En este último ensayo el consumo de hoja fresca se correspondió con un 3,75 y un 7,5% de la dieta basal.



Figura 1 Incidencia de la incorporación de hoja destilada de romero y tomillo (A y B) y tomillo fresco (C) en la alimentación de la cabra Murciano-Granadina sobre la producción lechera. Por lo que se concluye que la incorporación de los subproductos de la destilación de PAM

El análisis estadístico aplicado a los rendimientos lecheros obtenidos antes y después del secado de las cabras, muestra que no han existido diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las distintas dietas para la producción de leche, tal y como se observa en la Figura 1. Se concluye que la incorporación en la dieta de cabra Murciano-Granadina de plantas aromático-medicinales en las proporciones ensayadas no modifica el rendimiento lechero.

Transmisión de polifenoles a leche y queso de cabra Murciano-Granadina.

Los análisis cromatográficos (HPLC) de los extractos metanólicos obtenidos de las muestras de leche y queso, permitieron la identificación de once componentes polifenólicos, previamente detectados y cuantificados, en los piensos enriquecidos con planta aromática suministrados a los animales (Tablas 1 y 2). De estos resultados se concluye, que la introducción en la dieta de cabra Murciano-Granadina de hoja destilada de romero y tomillo, favorece e incrementa de forma significativa ($p < 0,05$) la presencia de componentes polifenólicos (ácido rosmarínico, carnósico y carnosol) de marcada actividad antioxidante en leche y queso de cabra al vino.

Tabla 1 Ratio de concentraciones respecto al grupo control del perfil polifenólico en leche de cabra alimentada con subproductos de romero y tomillo.

COMPONENTES	Hoja Destilada Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)			Hoja Destilada Tomillo (<i>Thymus zygis subsp. gracilis</i>)		
	Control	10%	20%	Control	10%	20%
Ácido gálico	1	1,67	3,08	1	2,87	4,02
Ácido caféico	1	1,03	1,07	1	1,04	1,06
Ácido ferúlico	1	1,21	1	1	1,04	1,06
Ácido coumárico	1	1,03	0,97	1	0,99	1,07
Naringina	1	1	0,99	1	1,28	1,18
Hesperidina	1	1,66	1,45	1	1,4	3,14
Luteolina	1	1	1,2	1	1,75	1,41
Ácido Rosmarínico	1	1,22	1,23	1	1,03	1,08
Apigenina	1	1,11	1,05	1	1	1
Genkwanina	1	1,19	1,19	1	1,02	1
Carnosol	1	1,34	1,46	1	2,35	5,4
Ácido Carnósico	1	1,59	1,24	1	1,82	3,15

Tabla 2 Ratio de concentraciones respecto al grupo control del perfil polifenólico en queso al vino de cabra alimentada con subproductos de romero y tomillo.

COMPONENTES	Hoja Destilada Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)			Hoja Destilada Tomillo (<i>Thymus zygis subsp. gracilis</i>)		
	Control	10%	20%	Control	10%	20%
Ácido gálico	1	0,4	0,75	1	0,49	0,39
Ácido caféico	1	1,01	1	1	1,01	1,01
Ácido ferúlico	1	0,99	0,99	1	1	1
Ácido coumárico	1	1,01	1,01	1	1	1
Naringina	1	1,02	1,01	1	1,02	1,01
Hesperidina	1	1,6	1,14	1	1	1,05
Luteolina	1	0,82	0,89	1	1,14	1,34
Ácido Rosmarínico	1	1,20	1,20	1	1,2	1,2
Apigenina	1	1	1,01	1	0,54	0,16
Genkwanina	1	1,07	1,12	1	1,05	1,07
Carnosol	1	1,42	1,58	1	1,33	1,41
Ácido Carnósico	1	1,55	2	1	1,43	1,71

Cuando se emplea hoja fresca de tomillo, los resultados mejoran sustancialmente, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos (presentados como ratio de concentraciones respecto del grupo control) 5,20 (3,75%) y 7,40 (7,5%), la introducción de hoja fresca de tomillo favorece la transferencia de timol a las secreciones lácteas en cabras alimentadas con esta labiada, rica en aceite esencial. Esto supone la posibilidad de ofertar al consumidor alimentos con alto valor añadido ricos en componentes antioxidantes con carácter endógeno.

GANADO OVINO.

Alimentación y manejo animal.

En el seguimiento de los rendimientos para el ganado ovino se han considerado, tanto la condición corporal de las madres, como el aumento de peso de los corderos desde el nacimiento hasta alcanzar el peso comercial de sacrificio. En este sentido destaca, que de las mediciones realizadas durante los tres años de ensayo de la condición corporal de las madres, a nivel estadístico, no se han observado diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los lotes de animales ensayados. En relación al aumento de peso diario de los corderos, de igual modo y tal y como se presenta en la siguiente Tabla 3, la introducción en la dieta de plantas aromático-medicinales no modifica el ratio de crecimiento de los animales en producción.

Tabla 3 Incremento de peso diario de corderos cuyas madres han sido alimentadas con hoja destilada.

	Kg/día			
	Romero destilado	Tomillo destilado	Control	Tomillo fresco
Control	0,18 ± 0,087	0,2 ± 0,06	Control	0,2 ± 0,04
10%	0,18 ± 0,093	0,2 ± 0,09	3,75%	0,2 ± 0,06
20%	0,19 ± 0,075	0,2 ± 0,08	7,5%	0,2 ± 0,04

Transmisión de polifenoles a carne de cordero Segureño.

En este apartado del proyecto, el objetivo principal es comprobar como la aplicación de subproductos de la destilación de romero y tomillo en la dieta de oveja Segureña afecta a la composición polifenólica de la carne de cordero y por consiguiente a su capacidad antioxidante.

Los análisis se han realizado en muestras de carne procedentes de la paletilla (Músculo *deltoideus*) y la pared abdominal (Músculo *obliquus externus abdominis*) del cordero, por presentar diferencias en cuanto al porcentaje de grasa intramuscular existente en ambas piezas de carne. Los resultados obtenidos, muestran la transferencia positiva de 11 polifenoles procedentes del material destilado a la carne de cordero Segureño, cuyas madres han sido alimentadas con estos subproductos; siendo el ácido rosmarínico y los diterpenos carnosol y ácido carnósico, los componentes polifenólicos transmitidos en mayor concentración. En relación a la incorporación en la dieta de hoja fresca de tomillo, al igual que ocurría en los ensayos anteriores, muestran la bondad en la administración de estas planta aromática sobre la mejora del perfil polifenólico de la carne de cordero Segureño. También es importante destacar la presencia del componente fenólico timol, procedente del aceite esencial de esta planta incorporado al pienso.

Capacidad antioxidante.

Con la finalidad de conocer la efectividad de estos componentes sobre el estado antioxidante de la carne, se han realizado análisis para determinar la capacidad antirradicalaria de los polifenoles extraídos de la matriz cárnica, frente el radical libre DPPH*.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4. De ellos se desprende la efectividad de la hoja destilada de romero (HDR) y la hoja fresca de tomillo (HFT), frente a la de la hoja destilada del tomillo (HDT). Los extractos metanólicos procedentes de carne de cordero alimentado con HDR y HFT presentaron un mayor poder de decoloración del radical DPPH*, comparados con sus respectivos grupos control, presentando diferencias estadísticamente significativas entre ellos, frente a los resultados obtenidos con el tomillo destilado. En este último caso, a pesar de existir una transferencia positiva de componentes con marcada actividad antioxidante a la carne de cordero, no se detectan mejoras significativas en la capacidad antioxidante de la carne.

Tabla 4 Actividad antirradicalaria de los extractos metanólicos obtenidos de carne de cordero alimentado con hoja destilada de romero y tomillo.

	22,5 mg carne liofilizada/ml DPPH* (% de inhibición)						
	<i>Rosmarinus officinalis</i> destilado		<i>Thymus zygis</i> destilado		<i>Thymus zygis</i> fresco		
	Paletilla	Panceta	Paletilla	Panceta	Paletilla	Panceta	
Control	48,4±1,15	49,5±0,35	43,9±1,86	43,8±5,95	Control	34,9±3,72	30,2±4,79
10%	54,2±2,03*	53,3±0,91*	46,0±5,62	45,5±3,62	3,75%	40,8±3,61*	42,4±4,81*
20%	52,3±1,01*	54,6±1,24*	46,4±4,85	45,1±3,25	7,5%	44,7±4,11*	40,3±2,86*

Cantidad mínima de planta aromática a complementar para que exista transmisión de antioxidantes en concentraciones activas sin detrimento del rendimiento animal.

Este aspecto no ha podido ser aclarado en su totalidad, puesto que atendiendo a los resultados expuestos en los apartados anteriores, no han sido detectadas diferencias estadísticamente significativas, entre los resultados obtenidos para los dos grupos de animales alimentados tanto con hoja destilada de romero y tomillo como con hoja fresca de tomillo, aunque sí con respecto al control.

Desde esta perspectiva, podría concluirse que la sustitución de parte de la dieta por un 10% de hoja destilada de romero, sería suficiente para obtener resultados satisfactorios en calidad y estabilidad de carne de cordero. Aún quedaría por determinar, si esta dosis todavía puede reducirse más.

En el caso del tomillo destilado, dada la naturaleza de los resultados obtenidos, no puede determinarse todavía la dosis mínima a emplear, puesto que no se han obtenido los resultados esperados.

Para el tomillo fresco, al igual que el caso del romero, la dosis mínima ensayada 3,75% de sustitución, ha obtenido resultados similares a los de la máxima concentración. De aquí se deduce que esta dosis, en principio, sería adecuada para las mejoras de calidad y estabilidad, aunque quedaría por determinar la dosis mínima efectiva. ■

■ Prospección, recolección y conservación de germoplasma, caracterización química, selección, estudios de propagación y cultivo en ecológico, de poblaciones silvestres de plantas aromáticas y medicinales de la flora española

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2005-168-C4-03
Investigador responsable	José Antonio Sotomayor Sánchez
Equipo	María José Jordán Bueso José Enrique Cos Terrer Cristina Martínez Conesa Vanesa Lax Vivancos María Quílez Simón José Antonio Candel Quijada

OBJETIVOS

1. Prospección y recolección mediante muestreo estratificado, de material vegetal de las especies *Lavandula latifolia*, *Rosmarinus officinalis* y *Salvia lavandulifolia* de la flora espontánea aromático-medicinal de la Región de Murcia y zonas limítrofes.
2. Caracterización química de las plantas muestreadas para su selección en base a rendimiento y calidad de sus aceites esenciales y extractos antioxidantes.
3. Determinación en cultivo del estado fenológico más idóneo para la recolección de estas especies, atendiendo a las calidades y rendimientos de sus aceites esenciales y extractos antioxidantes.

RESULTADOS OBTENIDOS

ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.)

Se ha procedido a recoger muestras de poblaciones de toda la Región de Murcia, excepto una pequeña superficie del N.O. que abarca el Pico de Revolcadores, en donde no se da espontánea esta labiada. Algunas de estas poblaciones se han recolectado por su reconocido valor comercial por los recolectores habituales de plantas aromáticas de la zona; y otras porque al estar situadas en muy distintas condiciones de altitud y latitud, se pretende estudiar el efecto de dichas variaciones sobre los rendimientos y calidad en aceite esencial y sobre su riqueza en componentes con actividad antioxidante.

Las poblaciones que se han recolectado quedan reflejadas en la Fig. 1.

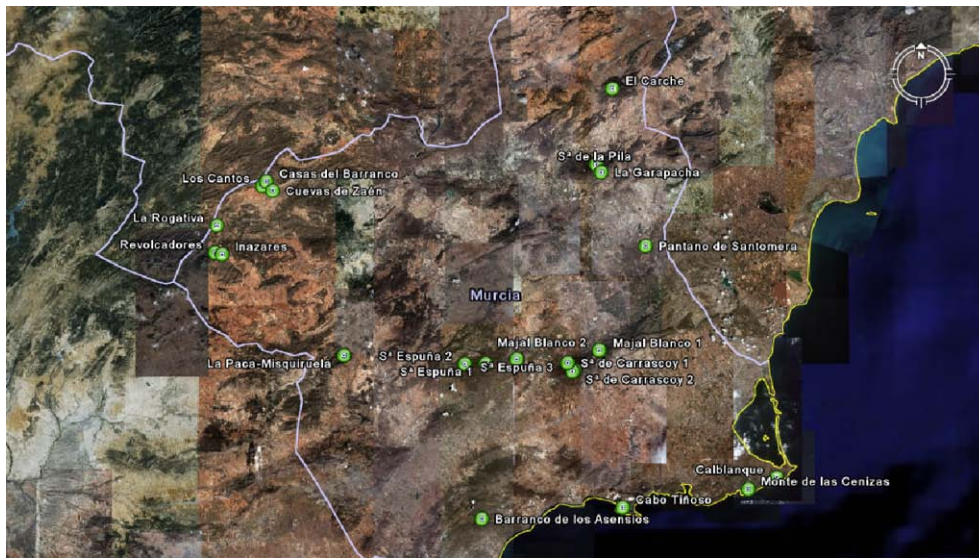


Figura 1 . Localización geográfica de las poblaciones de romero recolectadas.

En la Fig. 2 podemos observar que el porcentaje de aceite esencial (AE) se encuentran entre rangos de 1,2 y 3,2%, y presenta una correlación positiva, estadísticamente significativa ($p < 0,001$), con respecto a la altitud de la zona.

El perfil volátil del AE se ha determinado por cromatografía de gases. En el se han identificado 26 componentes mayores que representan el 98% del conjunto de toda la fracción volátil del AE de romero. Los principales componentes son alcanfor (32,9-10,7%); eucaliptol (26-13,8%); α -pineno (20,9- 10,8%); canfeno (9,8-4,6%); borneol (8,9-2,5%) y verbenona (7,7- 1,7%).

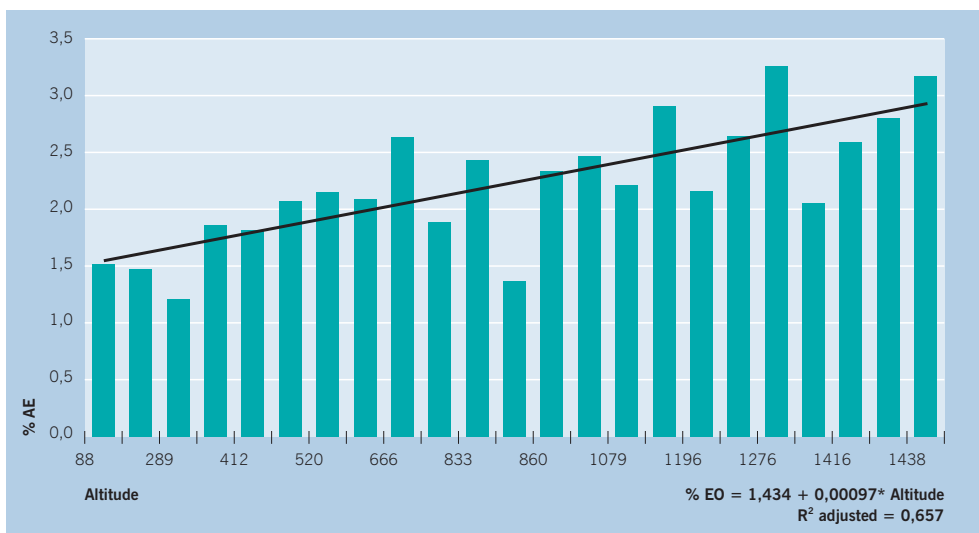


Figura 2 Correlación entre el rendimiento en AE (%p/v) y la altitud.

El efecto de la altitud sobre la composición del aceite esencial, ha mostrado para β -pineno y (E) - β -Cariofileno una correlación estadísticamente positiva $p < 0,01$) entre la altitud de la zona y sus concentraciones relativas, mientras que para borneol se ha detectado una correlación negativa entre estos dos parámetros $p < 0,01$).

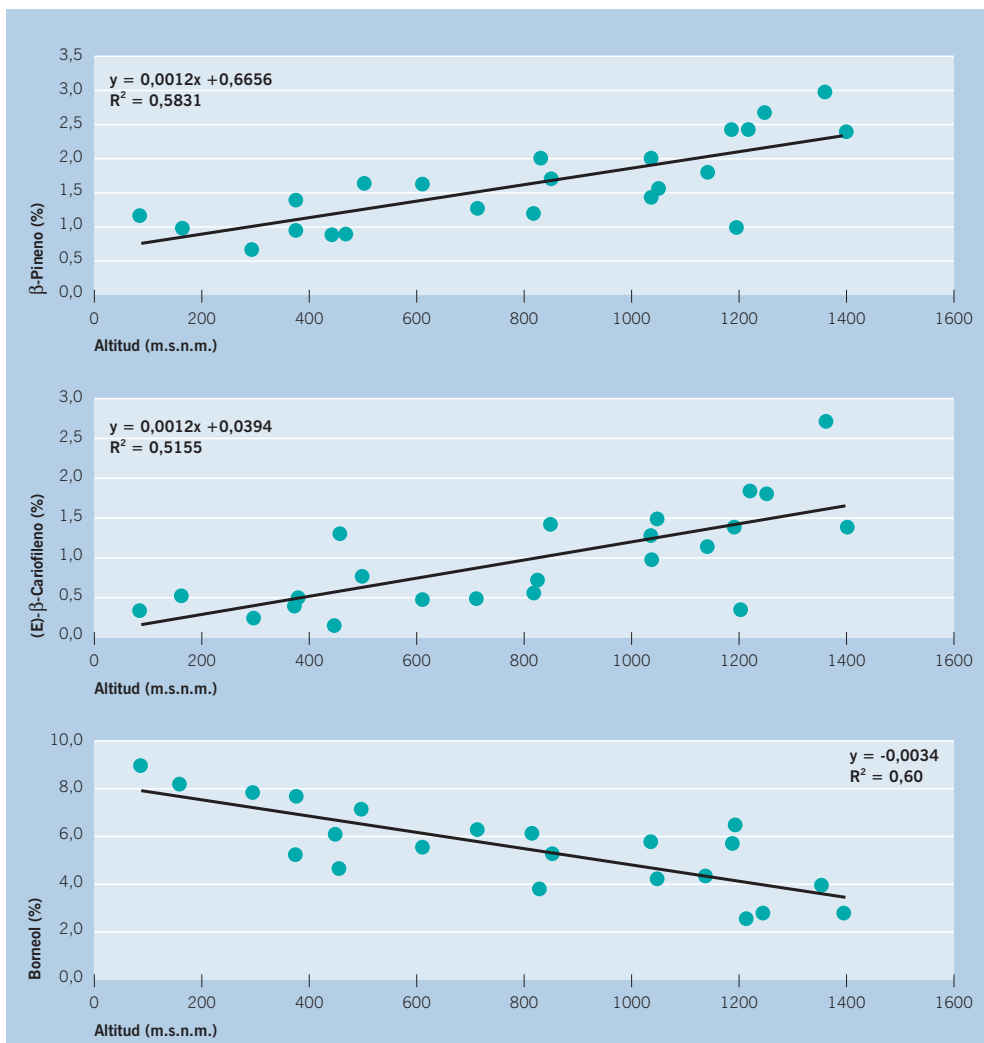


Figura 3 Efecto de la altitud sobre la composición de algunos componentes del aceite esencial de romero.

SALVIA (*Salvia lavandulifolia* Vahl.)

También se ha realizado una prospección y recolección de plantas silvestres y cultivadas de la R. de Murcia. Según los resultados mostrados en la tabla 1, se han encontrado importantes diferencias relacionadas con el rendimiento de AE, en p/v, entre las poblaciones espontáneas y/o cultivadas de salvia en estudio. Se han encontrado rendimientos de AE del 1,7% en Revolcadores frente al 5,8% correspondiente a poblaciones de Hellín.

El análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas, permitió la identificación y cuantificación relativa de 40 componentes en esta especie de salvia. Los quimiotipos encontrados corresponden a 1,8-cineol-alcanfor (40,7 a 23,9%) con 5,8% de rendimiento en AE; 1,8-cineol-alcanfor (36,9-31%), el 4,7% de AE; alcanfor-1,8-cineol - canfeno (28-26-8%), el 1,7% de AE; alcanfor-1,8-cineol linalil-acetato-linalol (23,6-19,7-15,3-7,5%), el 3,2% AE; alcanfor-1,8-cineol-canfeno-borneol (32,87-18,7-6,5-3,4%), 2,0% AE.

La actividad antirradicalaria de los extractos metanólicos, expresada como el porcentaje de decoloración de la radical DPPH• se muestran en la Figura 2. Debido a la gran variabilidad intraespecífica existente entre los individuos pertenecientes a la misma las poblaciones silvestres, no se han detectado diferencias estadísticamente significativas

entre las actividades antirradical (% AA) para las cinco poblaciones de las plantas estudiadas. Sin embargo, teniendo en cuenta las tendencias, las mayores actividades antirradicalarias se han detectado en la población de Hellín, seguida por Reolid, La Rogativa, Casas del Barranco y Revolcadores.

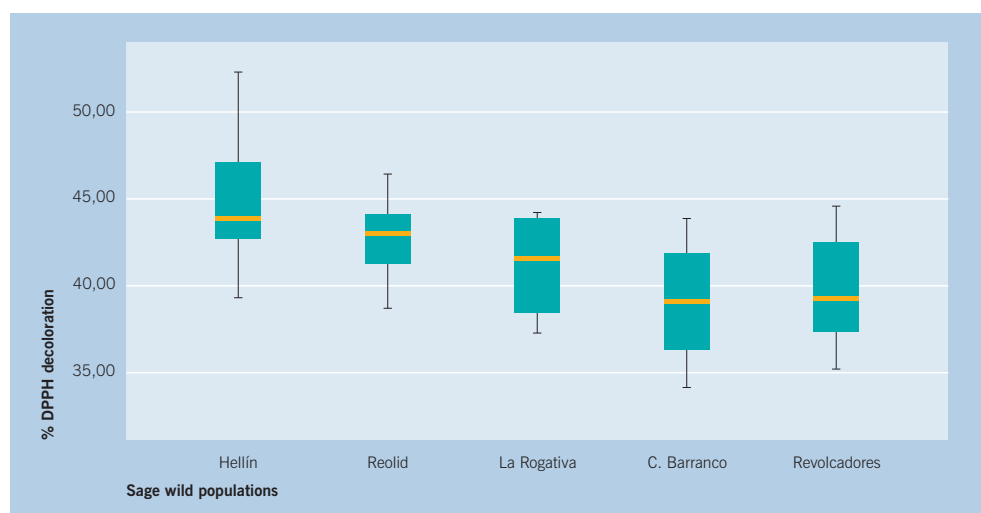


Figura 4 Capacidad antirradicalaria de distintas poblaciones de Salvia lavandulifolia de la Región de Murcia y zonas limítrofes, medida como el porcentaje de decoloración del radical DPPH•.

Para valorar el rendimiento cualitativo y cuantitativo del aceite esencial de salvia española cultivada, en función del estado fenológico en que se recolecta, se analizaron, durante el ciclo vegetativo, 5 plantas en cada uno de los cuatro estados fenológicos: plena floración (FB), en abril; inicio de fructificación (FM) en mayo; fructificación pasada (AFM) en junio, y la vegetación (VEG) en julio.

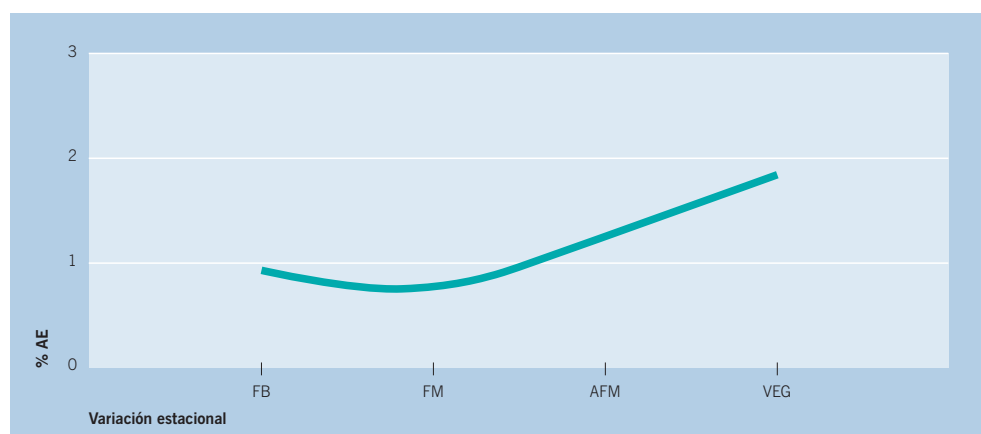


Figura 5 Porcentaje de AE según el estado fenológico en que se realizó la recolección.

En la Figura 5 podemos observar que el máximo rendimiento en AE se produce en vegetación, después de pasada la floración y fructificación, mientras que en la Figura 6 podemos ver que en el estado de fructificación pasada, el AE tiene la mayor proporción de 1,8-cineol.

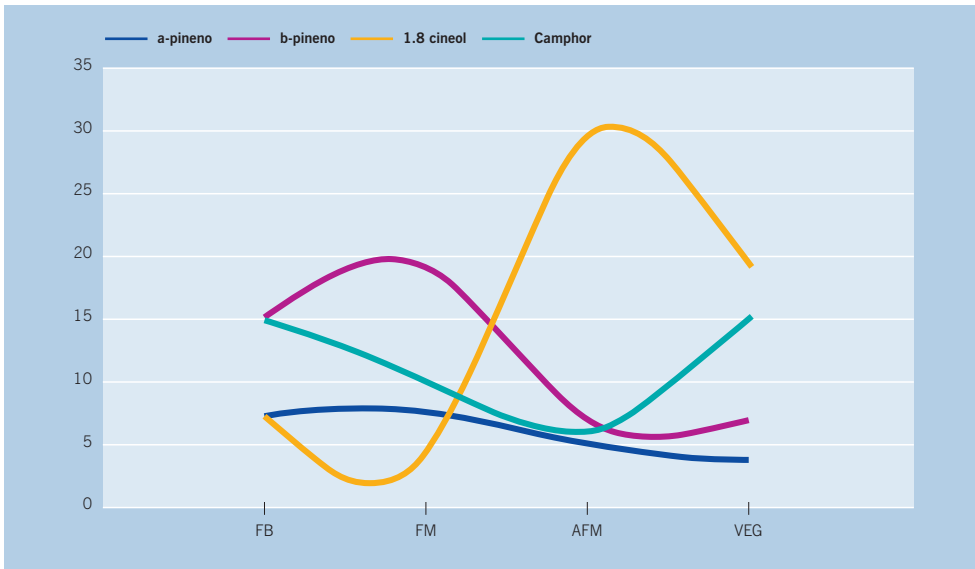


Figura 6 Variación estacional de los componentes más significativos del AE de salvia española, en cada uno de los estados fenológicos en los que se recolecto.

ESPLIEGO (*Lavandula latifolia Medicus*)

Para esta especie se ha realizado un estudio en cultivo en el que se han simulado tres condiciones hídricas diferentes, mediante la aportación de agua con riego localizado. Se ha establecido un control (R0), sin ninguna aportación de riego, un R1 con riego para suplementar el 20% de la ETo de la zona en el periodo de cultivo (696 mm), y un R2 para suplementar el 40% de la ETo. La precipitación total desde el 1 de enero hasta el 15 de julio de 2008 ha sido de 119 mm.

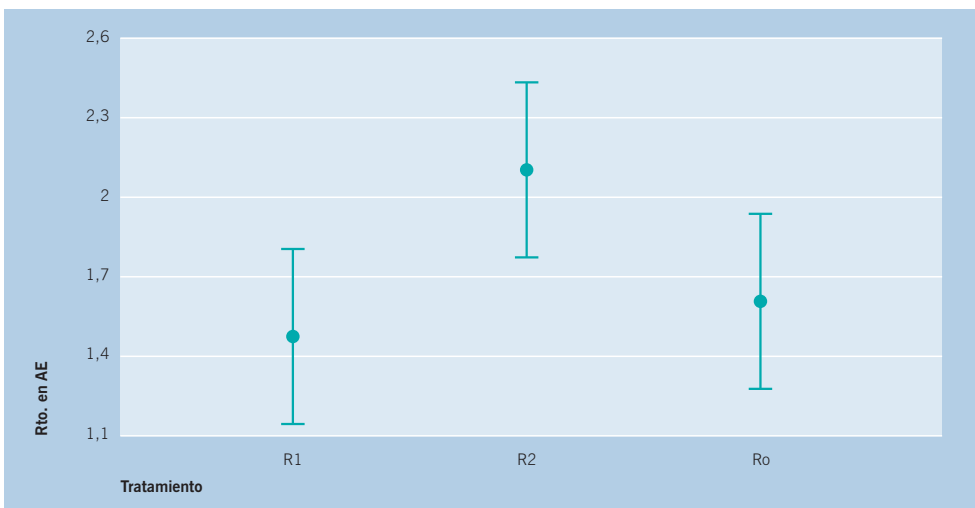


Figura 7 Capacidad antirradicalaria de distintas poblaciones de Salvia lavandulifolia de la Región de Murcia y zonas limítrofes, medida como el porcentaje de decoloración del radical DPPH•.

En la Fig. 7 podemos observar que, para las condiciones de cultivo, no se han encontrado diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el rendimiento de AE con los distintos tratamientos, aunque si se manifiesta claramente una tendencia a la mayor producción cuando la cantidad de agua aportada ha sido mayor.

PUESTA A PUNTO DE TÉCNICAS DE MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA E *IN VITRO*.

Para la conservación *ex situ* de las plantas de tomillo seleccionadas por sus características de producción de aceite esencial, calidad del mismo y capacidad antioxidante de su extracto, expresada como el porcentaje de decoloración de la radical DPPH•, se han seleccionado las plantas de tomillo de las especies que se muestran en las tablas 1 y 2, y se han puesto a punto técnicas de multiplicación vegetativa e *in vitro*, para la producción de clones de dichas plantas.

Tabla 1 Plantas seleccionadas de *Thymus zygis* subsp. *gracilis* que han sido reproducidas vegetativamente -esquejes e *in vitro*-, y se encuentran en periodo de aclimatación.

Nº planta	Planta	Thymol (%)	DPPH (%)	Rto. aceite (%)
1	B1 A	60,87	43,32	3,30
2	B1 B	59,62	40,88	2,92
3	B1 C	43,67	41,44	2,42
4	B4 A	56,53	40,32	2,75
5	B1 A	57,21	41,22	3,26
6	B1 C	48,57	40,18	2,65
7	B1 D	49,64	35,76	2,97
8	B1 E	56,86	34,44	2,42
9	B2 C	49,93	35,21	2,55
10	B1 B	58,93	40,54	3,03
11	B1 E	50,53	43,39	1,76
12	B2 D	54,26	42,90	2,19
13	B2 E	63,73	38,94	2,26
14	B4 B	57,22	33,10	3,26
15	B4 C	57,65	36,88	2,33
16	B4 D	50,86	32,43	1,64
17	B4 E	63,73	32,40	2,79
18	B1 A	64,44	37,65	3,18
19	B1 D	59,60	38,25	3,93
20	B2 C	59,90	no	4,30
21	B2 D	51,27	40,02	4,65
22	B2 E	52,82	38,70	5,30
23	B4 E	46,81	35,54	3,03

Tabla 2 Plantas seleccionadas de *Thymus hyemalis* que han sido reproducidas vegetativamente -esquejes e *in vitro*-, y se encuentran en periodo de aclimatación.

Nº planta	Planta	Thymol (%)	α -terpineol	Linalol	Carvacrol	DPPH (%)	Rto.
1	B1 E	15,08	0,88	1,33	1,38	39,86	3,33
2	B2 A	18,75	0,51	2,28	0,86	39,98	2,54
3	B2 D	25,12	0,76	1,50	1,74	41,34	1,79
4	B2 E	20,95	0,74	3,24	2,66	48,06	2,14
5	B4 A	22,91	0,58	5,71	1,36	41,97	2,30
6	B4 B	15,02	1,44	18,56	0,45	43,76	1,67
7	B2 B	7,00	0,69	55,16	0,25	42,54	2,63
8	B2 C	17,07	22,66	0,79	1,06	43,36	2,20
9	B2 D	36,46	0,26	11,64	2,05	43,09	2,59
10	B2 E	20,62	17,51	1,50	1,55	44,48	2,99
11	B4 A	15,22	0,32	4,33	1,91	41,04	2,22
12	B4 B	12,06	2,81	33,77	0,36	30,35	3,39
13	B1 E	32,56	0,46	2,38	1,57	44,71	3,23
14	B2 B	30,57	0,67	3,07	4,33	43,45	2,80
15	B2 C	31,99	9,36	1,22	1,83	37,92	1,86
23	B4 B	2,90	0,37	2,11	40,11*	38,96	2,20
16	B4 E	0,19	1,48	4,36	8,86	39,94	2,20
17	B1 C	42,78	0,14	0,92	1,51	39,44	2,46
18	B1 E	14,23	2,42	0,52	4,40	37,79	3,41
19	B2 A	26,62	2,64	1,24	1,46	46,61	1,93
20	B2 B	12,57	0,30	9,37	1,96	46,76	2,60
21	B2 D	20,81	0,40	3,62	1,53	45,78	3,41

■ Productos naturales de origen vegetal: una alternativa a los aditivos antimicrobianos en alimentación animal

Entidad financiadora y Referencia	POI07-016
Investigador responsable	Cristina Martínez Conesa
Equipo	José Antonio Sotomayor Sánchez M ^a José Jordán Bueso Arturo Lafuente Coutiño María Pilar de Haro Hernández María Quílez Simón Ana Gamaza Beltrán

OBJETIVOS

1. Determinar la acción del aceite esencial sobre rendimiento animal y los parámetros de salud.
2. Seguimiento de la transferencia de los compuestos fenólicos de los aceites esenciales a los distintos órganos del animal.
3. Estudio de la flora microbiana del tracto digestivo de lechones y acción de los principios activos de los aceites esenciales sobre su composición.

RESULTADOS OBTENIDOS

Para el estudio del efecto del aceite esencial de tomillo en la alimentación de animales monogástricos, se utilizó en primer lugar animales modelo debido a su facilidad de manejo.

ANIMALES MODELO

Los ensayos se realizaron en el Animalario de la Universidad de Murcia donde los animales eran mantenidos en salas cerradas sin ventanas, con un fotoperíodo de 12 horas de luz/ 12 horas de oscuridad, temperatura entre 20 y 24 °C y nivel de humedad relativa del 55% ± 10%. Se utilizó 32 ratas macho recién destetadas y con un peso medio de 67,3 ± 4,6 g. Los animales fueron separados en 4 grupos:

- Grupo control
- Grupo con aceite esencial de tomillo quimiotipo timol.
- Grupo con aceite esencial de tomillo quimiotipo carvacrol.
- Grupo con aceite esencial de tomillo quimiotipo mixto timol-carvacrol.

La elaboración del pienso fue manual, para evitar la oxidación del aceite y la pérdida de componentes volátiles. A cada tipo de pienso se le añadió 0,06% de un aceite esencial distintos según el grupo de experimentación al que fuera dirigido.

Los animales fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas (Fig.1), donde se les administró pienso diariamente y se recogieron muestras de orina y heces con la misma frecuencia.



Figura 1 Racks ventilados con jaulas metabólicas.

La prueba del efecto del aceite esencial sobre el consumo y la ganancia de peso duró 10 días, momento en que los animales alcanzaron un peso medio de $120,2 \pm 8,7$ g, no habiendo diferencias significativas entre los grupos, pero viéndose, sin embargo, una tendencia a una mayor ganancia de peso en los lotes alimentados con aceite esencial (Fig. 2).

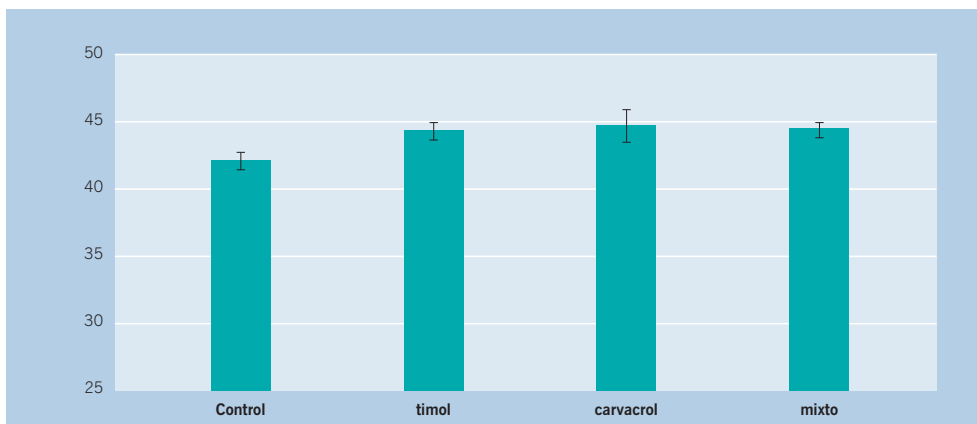


Figura 2 Porcentaje de incremento de peso, durante los diez días de experimentación.

Por otro lado, el consumo de pienso de los animales no se vio modificado por la administración del aceite esencial, por lo que parece que la inclusión de aceite de tomillo no disminuye la apetencia del animal por el pienso.

Al finalizar el tiempo de experimentación se realizó una recogida de sangre y posteriormente los animales fueron sacrificados por dislocación cervical, autopsiados y recogido los órganos de detoxificación (hígado y riñón), bazo (asociado a la respuesta inmune) y secciones de las distintas partes del intestino delgado (duodeno, yeyuno e ileon) y del colon, así como mucosa y contenido intestinal.

Para conocer la transmisión de compuestos fenólicos (timol y carvacrol) a las muestras de heces, orina, hígado, riñón, bazo mucosa intestinal y contenido intestinal se están poniendo a punto las técnicas de extracción y detección de estos compuestos.

En cuanto a las muestras intestinales, de cada segmento se obtuvieron varios cortes seriados de 6 micras de espesor, que se tiñeron mediante hematoxilina-eosina y que están siendo medidos por microscopía óptica y un analizador automático de imagen. Las medidas determinarán posibles diferencias en la morfología intestinal debidas a un efecto irritante o beneficioso del aceite esencial. También se están analizando parte de las muestras de hígado y riñón con el fin de detectar anomalías que indiquen una toxicidad del aceite.

GANADO PORCINO

Después del ensayo con animales modelos, pasamos a realizar un ensayo de toxicidad con lechones blancos (Pietrain*Large White x Large White*Landrace), en el CIFEA de Lorca (Murcia) (Fig.3). El régimen al que estaban sometidos los animales era intensivo y en estabulación permanente.



Figura 3 Lechones blancos ubicados en el CIFEA de Lorca (Murcia).

El manejo se realizó en cuatro lotes homogéneos de 10 animales cada uno, 40 lechones, la mitad hembras y la mitad machos, con un peso medio de $8,24 \pm 0,9$ kg y con 21 días de edad, que corresponde a un destete prematuro de estos animales. Para asegurar la ingesta de aceite lo administramos manualmente mediante la ingesta de cápsulas diarias con el aceite que correspondería a un 0,06%, 0,09% y 0,12% de su consumo medio diario.

La prueba del efecto del aceite esencial sobre el consumo y la ganancia de peso duró 5 semanas, momento que los lechones alcanzaron un peso medio en el lote de 0,12% de $23,25 \pm 2$ Kg., en el lote 0,09% $23,15 \pm 2,7$ Kg., en el lote 0,06% $22,03 \pm 1,7$ Kg. y en el lote control $21,97 \pm 3,6$ Kg., no habiendo diferencias significativas entre los lotes. Además podemos observar en la Fig. 4 que en la ganancia media diaria no existen diferencias significativas entre los lotes.

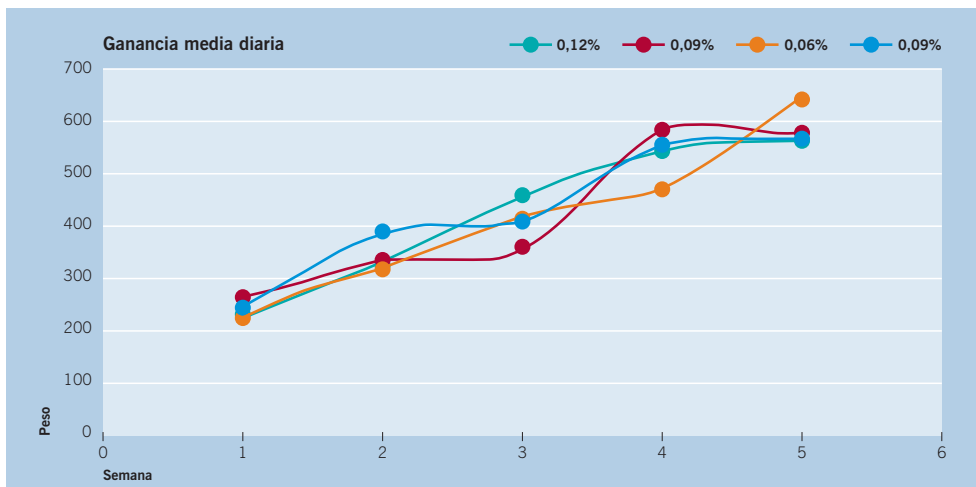


Figura 4 Ganancia media expresada en gramos/día, durante las 5 semanas de duración del ensayo.

El consumo de pienso de los animales no se vio modificado por la administración el aceite esencial en cápsulas, por lo que parece que el consumo de pienso enriquecido con aceite no disminuye la apetencia del animal por el pienso (Fig.5)

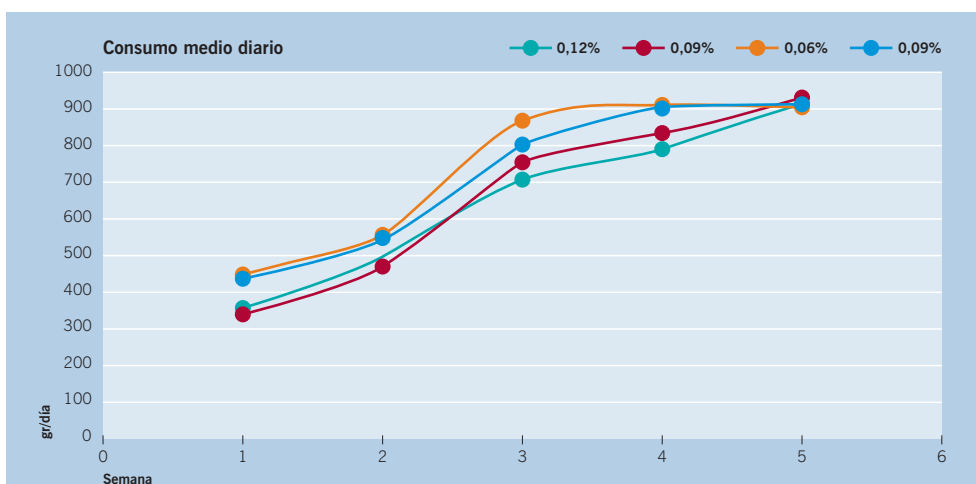


Figura 5 Consumo medio diario de de pienso, expresado en gramos/día, durante las 5 semanas de duración del ensayo.



Al final de la experimentación se recogió una muestra de sangre, carne y de órganos de detoxificación (hígado y riñón) con el fin de ver la transmisión de compuestos fenólicos y la estabilidad oxidativa de la carne. Parte de esa carne se envasó al vacío y se congeló para un posterior análisis sensorial.

El análisis sensorial se realizó gracias a la colaboración de 96 consumidores habituales de carne de cerdo a los que se pidió que identificaran, por un lado, la muestra diferente entre tres posibles y por otro lado, que indicaran la muestra que más les gustaba. En las pruebas discriminativas se obtuvo un porcentaje bajo de aciertos, en torno a un 35%. En cuanto a las preferencias, las muestras con un 0,09% y un 0,12% se eligieron como favoritas en un 70% y un 80% de las catas, respectivamente. Mientras que las muestras control y las muestras con menos concentración de aceite fueron seleccionadas como preferidas un 36% y 17% respectivamente. ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

CORREAL, E., ERENA, M., RÍOS, S., ROBLEDOS, A., VICENTE, M. 2008. Agroforestry systems in southeastern Spain. In: A. Rigueiro-Rodríguez et al. (eds.), *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. Chapter 9. pp. 183-210. Springer Science. (en prensa).

CORREAL, E., HOYOS, A., RÍOS, S., MÉNDEZ, P., REAL, D., SNOWBALL, R., COSTA, J. 2008. Seed production of *Bituminaria bituminosa*: size, production, retention and germination capacity of the legumes. *Options Méditerranéennes* (Serie A). 79: 379-383.

CORREAL, E., WALKER, D.J., HOYOS, A. 2008. Seed production in *Atriplex halimus*: effect of ploidy on seed size, germination capacity and initial plant vigor. *Options Méditerranéennes* (Serie A). 79: 427-430.

EL FERCHICHI OUARDA, H.; NAGHMOUCHI, S.; WALKER, D.J.; CORREAL, E.; BOUSSAÏD, M.; LARBI KHOUJA, M. 2008. Variability in the pod and seed parameters and nuclear DNA content of Tunisian populations of *Ceratonia siliqua* L. *Agroforestry Systems* 74:73-81.

ERENA, M., GARCÍA, S., CORREAL, E., PÉREZ, P., BAÑOS, I., MONTESINOS, S., GARCÍA, P., ATENZA, J. 2008. Geo-portal for drought and climate risks in the region of Murcia: GOSYD project. *Options Méditerranéennes* (Serie A). 80: 345-348.

HCINI, K.; WALKER, D.J.; CORREAL, E.; BOUZID, S. 2008. Estimation of nuclear DNA content in populations of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae) by flow cytometry. *Caryologia*. 61: 160-163.

JORDÁN, M. J., MARTÍNEZ, C., MOÑINO, I., MARTÍNEZ, R.M. AND SOTOMAYOR, J. A. Polyphenolic Extract and Essential Oil Quality of *Thymus Zygis* ssp. *gracilis* Shrubs Cultivated under Different Watering Levels. *Industrial Crops And Products*. 2008 (En prensa)

MOÑINO, M. I., MARTÍNEZ, C., SOTOMAYOR, J. A., LAFUENTE, A. AND JORDÁN, M. J. Polyphenolic Transmission to Segureño Lamb Meat from Ewes Dietary Supplemented with the Distillate from Rosmary (*Rosmarinus Officinalis*) Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. 56; 3363-3367.

REAL, D., ALBERTSEN, T., SNOWBALL, R., HOWIESON, J., REVELL.C., EWING, M., CORREAL, E., MENDEZ, P., RIOS, S. 2008. *Bituminaria bituminosa* var. *albomarginata* (Lancelot trefoil), a novel perennial forage legume for low-rainfall Mediterranean environments in Western Australia. In: *XXI International Grassland Congress and VIII International Rangeland Congress*, Hohhot, China: Vol II: 452.

REAL, D., FOSTER, K., CORREAL E., KIDD, D., MÉNDEZ, P. (2008) Techniques for artificial hybridization in the self-pollinated forage legume *Bituminaria bituminosa* and the cross-pollinated forage legume *Hedysarum coronarium*. *XXI In: International Grassland Congress and VIII International Rangeland Congress*, Hohhot, China. Vol II: 347.



ROTA, M.C., HERRERA, A., MARTÍNEZ, R. M., SOTOMAYOR, J. A. AND JORDÁN, M. J. Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control*. 2008; 19(7): 681-687.

SOTOMAYOR, J. A., JORDÁN, M^a J., LAFUENTE, A., MARTÍNEZ, C. Y MOÑINO, I. 2007. Alimentación de pequeños rumiantes con subproductos de PAM: una vía para la obtención de alimentos con alto valor añadido. *ACP Boletín PAM nº 11, hivern 07-08*. <http://issuu.com/francesc/docs/betllet11>.

WALKER, D., BERNAL, P., CORREAL, E. 2007. The influence of heavy metals and mineral nutrient supply on *Bituminaria bituminosa*. *Water Air Soil pollution* 184:335-345.

WALKER, D.J.; ROMERO, P.; DE HOYOS, A.; CORREAL, E. 2008. Seasonal changes in cold tolerance, water relations and accumulation of cations and compatible solutes in *Atriplex halimus* L. *Environmental and Experimental Botany*. 64: 217-224.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

JORDÁN, M.J., MARTÍNEZ, C., MOÑINO, M.I., LAFUENTE, A., SOTOMAYOR J.A. 2008. Animal feeding with subproducts from aromatic and medicinal plants: A source of endogenous antioxidants. *First Symposium and co-operation event. Plant derived feed additives*. Hungría.

JORDÁN, M.J.; LAX, V. AND SOTOMAYOR, J.A. 2008. Seasonal variation of *Salvia lavandulifolia* subsp. *lavandulifolia* Essential oil yield and composition. *39th International Symposium on Essential Oils*. Quedlinburg (Alemania)

HERRAIZ D., USANO-ALEMANI J., CUADRADO, J., LAX, V., JORDÁN, M.J., SOTOMAYOR J.A., PALÁ-PAÚL J. 2008. Exploration of wild populations of *Salvia lavandulifolia* Vahl. From Castilla-La mancha province (Spain): compilation, chemical composition and storage of the seeds. *39th International Symposium on Essential Oils*. Quedlinburg (Alemania).

MOÑINO, M.I., MARTÍNEZ, C., SOTOMAYOR, J.A., LAFUENTE, A., LAX, V., DE HARO, M.P GAMAZA, A.M., JORDÁN, M.J. 2008. Estabilidad oxidativa de la carne de Cordero Segureño alimentado con hoja destilada de Tomillo. *II Congreso internacional de seguridad alimentaria*. Murcia (España).

MARTÍNEZ, C., MOÑINO, M.I., JORDÁN, M.J., LAFUENTE, A., DE HARO, M.P., LAX, V QUÍLEZ, M., SOTOMAYOR, J.A. 2008. Incorporación de subproductos de romero a la dieta de cabra murciano-granadina. Una vía para la obtención de leche con valor añadido. *II Congreso internacional de seguridad alimentaria*. Murcia (España).

MOÑINO, M.I., MARTÍNEZ, C., FERRANDINI, E., LAFUENTE, A., SOTOMAYOR, J.A., JORDÁN, M.J. 2008. Efecto de la pasteurización sobre el perfil polifenólico de leche de Cabra Murciano-Granadina alimentada con hoja destilada de Romero. *3^{er} Congreso internacional de autocontrol y seguridad alimentaria*. Córdoba (España).

MOÑINO, M.I., MARTÍNEZ, C., NIETO. G., LAENCINA. J., SOTOMAYOR, J.A., JORDÁN, M.J. 2008. Estabilidad térmica de los componentes polifenólicos procedentes de hoja destilada de Romero en carne cocinada de Cordero Segureño. *3^{er} Congreso internacional de autocontrol y seguridad alimentaria*. Córdoba (España).

JORDÁN, M. J., MARTÍNEZ, C., MOÑINO, M.I. AND. SOTOMAYOR, J.A. 2007. Chemical Characterization of *Salvia lavandulifolia* subsp. *vellerea* in the Southeaster Spain. I Internacional Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs. Antalya (TURQUIA)

SOTOMAYOR, J.A., MARTÍNEZ, C., MOÑINO, M.I. AND JORDÁN, M. J. 2007. Effect of Altitude on *Rosmarinus officinalis* Essential Oil in Murcia (Spain). *I Internacional Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs*. Antalya (TURQUIA)

LAX, V., JORDÁN, M.J., MARTÍNEZ, C., MOÑINO, M.I., MARTÍNEZ, R.M., SOTOMAYOR, J.A. 2007. Chemical Variability and Radical Scavenging Activity of *Thymus hyemalis* L. Essetial Oil Cutivated at the Region of Murcia. *38th International Symposium on Essential Oils*. Graz (Austria)

MARTÍNEZ, C., JORDÁN, M.J., MOÑINO, M.I., LAFUENTE, A., QUÍLEZ, M., SOTOMAYOR, J.A. 2007. Identification of Polyphenolic Components in Murciano-Granadina Goat Milk and Suckling Goat Kid Plasma. *55th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant Research*. Graz (Austria).

JORDÁN, M.J., MARTÍNEZ, C., MOÑINO, M.I., LÓPEZ, M.B., FERRANDINI, E., LAFUENTE, A., SOTOMAYOR J.A. 2007. Murciano-Granadina Goat Feeding with Aromatic Plants by-Products. Effect on the Milk Production and Presence of Polyphenols in "Al Vino" Murciano Goat Cheese. *55th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant Research*. Graz (Austria).

MOÑINO, M.I., MARTÍNEZ, C., SOTOMAYOR, J.A., LAFUENTE, A., GAMAZA, A.M., JORDÁN, M.J. 2007. Segureña Sheep Feeding with the Distillate from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Polyphenolic Components in Lamb Meat and Their Effect on the Meat Antioxidant Stability. *55th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant Research*. Graz (Austria).

CORREAL, E., HOYOS, A., RÍOS, S., MÉNDEZ, P., REAL, D., SNOWBALL, R., COSTA, J. 2008. Seed production of *Bituminaria bituminosa*: size, production, retention and germination capacity of the legumes. Sustainable Mediterranean Grasslands and their Multi-Functions. 12th Meeting of the Sub-network on Mediterranean Forage Resources of the FAO-CIHEAM Inter-regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops. Elvas, Portugal.

CORREAL, E.; WALKER, D.J.; DE HOYOS, A. 2008. Seed production in *Atriplex halimus*: Effect of ploidy on seed size, germination capacity and initial plant vigour. *Sustainable Mediterranean Grasslands and their Multi-Functions*. 12th Meeting of the Sub-network on Mediterranean Forage Resources of the FAO-CIHEAM Inter-regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops. Elvas, Portugal.

PAZOS, M., LÓPEZ, M., COS, J., de HOYOS, A., ARNAU, V., CORREAL, E., DABAUZA, M. (2007). Acclimatization and establishment of micropropagated plants of *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton. Poster 83. *3rd International Symposium on Acclimatization and establishment of micropropagated plants*. Univ. of Algarbe, Faro, Portugal, 12-15 Sept. 2007.

WALKER, D.J.; BERNAL, M.P.; CORREAL, E. 2007. Are heavy metal-tolerant plants required for phytoremediation of heavy metal-contaminated sites? COST Action 859: *Workshop of Working Groups 2 and 4 together with Management Committee Meeting. Fate of pollutants in the plant / rhizosphere system: Fundamental aspects and their significance for field applications - Prospects and research needs*. Vilnius, Lituania.

Equipo de Desalinización de Aguas

■ Contaminación por fertilizantes y fitosanitarios en un cultivo de melón de invernadero para tres métodos de producción

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA 2007-0035
Investigador responsable	Juan Cánovas Cuenca
Equipo IMIDA:	Joaquín Navarro Sánchez David Martínez Vicente Luis Gómez Redondo Eulogio Molina Navarro M ^a Mercedes Cánovas Sánchez José Antonio Alguazas Martínez
CIFEA Torre Pacheco:	Natalio Alcaraz Alonso Plácido Varó Vicedo

OBJETIVOS

Aportar información básica y aplicada para conocer la **repercusión que tres sistemas de cultivo ecológico, integrado y convencional y el uso de fitosanitarios y fertilizantes de uso común en el cultivo de melón bajo invernadero, tienen en el suelo, las aguas subterráneas y en la producción.** A partir de estos conocimientos, se intentará establecer **recomendaciones para minimizar su impacto y potenciar una agricultura respetuosa con el medio ambiente.** Estos estudios además permitirán mejorar los métodos de laboratorio y campo empleados en este proyecto, ofreciendo a las empresas comercializadoras métodos rápidos de análisis de para el control de sustancias tóxicas y residuos de fitosanitarios y a los agricultores **técnicas para reducir el uso de fertilizantes y fitosanitarios sin afectar a la producción ni a la calidad de la cosecha.**

- Objetivo 1.** Estudiar a escala de campo la influencia de los tres métodos de cultivo de melón (ecológico, integrado y convencional) sobre la presencia de los agroquímicos en el suelo, en los frutos y en los lixiviados.
- Objetivo 2.** Conocer los parámetros, procesos o prácticas agrícolas que contribuyen en mayor o menor medida a la persistencia de de fertilizantes y fitosanitarios en las diferentes matrices (agua, suelo y fruto).
- Objetivo 3.** Servir de base para desarrollar técnicas para la reducción del uso de fitosanitarios y su sustitución por la lucha biológica y de fertilizantes, optimizando la producción en función de los inputs empleados.
- Objetivo 4.** Seguimiento del código de buenas prácticas agrícolas, normas de producción integrada y lucha biológica, en melón de invernadero, a fin de conocer las deficiencias que presenta y elaboración de unas normas de buenas prácticas en este cultivo.

RESULTADOS OBTENIDOS

Una mala práctica del riego y del abonado supone la pérdida de estos valiosos recursos, de ahí la importancia de **materializar los resultados de la aplicación de agua** de riego y abonado en este proyecto, con la visión conjunta de sistemas tradicionales (tensiómetros, sondas de drenaje, cubeta tipo A) con sistemas más modernos (estación de radiación, TDR) y la aplicación de diferentes cantidades de abono (cultivo ecológico, integrado y convencional).

No se han obtenido aún resultados concluyentes en este proyecto, por llevar solo un año desarrollándose. Como **contribuciones principales científico-técnicas esperables** están las siguientes :

1. Abordar la problemática que la metodología planteada tiene para el estudio de la persistencia y lixiviación de los fitosanitarios y fertilizantes a escala de campo y bajo condiciones reales de cultivo, lo que permitirá **mejorar los métodos analíticos de extracción y determinación de plaguicidas de uso frecuente en la agricultura de la zona**, con el fin de que sean más simples, rápidos y económicos.
2. **Evaluar los posibles riesgos de contaminación de las aguas subterráneas por las aguas de lixiviación** provenientes de las prácticas agrícolas desarrolladas en la zona para el cultivo de melón, así como la detección de sus metabolitos, para poder establecer qué prácticas agrícolas se deben controlar en el cultivo de melón bajo invernadero en esta zona, clasificada como vulnerable a la contaminación por nitratos.
3. **Conocer qué plaguicidas son los más persistentes** y si su vida media supone un riesgo de acumulación en el suelo, cuales muestran un mayor potencial de lixiviación y seleccionar los más apropiados para evitar o minimizar la contaminación de las aguas y conocer de entre los plaguicidas ensayados cuales dejan menos residuos en el fruto o presentan márgenes de seguridad más pequeños y el efecto de los tres métodos de cultivo sobre la acumulación los mismos.
4. Conocer las **ventajas e inconvenientes que CE, CC y CI presentan** con el uso de los fertilizantes y/o abonado orgánico y con el uso de los fitosanitarios y/o lucha biológica para el agricultor, el medio ambiente y el consumidor y el efecto que la aplicación de dosis sucesivas de fitosanitarios tienen sobre su persistencia en el suelo y sobre si se supera el límite máximo de residuos en frutos en algún caso.
5. Conocer el **efecto de las técnicas de cultivo empleadas sobre el crecimiento** y su interacción con los factores climáticos. Identificar los mecanismos de respuesta de la planta frente a los diferentes tratamientos estudiados, con el objetivo de establecer un sistema para la detección del estrés y control de la fertirrigación. Esto permitirá adoptar medidas de producción más respetuosas con el medio ambiente.
6. Conocer la **viabilidad del Código de Buenas Prácticas Agrícolas y las normas Técnicas de Producción Integrada** para el cultivo del melón y tratar de unificar criterios en las distintas Comunidades Autónomas, potenciando el conocimiento de la lucha biológica en este cultivo y su difusión al agricultor.
7. Definir el **momento y dosis óptimas de riego y abonado**, adaptando las técnicas disponibles (estaciones climáticas cubeta tipo A, tensiómetros, TDR, sondas de succión, etc.) al cultivo y estableciendo las prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

8. Desde el punto de vista de la calidad ambiental, el melón habrá sido cultivado atendiendo a la normativa específica, bajo **condiciones ecológicas e integradas y se compararán con los cultivados bajo sistema convencional**. De este modo se comprobará el efecto sobre la producción y calidad de los frutos tras ser cultivados de forma respetuosa con el medio ambiente, mediante un uso restringido de tratamientos fitosanitarios.
9. Establecer un **sistema de trazabilidad del melón** que ayude a los productores a gestionar de forma más eficiente las técnicas de cultivo y determinar la seguridad y calidad del producto para los consumidores. **Elaborar un libro-manual del cultivo de melón** y sobre buenas prácticas agrícolas en invernadero y técnicas de producción, con el fin último de darlas a conocer a los agentes del sector. ■

■ Contaminación por fertilizantes y fitosanitarios en un cultivo de pimiento de invernadero para tres métodos de producción. Influencia sobre el rendimiento, la calidad de los frutos y su conservación

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA04-035
Investigador responsable	Juan Cánovas Cuenca
Equipo IMIDA:	Joaquín Navarro Sánchez José Fenoll Serrano Francisco del Amor Saavedra Eulogio Molina Navarro M ^a Mercedes Cánovas Sánchez Luis Gómez Navarro
CIFEA Torre Pacheco:	Natalio Alcaraz Alonso M ^a Carmen Gómez Hernández
UPCT:	Francisco Artés Hernández Andrés Conesa Bueno

OBJETIVOS

El proyecto se planteó con la finalidad de **conocer la influencia que diferentes prácticas agrícolas empleadas en el cultivo de pimiento de invernadero (Cultivo Ecológico (CE), Cultivo integrado (CI) y Cultivo Convencional (CC)) propias del Campo de Cartagena, tienen en la persistencia y contaminación de agroquímicos (fertilizantes minerales nitrogenados y plaguicidas) así como sus efectos en la producción y calidad de las cosechas.**

Por lo tanto se estableció un ensayo para estudiar el impacto de la agricultura de pimiento grueso bajo invernadero de esta zona (empleando las tres técnicas diferentes de cultivo mencionadas) y **desarrollar métodos de cultivo que minimicen los riesgos de contaminación por el uso de estos agroquímicos** y para la salud de los consumidores, con los consiguientes beneficios económicos y sociales.

RESULTADOS OBTENIDOS

El trabajo conllevó una **experimentación en laboratorio, en campo y en empresas hortícolas** de la Región, con el fin de abarcar los diferentes aspectos a estudiar. Para el trabajo de campo se **diseñó un experimento en bloques al azar**, que se repitió con algunas variaciones durante tres años: 2005, 2006 y 2007. Este trabajo de campo se realizó en un **invernadero experimental que tiene ocho grandes lisímetros y cada uno de ellos constituye una parcela experimental**. Cada tipo de cultivo (CE, CI y CC) se hizo en parcelas duplicadas y estaba compartimentalizado para evitar la difusión de fitosanitarios y fertilizantes. Los

tratamientos y fertilizantes a aplicar y variedades empleadas fueron los comúnmente utilizados por los agricultores de la Comarca, así como las prácticas de producción integrada y lucha biológica, respetando las Normas Técnicas vigentes en la Región de Murcia para el cultivo de pimiento bajo invernadero.



Aspecto de las parcelas experimentales en enero de 2007.

Cada año (2005, 2006 y 2007) en cada parcela se midió la cantidad de fitosanitarios y fertilizantes lixiviados en el tiempo para establecer la relación entre la dosis aplicada y lixiviada, con un exhaustivo control del agua de riego. Se realizaron análisis periódicos para determinar la persistencia y evolución de los plaguicidas y nitratos en el perfil del suelo de cada parcela. También se determinaron los residuos de fitosanitarios en los frutos y los niveles de nutrientes.

Por último, de cara al consumidor, se determinó el rendimiento y la calidad de los frutos en cada sistema de cultivo empleado y, atendiendo a las demandas del mercado actual, el estudio de las **aptitudes que presentan los pimientos para ser comercializados como productos vegetales procesados en fresco**. Este estudio ha sido de gran interés debido a la elevada sensibilidad de este producto cortado al ablandamiento, deshidratación, contaminación microbiana y, en consecuencia, por su escasa vida comercial.

Como **conclusiones principales científico-técnicas obtenidas** del proyecto se tienen las siguientes :

1. Haber abordado la problemática que la metodología planteada tiene para el estudio de la persistencia y lixiviación de los fitosanitarios y fertilizantes a escala de campo y bajo condiciones reales de cultivo, lo que ha permitido ensayar **los métodos analíticos de extracción y determinación de nitratos y plaguicidas** de uso frecuente en la agricultura de la zona, con el fin de que sean más simples, rápidos y económicos.

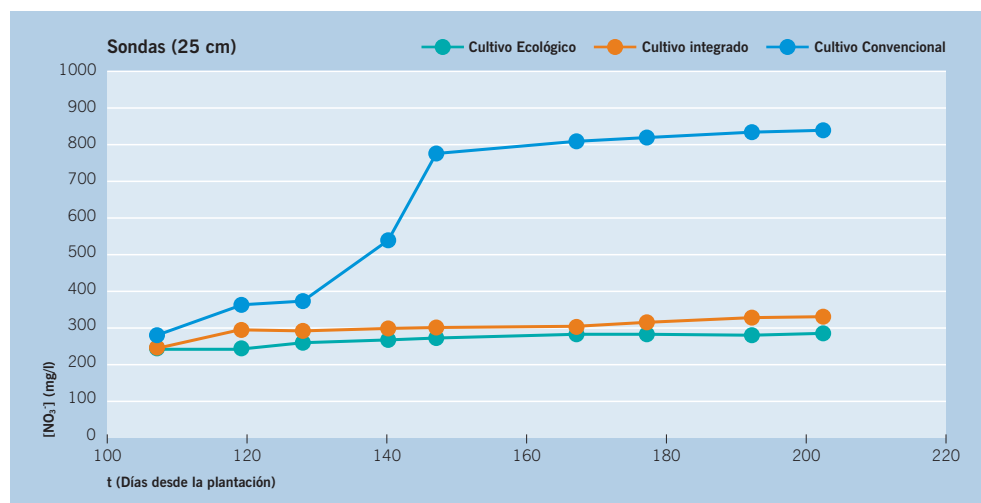


Figura 1 Concentración acumulada de nitratos (mg/l) en sondas colocadas a una profundidad de 25 cm.

2. Haber evaluado los **riesgos de contaminación de las aguas subterráneas por las aguas de lixiviación** provenientes de las prácticas agrícolas desarrolladas en la zona para el cultivo de pimiento, así como la detección de sus metabolitos.
3. Haber establecido qué **prácticas agrícolas se deben controlar en el cultivo de pimiento bajo invernadero en esta zona** clasificada como vulnerable a la contaminación por nitratos y cuáles son las más respetuosas con el medio ambiente.
4. Conocer qué **plaguicidas son los más persistentes** y si su vida media supone un riesgo de acumulación en el suelo, cuales muestran un mayor potencial de lixiviación y seleccionar los más apropiados para evitar o minimizar la contaminación de las aguas y conocer de entre los plaguicidas ensayados cuales dejan menos **residuos en el fruto** o presentan márgenes de seguridad más pequeños y **el efecto de los tres métodos de cultivo sobre la acumulación los mismos**.
5. Conocer las **ventajas e inconvenientes que CE, CC y CI presentan con el uso de los fertilizantes y/o abonado orgánico y con el uso de los fitosanitarios y/o lucha biológica** para el agricultor, el medio ambiente y el consumidor y el efecto que la aplicación de dosis sucesivas de fitosanitarios tienen sobre su persistencia en el suelo y sobre si se supera el límite máximo de residuos en frutos en algún caso.
6. Relativo a la producción de **pimiento no se han observado diferencias significativas de producción entre tratamientos**, es decir, el abonado mineral nitrogenado no ha influido en la producción de pimientos. Si bien el tratamiento integrado (dosis de N mineral: 15 g/m²) fue el que tuvo unos mayores rendimientos medios en los tres años de ensayos (7,0 Kg/m² de cosecha comercial), aunque no significativos.
7. Relativo a los pesos no se han observado diferencias significativas entre tratamientos para la distribución por pesos de la cosecha. **El abonado mineral nitrogenado no ha influido en la distribución por pesos de pimientos**, de forma significativa, si bien el tratamiento ecológico (sin abono mineral) fue el que mostró mayor cantidad de fruta con peso > 250 g. sin ser significativas las diferencias al nivel del 95%.
8. Relativo a los consumos de agua, **el drenaje en las condiciones de cultivo ha estado entre el 15 y el 20%**. Podríamos considerar el agua drenada como normal,

lo que da una idea de la cantidad de agua que percola (pese a ser sistemas de alta eficiencia en riego). Es previsible que sea más alta para los agricultores.

9. Se ha constatado como **un pequeño aumento del agua aportada da lugar a un aumento considerable de la lixiviada** y como a partir de un punto casi todo el agua va a drenar (no retiene más el suelo por encima de capacidad de campo), lo que hace que el agua consumida sea prácticamente idéntica entre tratamientos.
10. Sobre la analítica de los lixiviados se ha visto como **la lixiviación total de nitratos está en relación directa con el nitrógeno aportado y el volumen de agua aplicada**. Con la aplicación de 7000 m³/Ha (año 2005) se obtuvieron, aproximadamente, 1500 m³/Ha de agua lixiviada. En cambio, en el año 2007 aplicando 4500 m³/Ha se lixiviaron 725 m³/Ha, reduciendo el porcentaje de agua lixiviada en un 7%.
11. Una aplicación de 720 Kg/Ha de nitrógeno mineral produjo 79 Kg/Ha de nitrógeno lixiviado en el tratamiento integrado para la media de los tres años, en cambio, en el tratamiento convencional, la aplicación de 1420 kg/Ha de N han generado 159 Kg/Ha de N lixiviado. **Incluso el tratamiento sin aporte de nitrógeno mineral (ecológico) lixivió 72 Kg/Ha de N**, derivado de los aportes orgánicos de las campañas del ensayo y anteriores.
12. Conocer la **distribución de fotoasimilados a lo largo del ciclo de cultivo** y el efecto de las técnicas de cultivo empleadas sobre el crecimiento y su interacción con los factores climáticos. Haber identificado los **mecanismos de respuesta de la planta frente a los diferentes tratamientos estudiados**, con el objetivo de establecer un sistema para la detección del estrés y control de la fertirrigación. Esto permitirá adoptar medidas de producción más respetuosas con el medio ambiente.
13. Conocer la **viabilidad del Código de Buenas Prácticas Agrícolas y las normas Técnicas de Producción Integrada para el cultivo del pimiento** para en un futuro tratar de unificar criterios en las distintas Comunidades Autónomas, potenciando el conocimiento de la lucha biológica en este cultivo y su difusión al agricultor.



Foso de recogida de lixiviados y separación con mamparas de los distintos tratamientos.



Deficiente distribución de N en hojas hacia finales del ciclo en parcelas sin abonado mineral nitrogenado.

14. Definir el momento óptimo de recolección para obtener frutos de alta calidad y establecer un calendario de recolección idóneo, adaptando en lo posible el cultivo y la producción para su obtención en los momentos de máxima demanda en los mercados, fundamentalmente de exportación, ofreciendo una logística mejor estructurada que en la actualidad.
15. Desde el punto de vista de la calidad ambiental, el pimiento ha sido **cultivado atendiendo a la normativa específica, bajo condiciones ecológicas e integradas y se han comparado con los cultivados bajo sistema convencional**, lo que ha permitido establecer todo tipo de comparaciones sobre estos tres sistemas de cultivo.
16. Se ha comprobado el **efecto sobre la calidad de los frutos tras su conservación y comercialización tras ser cultivados de forma respetuosa con el medio ambiente**, mediante un uso restringido de tratamientos fitosanitarios. Para tal fin, han continuado su supervivencia en la postcosecha bajo este concepto “ambiental” utilizándose tratamientos físicos, alternativos a los químicos, que no dejan residuos sobre los productos. La razón de este planteamiento, es que se conoce muy poco en la bibliografía internacional especializada, sobre el comportamiento postcosecha del pimiento cultivado y comercializado bajo normativas respetuosas del ambiente.
17. Haber **prolongado la vida comercial del producto recolectado, manteniendo su calidad sensorial y nutricional**. Para el almacenamiento refrigerado se han empleado temperaturas que consideramos óptimas, de acuerdo con nuestras experiencias previas, teniendo en cuenta que el pimiento es muy sensible a los daños por el frío.
18. Se ha **desarrollado la tecnología de envasado en atmósferas modificadas (EAM) activas y pasivas, mediante el uso de polímeros plásticos específicos**, de permeabilidad selectiva, que han sido comparadas con un testigo en película plástica perforada, de uso común por la industria en la actualidad. Con ello se ha pretendido extender el periodo de comercialización (incluyendo conservación y transporte), en

épocas de mejores precios por ausencia de producto o para cubrir huecos de campaña y ello comparando las tres técnicas de cultivo ensayadas.

19. Como innovación en el empleo de la técnica EAM, ante la necesidad de encontrar tratamientos físicos alternativos a los químicos, que controlen el desarrollo de podredumbres, **se han aplicado atmósferas con elevado CO₂**. Ello se llevó a cabo también mediante atmósferas controladas, aplicando el CO₂ en proceso continuo y mediante un método innovador, que denominamos de choques intermitentes, modulados y periódicos.
20. Se ha estudiado el **efecto del CO₂ sobre el desarrollo de graves alteraciones microbiológicas**, debidas al hongo *Botrytis cinerea* y a la bacteria *Erwinia carotovora*, causantes de elevadas pérdidas (se pueden estimar solo por este concepto en más del 15% durante tres semanas de conservación frigorífica), que actualmente no tienen un tratamiento químico eficaz autorizado en postrecolección.
21. Con el objeto de disminuir las pérdidas postrecolección debidas a ataques fúngicos y bacterianos se han **ensayado técnicas innovadoras de destrucción de los microorganismos contaminantes** (empleo de radiaciones UV-C) y de inhibición de los mismos (empleo de atmósferas sobreoxigenadas) ensayado con éxito para otros productos como los cítricos o diferentes variedades de lechuga.
22. Se ha asegurado la calidad nutricional y sensorial, **estudiando la evolución a lo largo de la cadena productiva, de los componentes nutritivos** (vitaminas, azúcares y ácidos orgánicos) más importantes para la dieta. Asimismo, se ha evaluado el comportamiento de estos compuestos a lo largo de la vida comercial útil del producto.
23. Se ha **establecido un sistema de trazabilidad del pimiento** que ayude a los productores a gestionar de forma más eficiente las técnicas de cultivo y determinar la seguridad y calidad del producto para los consumidores, al contar con todos los datos desde la producción a la comercialización y para tres sistemas de cultivo. ■



Pimiento procesado en dados para ensayar en atmósferas modificadas.

■ Descontaminación de suelos con metales pesados mediante tecnologías *in situ* con valorización de residuos de la construcción y demolición

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente. MMA A299/2007/1-01.1
Investigadores responsables	Carmen Pérez Sirvent. Universidad de Murcia Juan Cánovas Cuenca. IMIDA
Equipo Universidad de Murcia:	María José Martínez Sánchez Purificación Linares Moreno M ^a Luz Tudela Serrano Manuel Hernández Córdoba Natalia Campillo Sera Antonio Juan García López Diego Moreno García Emma Martínez López Isabel María Navas Ruiz
IMIDA:	Joaquín Navarro Sánchez Luis Gómez Redondo M ^a Mercedes Cánovas Sánchez David Martínez Vicente José Antonio Alguazas Martínez
CIFEA Torre Pacheco:	Plácido Varó Vicedo
Empresa SARCO:	Juan Ferrer Meroño Juan Antonio Poyato de la Asunción Francisco José Mondéjar

OBJETIVOS

1. Desarrollar un proyecto de modelización para la recuperación ambiental de suelos contaminados por metales pesados, mediante una tecnología de fácil y rápida aplicación, que garantice que la contaminación remanente, si la hubiera, se traduzca en niveles de riesgo aceptables de acuerdo con el uso del suelo.
2. Proponer soluciones de actuación permanentes en estos suelos mediante técnicas de tratamiento *in situ* que eviten la generación, traslado y eliminación de residuos.
3. Valorización de residuos RCDs (residuos de la construcción y demolición) y otros residuos que contienen altas concentraciones en filler calizo.
4. Estudiar la influencia de medidas de recuperación de suelos contaminados por metales sobre la evaluación de los riesgos ecotoxicológico y toxicológico.

El ensayo se inicia en abril de 2006 con la colocación de 16 depósitos de recogida de lixiviados de 80 litros de capacidad cada uno. En cada depósito vierten **3 filas de 7 maceteros** de poliestireno expandido, rellenos de los suelos ensayados, de **dimensiones 1,100 x 240 x 220 mm**, con una capacidad útil de 35 litros cada uno. En total se

instalaron 16 unidades de 21 maceteros cada una en el interior de un invernadero de placas con ventilación lateral y cenital.

Para la realización de los ensayos se plantearon 4 cultivos diferentes con cuatro tipos de suelo, lo que constituye las 16 unidades experimentales (cada una con 21 maceteros que vierten a un mismo depósito). Los tratamientos de suelo son los siguientes:

- **Suelo vegetal** o suelo de referencia. **(T1)**.
- **Suelo contaminado:** 50% vegetal + 25% Lo Poyo + 12,5% “Portman” + 12,5% “Cabezo Rajao” **(T2)**.
- **Suelo Enmendante 1:** 75% suelo contaminado + 25% Residuos de Construcción y Demolición RCD **(T3)**.
- **Suelo Enmendante 2:** 75% suelo contaminado + 25% Filler calizo **(T4)**.

RESULTADOS OBTENIDOS

El ensayo se inicia el año 2007 con cuatro cultivos diferentes: Salicornia, rábano, alfalfa, puerro, sandía, apio y lechuga. Cada uno de estos cultivos se realiza en los cuatro tipos de suelos ensayados T1, T2, T3 y T4. Los resultados del ensayo de campo detallados para alguno de estos cultivos han sido los siguientes:

SALICORNIA

- El Tratamiento T1 es visiblemente menos vigoroso que el resto de tratamientos, posiblemente porque este cultivo necesita de las sales para su desarrollo.
- No se ha cuantificado la biomasa de este cultivo, sólo ha servido para tomar muestras de los tejidos y lixiviados para comprobar la transferencia de metales pesados en esta especie.
- El tratamiento con filler calizo es el que menos lixivia, por la retención de agua.



Se observa el buen comportamiento de la Salicornia en el tratamiento con mayor proporción de suelos contaminados (T-2), debido a su buena adaptación a este tipo de suelos.

PUERRO

Como en la mayoría de estos cultivos, la mayor lixiviación se produce en los suelos sin los enmendantes calizos y también la menor producción.

Volumen lixiviado en este periodo y porcentaje respecto al volumen de riego:

T1:	63 l	2,7%	T2:	214 l	9,2%
T3:	133 l	5,7%	T4:	61 l	2,6%

Producción medida en 7 repeticiones (cada tres macetas son una repetición)

Tratamiento	Peso Fresco Unitario (gr)	Error Estándar
T1	4686,7 b	129,46
T2	4102,5 a	129,46
T3	4377,5 ab	129,46
T4	4205,0 ab	129,46
Nivel de Significación (Tukey)	Significativo (NC=95 %). P-valor=0,024	



El cultivo del puerro ha vegetado bien en los 4 tipos de suelos, por su gran rusticidad.

ALFALFA

Se realizó un cultivo con siembra a chorrillo, con 9 gr de semilla en 2 surcos por maletero el 21/11/2006, consiguiendo una densidad de siembra de 27 gr/m². Al ser un cultivo plurianual se ha mantenido todo este tiempo en las macetas, realizándose una docena de siegas, 8 de ellas en el periodo estudiado. La alfalfa ha producido bien en los 4 tipos de suelos, incluso en el T-2, permitiendo hasta una docena de cortes comerciales.

Volumen de riego desde el 21/11/2006 al 16/01/2008: 8.714,3 litros por tratamiento.

Volumen lixiviado en este periodo y porcentaje respecto al volumen de riego es de:

T1: 1.152 l	13,2%	T2: 1.594 l	16,1%
T3: 1.406 l	18,3%	T4: 1.050 l	12,0%



Aspecto general del invernadero, con la alfalfa en primer plano, lechuga en segundo y Salicornia al fondo.

Producción medida en 7 repeticiones (cada tres macetas son una repetición)

Tratamiento	Peso Fresco Unitario (gr)	Error Estándar
T1	8519,29 bc	143,42
T2	5861,57 a	143,42
T3	7989,29 b	143,42
T4	8714,29 c	143,42
Nivel de Significación (Tukey)	Altamente significativo al 95 % (P-valor=0,0)	



Detalle de la recogida de lixiviados. El cultivo de la lechuga se protegió para evitar los daños por pájaros.

■ Propuesta de técnicas ecoeficientes en la descontaminación de suelos con metales pesados mediante tecnologías *in situ* con valorización de residuos inertes calizos y RCDs

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Medio Ambiente.
Investigadores responsables	Carmen Pérez Sirvent. Universidad de Murcia Juan Cánovas Cuenca. IMIDA
Equipo Universidad de Murcia:	María José Martínez Sánchez Purificación Linares Moreno M ^a Luz Tudela Serrano Manuel Hernández Córdoba Natalia Campillo Sera Antonio Juan García López Diego Moreno García Emma Martínez López Isabel María Navas Ruiz
IMIDA:	Joaquín Navarro Sánchez Luis Gómez Redondo M ^a Mercedes Cánovas Sánchez José Antonio Alguazas Martínez David Martínez Vicente
CIFEA Torre Pacheco:	Plácido Varó Vicedo
Empresa SARCO:	Juan Ferrer Meroño Juan Antonio Poyato de la Asunción Francisco José Mondéjar

OBJETIVOS

Los residuos de la construcción y demolición provenientes de plantas clasificadoras presentan unas propiedades excelentes para su utilización como enmendantes en una tecnología de recuperación de suelos *in situ* por inmovilización de metales pesados. Los Residuos de la Construcción y Demolición, RCDs., se originan en aquellas actividades relacionadas con obras nuevas, obras de restauración, reposición o rehabilitación y/o trabajos de demolición. Existe en la actualidad una gran problemática debido a la abundante generación de residuos en los RCDs y canteras de áridos. Aplicando los criterios de la ley de Residuos /98 antes de ir a vertedero, si es posible, han de ser valorizados, lo que nos lleva a plantear esta investigación, con la hipótesis de valorizarlos, dándoles un uso como agentes descontaminantes de metales pesados, y disminuir así el consumo de recursos naturales.

Existe además la necesidad de desarrollar tecnologías de saneamiento de emplazamientos contaminados que sea sostenible y segura, que presente ventajas económicas, que ayude a solucionar el problema ambiental de los ciudadanos y de los ecosistemas, que preserve la integridad del paisaje revalorizándolo y sobre todo, que resulte aceptada por los actores implicados: administración (nacional, regional y local), opinión pública, equipos técnicos de empresas, ciudadanos ... con el objeto de poder plantear en un futuro proyectos de descontaminación con las bases que puedan surgir de estas investigaciones que aquí se proponen y transferible a cualquier escala.

Los objetivos del proyecto se pueden resumir en:

5. Desarrollar un proyecto de modelización para la recuperación ambiental de suelos contaminados por metales pesados, mediante una tecnología de fácil y rápida aplicación, que garantice que la contaminación remanente, si la hubiera, se traduzca en niveles de riesgo aceptables de acuerdo con el uso del suelo.
6. Proponer soluciones de actuación permanentes en estos suelos mediante técnicas de tratamiento in situ que eviten la generación, traslado y eliminación de residuos.
7. Valorización de residuos RCDs (residuos de la construcción y demolición) y otros residuos que contienen altas concentraciones en filler calizo.
8. Estudiar la influencia de medidas de recuperación de suelos contaminados por metales sobre la evaluación de los riesgos ecotoxicológico y toxicológico.
9. Aplicar estos conocimientos a los suelos de la Bahía de Portman, Zona minera de La Unión y balsas de depósitos minerales de la zona costera de “Lo Poyo”.

RESULTADOS OBTENIDOS

No hay aún resultados de este proyecto, ya que los ensayos acaban de comenzar por haber sido aprobado recientemente por el Ministerio de Medio Ambiente. ■

■ Evaluación de nuevos métodos para aumentar la eficiencia en el riego de céspedes con aguas desaladas y para la gestión medioambiental de salmueras

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia.
Investigador responsable	Juan Cánovas Cuenca
Equipo IMIDA:	David Martínez Vicente Joaquín Navarro Sánchez Luis Gómez Redondo Pedro Antonio Cánovas M ^a Mercedes Cánovas Sánchez José Antonio Alguazas Martínez
Riegos de Levante S.L.:	Luis García Grimaldez
Técnicas de Desalación de Aguas S.A.:	Alejandro Martínez Marín

OBJETIVOS

Con el desarrollo de este proyecto se pretende comprobar la eficacia de las bioespumas de urea-melamina-metanol en cultivo de césped y obtener datos reales sobre su viabilidad en los céspedes, ante la gran potencialidad de estas instalaciones en el Campo de Cartagena y la sensibilidad medioambiental de la zona. El fin es evaluar este producto en cuanto al ahorro de agua y nutrientes (nitratos) y la prevención de la contaminación química del suelo y de las aguas subterráneas. Al mismo tiempo se quiere comprobar la viabilidad técnica, económica y medioambiental de las desaladoras de aguas salobres y obtener nuevos métodos que permitan la gestión medioambiental de las salmueras en las nuevas instalaciones de ocio-turismo.

RESULTADOS OBTENIDOS

El diseño experimental ha consistido en nueve parcelas lisimétricas distribuidas en cuadrado latino, con los siguientes tratamientos de cultivo de la gramínea cespitosa: T-0 = Sin bioespuma, T-1 = con 1,225 m³ de bioespuma (mitad de la dosis que recomienda el fabricante) y T-2 = Con 2,45 m³ de bioespuma (dosis que recomienda el fabricante y que supone el 20 % del volumen de tierra de los primeros 25 cm. de suelo). Todas las parcelas se riegan por aspersión con agua desalada.

El material vegetal seleccionado para este Proyecto ha sido la gramínea cespitosa Bermuda, variedad Riviera, que se ha implantado mediante semilla. Esta variedad reúne buenas características: resistencia a la sequía, alta capacidad de recuperación tras un estrés hídrico, etc.



Detalle del césped arraigado y del gran vigor de la variedad.

El cultivo se ha realizado sobre **nueve lisímetros de 50 metros cuadrados** y de 0,5 m de profundidad, impermeabilizados mediante lámina plástica de PE de 1,5 mm de espesor y con un adecuado sistema de drenaje. Los lixiviados se recogen individualmente en **nueve depósitos enterrados de 80 l.** de capacidad que permitirán evaluar el volumen lixiviado en cada tratamiento y la concentración de nitratos que se mide en **espectrofotómetro**.



Aspecto general de las parcelas lisimétricas, ya con el césped implantado.

Para el control del riego se han dispuesto **dos baterías de tensiómetros** a 15 y 25 cm. colocadas en las parcelas lisimétricas. Se han dispuesto también dos sondas por **parcela lisimétrica** (colocadas a 15 y 30 cm de profundidad), para el control de la concentración de los fertilizantes en la solución del suelo. Por último, para el control de la humedad en el suelo por el método de la refracción, se ha instalado un **sistema FDR con sondas** (reflectometría de dominio de frecuencias), disponiendo una sonda con dos sensores a

10 y 30 cm de profundidad en seis de las parcelas lisimétricas (dos sondas y cuatro sensores por cada tratamiento). El dispositivo FDR permite tener datos continuados de la humedad del suelo a dos profundidades, con lo que se podrá determinar si existen diferencias entre los tratamientos por el efecto de la bioespuma.



Instrumentos para el control de la humedad: tensiómetros, sondas de succión y dispositivo para la monitorización continua de la humedad del suelo FDR.

PARÁMETROS QUE SE ESTÁN CONTROLANDO.

En cuanto a los parámetros que se están controlando, se pueden clasificar en dos grupos: parámetros de calidad del césped y parámetros agronómicos.

Parámetros de calidad del césped.

- **Densidad.** Para su determinación se realiza una extracción de muestra de material vegetal de aproximadamente 5x5 cm de superficie, incluyendo parte aérea y radicular.
- **Uniformidad.** Depende de diversos factores (altura de siega, textura, etc.). Este parámetro estima la apariencia general del césped. Tiene una considerable carga subjetiva, por lo que su valoración será más bien por comparación entre los tres tipos de tratamiento del ensayo.
- **Color.** Dado que el césped es un elemento con una gran carga decorativa, tanto en jardines como en campos de golf, en este Proyecto se realiza la medición del color de una forma objetiva, mediante el uso de un colorímetro. La **determinación del color del césped** mediante la medida del reflejo de los componentes rojo, verde y azul del espectro, es un buen indicador del estado vegetativo y de la calidad del césped, especialmente de su contenido en nitrógeno y humedad.
- **Contenido en clorofila.** Como se ha indicado, se realizará la medición del contenido en clorofila en hojas mediante clorofilímetro, de modo que se pueda relacionar éste con las medidas de color.

- **Desarrollo.** Se estima mediante la medición de creación de biomasa aérea. Se realiza mediante la pesada de la hierba segada. Así pues, este parámetro se está determinando después de cada siega, normalmente unas 1 ó 2 veces por semana en período de máximo crecimiento, para lo cual se pesará por separado la hierba correspondiente a cada una de las parcelas. La altura de corte es de 1,5-2 centímetros.



Control del peso de biomasa del césped, tras su siega.

Parámetros agronómicos.

- **Agua.** Se ha realizado un análisis del agua desalada con la que se está regando el césped, antes de poner en marcha el cultivo, que incluye los parámetros normales de los análisis de agua para riego y su contenido en boro. Estos análisis se repetirán, como mínimo, al inicio de cada época de crecimiento y en la época de máximo consumo de agua. Asimismo, se está analizando el agua lixiviada de las distintas parcelas, una vez al mes, recogido a tal efecto de sus depósitos correspondientes. Se controla, asimismo, el caudal de los tres sectores de riego, comprobando que siempre se rieguen con el mismo volumen de agua y en el mismo momento. Se mide también el volumen de agua drenada de cada parcela. El conjunto de toda esta información permitirá realizar un balance de masas comparativo entre los tres tratamientos contemplados en el Proyecto.
- **Análisis de suelo.** Para conocer la evolución de dicho suelo durante el ensayo, se toman muestras periódicamente para su análisis e interpretación.
- **Análisis foliares.** Es también importante conocer la dinámica de los principales elementos en el césped en las condiciones del ensayo, como son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Además, se determinará el contenido de boro (B) en hojas, ya que es uno de los objetivos de este estudio. ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

CONESA A., BERT E., ARTÉS-HERNÁNDEZ F., VERLINDEN B., NICOLAI B. Y ARTÉS F. Respiration rates of fresh-cut bell peppers under superatmospheric and low oxygen uit or without high carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology* 45 (2207) 81-88.

DAVID MARTÍNEZ, LUIS GÓMEZ, M^a DOLORES GARCÍA, M^a MERCEDES CÁNOVAS, JOAQUÍN NAVARRO, JUAN CÁNOVAS, PEDRO A. CÁNOVAS Y F.M. DEL AMOR. Comparación de tres sistemas de cultivo de pimiento de invernadero en el campo de Cartagena: ecológico, integrado y convencional. *Editorial Agrícola Española*, S.A. ISSN: 0211-2728.

DEL AMOR F.M., NAVARRO, J, ORTUÑO, G., NAVARRO, P., GÓMEZ, L. N use and partitioning in sweet pepper under organic, integrated or conventional cultivation. 2007. *Towards a better efficiency in N use 15th N Workshop*. Lleida, Spain. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 182pp. Depósito legal: M-25. 191-2007.

J. CÁNOVAS, A. DEL CAMPO. Study on irrigation water management in the Mediterranean region. *Semide. EC. Sophia Antipolis*. France. 2007.

J. CÁNOVAS, L. GÓMEZ, D. MARTÍNEZ, F.M. DEL AMOR, P.A. CÁNOVAS Y J. NAVARRO. Pérdidas de agua y nitratos en un cultivo de pimiento de invernadero en el campo de Cartagena. *Agrícola Vergel*. ISSN 0211-2728. Año XXVI, Volumen: 310: 563-568. Octubre 2007.

JOAQUÍN NAVARRO, JUAN CÁNOVAS, DAVID MARTÍNEZ, LUIS GÓMEZ, M^a DOLORES GARCÍA, M^a MERCEDES CÁNOVAS, PEDRO A. CÁNOVAS Y F.M. DEL AMOR. Efecto de tres técnicas de cultivo (convencional, integrado y ecológico) en la lixiviación de nitratos y en la producción del cultivo de pimiento de invernadero (*Capsicum anuum* L.). *Ediciones de Horticultura*, S.L. ISSN: 1132-2950. Vol. 206. Mayo 2008.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

CONESA A., ARTÉS-HERNÁNDEZ F., LÓPEZ-RUBIRA V. ARTÉS F. 2006. Ácidos orgánicos y azúcares en pimiento cultivado bajo distintos sistemas y conservado en atmósfera modificada. Póster. Orihuela 27-30 Septiembre.

CONESA A., ARTÉS-HERNÁNDEZ F., VERLINDEN B., NICOLAI B. Y ARTÉS F. 2007. Modelización de la actividad respiratoria en pimiento mínimamente procesado en fresco. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*. Cartagena (Murcia), 29 mayo 1 junio 2007.

CONESA A., ARTÉS-HERNÁNDEZ F., LÓPEZ-RUBIRA V. ARTÉS F. 2006. Ácidos orgánicos y azúcares en pimiento cultivado bajo distintos sistemas y conservado en atmósfera modificada. *VIII Simposio Nacional y V Ibérico de Maduración y Post-Recolección*. Orihuela (Alicante), 27-30 Septiembre.

J. CÁNOVAS CUENCA, J. NAVARRO SÁNCHEZ Y F.M. DEL AMOR SAAVEDRA. Comparación de tres técnicas de cultivo de pimiento de invernadero en el Campo de Cartagena: ecológico, integrado y convencional. *III Congreso Iberoamericano de Agroecología. Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Zaragoza, 18-23 septiembre 2006.

J. CÁNOVAS CUENCA, J. NAVARRO SÁNCHEZ, L. GÓMEZ REDONDO Y D. MARTÍNEZ VICENTE. Efectos agronómicos de tres técnicas de cultivo (convencional, integrado y ecológico) sobre el rendimiento del pimiento bajo invernadero. *XI Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. ISBN: 978-84-690-5619-6. Actas de Horticultura, nº 48. S.E.C.H. ALBACETE, 2007.

J. CÁNOVAS CUENCA, J. NAVARRO SÁNCHEZ, D. MARTÍNEZ VICENTE Y L. GÓMEZ REDONDO. Balance de agua y nitrógeno en un cultivo de pimiento grueso en el Campo de Cartagena. *XXV Congreso Nacional de Riegos. Asociación Española de Riegos y Drenajes*. Pamplona, 15-17 mayo 2007.

J. CÁNOVAS, J. NAVARRO, N. ALCARAZ Y P. VARÓ. 2005. *Feria Agrícola de Almería*. Póster.

JOAQUÍN NAVARRO, JUAN CÁNOVAS, M.CARMEN GÓMEZ Y PLÁCIDO VARÓ. Producción de pimiento de invernadero bajo técnicas de cultivo ecológico, integrado y convencional. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Dirección General de Desarrollo Rural M.A.P.A. Póster. Almería, Noviembre 2007.

Equipo de Riegos

■ Estudio de la calidad de las aguas residuales depuradas procedentes de la industria de la conserva vegetal para su reutilización como agua de riego agrícola

Entidad financiadora y Referencia	Caja de Ahorros del Mediterráneo y Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 00002/PAGUA/06
Investigador responsable	Consuelo Pellicer Botía
Equipo	Luis Rincón Sánchez Ángel Abadía Sánchez Aurora Pérez Crespo Antonio J. García Moya Alberto González Benavente Josefa López Marín

OBJETIVOS

1. Gestión y tratamiento de las aguas depuradas procedentes de la conserva vegetal como agua de riego. Sistemas de riego aplicables.
2. Respuesta de cultivos hortícolas al riego con aguas parcialmente depuradas procedentes de la conserva vegetal.

Los objetivos de este trabajo se sitúan en el momento en que el agua residual depurada llega a la parcela de cultivo, se trata de optimizar el uso de aguas depuradas como aguas de riego, en las condiciones de clima, suelos, cultivos y técnicas propias en la región de Murcia. La importancia de la selección del sistema de riego y del tratamiento previo al que tienen que ser sometidas las aguas utilizadas es más trascendente cuando el agua de riego es de origen residual depurada; ya que este tipo de aguas pueden contener una cantidad de sólidos en suspensión y carga microbiana superior al de las aguas convencionales que pueden acarrear problemas de obturación de goteros, problemas en los cabezales de riego, etc, que es necesario eliminar.

El desarrollo experimental de los objetivos se realizó en la localidad de Campos del Río, debido a que su Comunidad de Regantes tiene la concesión de las aguas residuales y depuradas de una empresa productora de conservas vegetales de la zona. Por otra parte, la Comunidad de Regantes de Campos del Río ha realizado la modernización de sus regadíos recientemente, por lo que disponen de la infraestructura necesaria para establecer en las parcelas de cultivo sistemas de riego localizado.

RESULTADOS OBTENIDOS

OBJETIVO 1. GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DEPURADAS PROCEDENTES DE LA CONSERVA VEGETAL COMO AGUA DE RIEGO. SISTEMAS DE RIEGO APLICABLES.

En el desarrollo del primer objetivo se han estudiado las ventajas e inconvenientes de la aplicación de las aguas depuradas al suelo mediante riego por goteo. Se trata de optimizar la filtración del agua como medio para eliminar las partículas en suspensión (materia orgánica principalmente), que pueden ocasionar problemas de obstrucción en los sistemas de filtración y en la instalaciones de riego por goteo, principalmente. Se ha determinado el grado, tipo de obstrucción de goteros y de otras componentes de la instalación así como las medidas preventivas necesarias para su eliminación.

Metodología.

Diseño y montaje del cabezal de filtrado.

La finalidad de la experiencia consiste en determinar la obstrucción de los filtros producida por las partículas en suspensión de las aguas residuales utilizadas, evaluando el Índice de filtrabilidad de cada filtro. El parámetro utilizado para determinar la filtrabilidad es la pérdida de carga producida en el filtro en función del volumen de agua filtrada. Para determinar los índices de filtrabilidad se utilizó un cabezal de filtrado donde se dispuso de diferentes combinaciones de filtros de lecho filtrante de arena y de superficie de discos ranurados (anillas).

Uso de bacterias para eliminar las algas y la materia orgánica del agua.

Se utilizaron productos comerciales compuestos de microorganismos aerobios y anaerobios que inhiben el crecimiento de algas en balsas de agua, microorganismos naturales que se alimentan de materia orgánica y compuesto de bacterias y enzimas para acelerar el proceso de degradación de la materia orgánica.

Resultados.

Determinaciones del índice de filtrabilidad de los filtros.

El agua procedente de la depuradora (Campos del Río), presentó una gran variabilidad en el contenido de sólidos totales, variando entre 89 y 109 mg/l de partículas de materia orgánica. Los ensayos de filtrado se realizaron con un contenido de 107,8 mg/l, considerado como muy alto y con gran potencial para la obturación de goteros y otras componentes de la instalación.

Las pérdidas de carga producidas y los índices de filtrabilidad de los filtros y combinación de filtros utilizados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Pérdida de carga e Índices de filtrabilidad.

Filtros	Pérdida de carga (H) en kPa	Índices de filtrabilidad/m ³
Arena gruesa	$H = 3,404 \cdot e^{0,231 V^*} R^2 = 0,9828$	$l/m^3 = 0,010 \pm 0,0004$
Arena fina	$H = 7,16 \cdot e^{0,270 V^*} R^2 = 0,9882$	$l/m^3 = 0,0115 \pm 0,0114$
Arena gruesa + arena fina	$H = 9,73 \cdot e^{0,274 V^*} R^2 = 0,9670$	$l/m^3 = 0,0133 \pm 0,0004$
Anillas 120 mesh	$H = 5,32 \cdot e^{0,3048V^*} R^2 = 0,9896$	$l/m^3 = 0,0132 \pm 0,0003$
Anillas 150 mesh	$H = 8,48 \cdot e^{0,340V^*} R^2 = 0,9839$	$l/m^3 = 0,0183 \pm 0,0014$
Anillas 150 mesh + anillas 120 mesh	$H = 8,327 \cdot e^{0,359V^*} R^2 = 0,9731$	$l/m^3 = 0,0158 \pm 0,00076$
Filtración con arena y anillas	$H = 15,67 \cdot e^{0,306V^*} R^2 = 0,9675$	$l/m^3 = 0,0127 \pm 0,001$

*V = Volumen de agua filtrada en m³/m² de arena.

Eficacia del tratamiento del agua con bacterias.

En términos generales se ha detectado un efecto positivo en la eliminación de materia orgánica en el agua, aunque los resultados no han sido lo eficaces que se esperaba debido a las condiciones en que se realizó el ensayo.

Conclusiones.

- Los resultados obtenidos en la filtración del agua han sido más eficaces cuando se utilizó filtración de arena que con anillas, lo que permite recomendar que para instalaciones de riego por goteo con aguas de elevado contenido en materia orgánica en suspensión (> 80-100 mg/l), es necesario y conveniente instalar filtros de arena.
- La combinación de filtros de arena y anillas dieron la mayor eficacia de filtración.
- La instalación de filtros de anillas únicamente no es suficientemente eficaz para aguas con elevada cantidad de sólidos en suspensión.
- La utilización de bacterias en aguas con gran cantidad de materia orgánica no produjo el resultado esperado, debido posiblemente a las condiciones del ensayo que no fueron las adecuadas.

OBJETIVO 2. RESPUESTA DE CULTIVOS HORTÍCOLAS AL RIEGO CON AGUAS PARCIALMENTE DEPURADAS PROCEDENTES DE LA CONSERVA VEGETAL.

Para el desarrollo de este objetivo, se realizaron cultivos de especies vegetales tradicionales junto a otras novedosas que se pueden introducir por su tolerancia o por ofrecer una nueva alternativa al agricultor.

Metodología.

Se realizó dos cultivos, uno de primavera-verano, en el que las especies estudiadas fueron lechuga, coliflor, melón y pimiento. Y el segundo de otoño-invierno, las especies utilizadas fueron todas especies del género de las Brassicas.

El sistema de riego utilizado fue el de riego localizado de alta frecuencia. Durante los cultivos se calculó la dosis de riego de acuerdo con la evaporación de referencia (ET_o) calculada semanalmente según Penman Monteith - FAO (Allen et al., 1998). El agua de riego se muestreó periódicamente para su análisis, salinidad, sólidos en suspensión, DBO₅ y DQO. El suelo fue muestreado al inicio de cada uno de los cultivos y en el se analizaron los parámetros referentes a la salinidad y a la fertilidad del mismo.

Resultados.

Calidad agronómica del agua de riego.

Respecto a la valoración de la calidad de las aguas residuales para el riego localizado se emplean los mismos criterios que para las aguas superficiales o subterráneas, es decir, su contenido en sales y en elementos potencialmente fitotóxicos (sodio, cloruro y boro). Pero, además, hay que tener en cuenta el contenido en microorganismos patógenos y la concentración de metales pesados, sólidos en suspensión, materia orgánica, nutrientes y compuestos orgánicos.

Salinidad.

La calidad del agua de riego la expresaremos en función de los receptores principales, los cultivos y los suelos. Las aguas fueron muestreadas a pie de parcela, son mezcla de aguas que provienen de distintos procesos de fabricación (satsuma, melocotón, alcachofa, albaricoque, etc).

Los resultados de los análisis de las aguas de riego muestreadas, presentaron contenidos elevados en elementos nutrientes: nitratos, fósforo, potasio calcio y magnesio (tabla 2), que son beneficiosos para el cultivo, también elevados contenidos en elementos tóxicos: sodio y cloruros. Valores de conductividad eléctrica que van desde 2,26 a 4,81 dS/m y el pH medio de 7,07. Por su concentración en sales es un agua con un “grado de restricción en su uso de ligera a moderada” (FAO 1987) que requiere cuidado en la selección de los cultivos y adecuado manejo en su uso para alcanzar el máximo rendimiento.

Sólidos en suspensión.

Cuando el riego se efectúa con aguas residuales no filtradas puede ocurrir una reducción del 20 al 30 % de conductividad hidráulica. Se ha demostrado que este problema puede ocurrir en las capas mas superficiales a concentraciones de 30-90 mg/l en el agua de riego. El 82 % de las muestras analizadas presentaron un contenido en sólidos en suspensión mayor de 30 mg/l (tabla 2), por lo tanto este parámetro debería disminuirse con el objeto de que el agua pueda ser utilizada sin riesgo de reducir la capacidad de infiltración del suelo y su conductividad hidráulica.

Los sólidos en suspensión también intervienen en los procesos de obstrucción de los goteros y de los sistemas de filtración, según Nakayama y Bucks (1991) el 53,57% de las muestras analizadas darían lugar a problemas de obturación de los goteros.

Materia orgánica.

La materia orgánica existente en un agua suele ser determinada mediante la D.B.O.₅ (Demanda Biológica de Oxígeno) y, en menor medida, por la D.Q.O. (Demanda Química de Oxígeno). Las aguas residuales utilizadas presentaron valores comprendidos entre 3.048 y 216 mg/l de D.Q.O. y 1.960 y 60 mg/l de D.B.O.₅ (tabla 2), el 46% y el 54 % del agua de riego utilizada muestran riesgo de fuerte contaminación por altos valores de la D.Q.O. y de la D.B.O.₅, respectivamente; por lo que deben reducirse ambos parámetros con vistas al uso del agua para el riego.

Tabla 2 Análisis de las aguas depuradas utilizadas para el riego en Campos del Río.

Fecha	pH	CE	SAR	DQD	DBO ₅	Sol. Susp.	Bicarbonatos	Cloruros	Nitratos	Nitritos	Sulfatos	Fosfatos	Sodio	Potasio	Calcio	Magnesio
		dS/m														
4-04-2006	7,31	3,10	5,58	746	380	90	14,98	13,02	0,00	0,00	0,00	5,33	9,19	10,65	3,43	2,00
12-04-2006	7,64	3,05	5,98	702	270	26	14,75	12,54	0,00	0,00	0,00	4,66	10,03	10,41	3,46	2,17
19-04-2006	7,46	3,05	5,65	472	110	138	14,44	11,82	0,00	0,00	0,00	5,26	9,51	11,31	3,50	2,17
16-05-2006	7,89	2,86	5,67	332	190	106	10,62	11,48	2,31	0,00	0,31	1,44	9,64	9,74	3,46	2,40
18-05-2006	7,44	2,84	5,58	410	240	51	10,92	10,81	1,21	0,00	0,00	1,54	9,30	9,51	3,29	2,27
18-05-2006	7,87	2,83	5,59	332	130	44	11,31	10,87	0,84	0,00	0,08	1,41	9,29	9,25	3,38	2,15
23-05-2006	7,67	2,91	5,91	292	60	46	6,95	7,37	0,00	0,00	0,00	2,67	10,10	9,73	3,44	2,40
2-06-2006	7,30	2,99	6,19	260	150	64	5,83	15,51	0,48	1,91	0,80	0,00	10,66	10,24	3,52	2,42
7-06-2006	7,59	2,88	5,58	224	200	43	8,66	1,62	0,00	0,00	0,49	3,09	9,49	8,32	3,19	2,59
20-06-2006	7,60	2,85	5,22	224	100	32	27,15	12,00	0,17	0,00	0,57	1,04	8,98	8,10	3,35	2,57
27-06-2006	7,53	2,83	5,62	282	270	28	10,15	12,42	0,00	0,00	1,31	3,48	9,72	8,32	3,20	2,79
19-09-2006	7,52	2,63	6,40	216	100	22	8,11	12,21	0,00	0,00	0,00	0,00	9,53	7,87	2,08	2,35
19-09-2006	7,32	2,83	3,82	532	250	124	12,65	6,87	0,00	0,00	0,00	0,00	6,38	13,78	3,40	2,17
29-09-2006	7,54	4,81	13,91	520	200	142	9,25	20,60	0,00	0,00	0,00	7,91	22,53	12,35	3,31	1,94
10-10-2006	7,7	2,68	3,80	572	260	128	12,20	7,51	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	11,23	3,34	2,15
17-10-2006	7,32	2,601	4,36	596	140	150	12,68	6,07	0,49	0,00	0,00	0,00	7,09	12,15	3,28	2,00
24-10-2006	7,48	2,887	3,44	498	240	116	11,64	6,83	2,45	1,49	0,90	0,00	7,20	12,77	5,51	3,26
2-11-2006	7,37	2,261	4,32	406	160	124	10,14	4,64	0,00	0,00	0,19	0,00	7,99	10,19	4,19	2,65
14-11-2006	7,28	2,416	4,08	284	130	66	10,88	7,62	0,00	0,00	0,00	0,00	7,24	9,22	3,67	2,62
21-11-2006	7,62	2,393	4,23	308	100	66	12,59	8,43	0,79	0,00	0,27	0,00	7,30	8,25	3,51	2,45
28-11-2006	7,20	2,457	4,75	396	250	110	8,39	10,01	0,73	0,00	0,00	0,00	7,97	8,96	3,36	2,26
5-12-2006	6,47	2,506	4,76	908	480	160	5,19	10,51	0,39	0,00	0,00	0,00	8,12	9,57	3,68	2,14
12-12-2006	6,62	2,604	4,86	964	440	172	5,24	9,93	0,58	0,00	0,00	0,00	8,78	10,15	4,22	2,30
19-12-2006	6,25	2,758	4,83	1324	680	290	3,53	11,97	0,52	0,00	0,00	0,00	8,95	10,89	4,54	2,32
4-01-2007	5,20	3,327	5,24	2616	1840	244	3,60	13,38	3,01	0,00	0,00	0,00	9,79	12,96	4,85	2,12
9-01-2007	5,12	3,142	5,82	2804	1600	118	3,61	13,22	1,07	0,00	0,00	0,00	10,03	13,57	3,83	2,10
16-01-2007	4,99	3,081	6,42	3048	1800	106	1,93	14,53	0,47	0,00	3,57	0,00	10,67	14,49	3,26	2,27
23-01-2007	5,00	3,008	6,35	2944	1960	92	2,41	15,54	0,99	0,00	3,56	0,00	10,36	13,87	3,13	2,20
Val.máximo	7,89	4,81	13,91	3048	1960	290	27,15	20,60	3,01	1,91	3,57	7,91	22,53	14,49	5,51	3,26
Val. medio	7,07	2,88	3,44	829	455	103	9,62	10,91	0,61	0,13	0,44	1,40	9,36	10,64	3,59	1,94
Val.mínimo	4,99	2,26	5,50	216	60	22	1,93	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	7,87	2,08	1,94

Suelo de cultivo.

La evolución de los suelos no está tan ligada al riego con aguas residuales como al manejo y a la calidad del suelo, si se escoge adecuadamente el tipo de cultivo y el sistema de riego, es perfectamente viable regar con este tipo de agua desde el punto de vista del suelo. Los suelos del cultivo fueron muestreados al inicio y final de cada uno de los cultivos, se presentan como suelos fértiles, con valores de conductividad eléctrica (extracto de saturación) medios, elevados contenido de caliza activa y contenido medio-elevado

de materia orgánica. El contenido en nitrógeno elemental también es alto, en general todos los parámetros de fertilidad del suelo son elevados. No han aparecido problemas de infiltración en el suelo durante los cultivos.

Fertilización.

El aporte extra de elementos nutritivos de las aguas residuales, en concreto, nitrógeno y potasio, reducen la necesidades de fertilización, aunque se debe prestar especial cuidado a su aplicación excesiva, ya que pueden resultar fitotóxicos, incrementan los procesos de contaminación de las aguas subterráneas y favorecen el proceso de eutrofización de los embalses.

Considerando los valores medios de contenidos de N, P, K, Ca y Mg del agua residual utilizada, resulta que al final del cultivo hemos aplicado solamente con el agua de riego cantidades que excepto para el N, cubren las necesidades de la mayoría de los cultivos hortícolas aquí ensayados. En este caso se estaría aplicando cantidades excesivas de nutrientes lo que puede provocar desequilibrios nutricionales, y por tanto obliga a reajustes de las recomendaciones de fertilización.

En ninguno de los análisis realizados se ha detectado la presencia de metales pesados ni de otros microelementos en niveles considerables.

Evaluación agronómica de especies de uso actual y potencial en la zona.

Tras la realización al aire libre de dos ciclos de cultivo (figura 1), primavera-verano y otoño-invierno, con distintas especies hortícolas, empleando para su alimentación hídrica, caudales reutilizados procedentes de la depuración de aguas usadas en la industria conservera, en la localidad de Campos del Río, se pueden extraer ciertas consideraciones de su ejecución, aunque deberían ser constatadas en otras campañas antes de elevarlas a definitivas, debido a la aleatoriedad que lleva consigo la reiteración de las condiciones climáticas al aire libre.

El comportamiento agronómico de las especies utilizadas durante los dos cultivos, ha sido bueno, pudiendo estimarse adecuados los rendimientos y calidad de la producción obtenidos.



Figura 1 Cultivos hortícolas de primavera y de invierno respectivamente.

Se puede decir que las aguas de riego utilizadas no han provocado efectos negativos en las producciones obtenidas, y que junto a una fertilización adecuada, como la aplicada, y en presencia de unas condiciones ambientales, como las experimentadas en ambos ciclos de cultivo, posibilitaría la explotación hortícola de las especies ensayadas.

Finalmente, decir que la superficie media de las explotaciones que se observan en la zona sugerirían un destino de la producción de cara al mercado local e interior o en caso de dirigirla hacia el exterior, sería necesario la formación de grupos de agricultores o cooperativas, que pudiesen asegurar una oferta de productos con entidad y cuya continuidad de abastecimiento tuviese ciertas garantías.

Conclusiones.

- Por su concentración en sales es un agua con un “grado de restricción en su uso de ligera a moderada” lo que implica que requiere cuidado en la selección de los cultivos y adecuado manejo en su uso para alcanzar el máximo rendimiento. Atendiendo a los parámetros CE y SAR, el agua de riego no debe producir problemas de infiltración de agua en el suelo.
- Los sólidos en suspensión deberían presentar valores menores para no dar lugar a problemas de obstrucción en los sistemas de riego.
- La cantidad de materia orgánica en el agua es elevada, y aunque la bibliografía previene sobre posibles peligros de contaminación y anaerobiosis del suelo, en este caso lo observado, es una mejora en los parámetros de fertilidad del suelo.
- Las aguas residuales presentan un elevado contenido en elementos nutrientes necesarios para los cultivos.
- El uso de las aguas residuales depuradas para el riego requiere unas prácticas de fertirrigación diferentes al riego con aguas de origen subterráneo. ■

■ Efecto antrópico de la fertirrigación en la contaminación difusa por nitratos de los suelos y las aguas subterráneas en las zonas de cultivo del Campo de Cartagena (Murcia)

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2006-00160-00-00
Investigador responsable	Consuelo Pellicer Botía
Equipo	Luis Rincón Sánchez Aurora Pérez Crespo Ángel Abadía Sánchez José Sáez Sironi Antonio José García Moya

OBJETIVOS

1. Evaluación de la contribución de los cultivos hortícolas, mas importantes en el Campo de Cartagena, a la contaminación por nitratos de la Zona Vulnerable correspondiente a los acuíferos del Cuaternario y Plioceno en el área definida por la zona regable oriental del trasvase Tajo-Segura y el Sector litoral del Mar Menor.
2. Determinación de los periodos de los cultivos en que la contaminación es máxima.
3. Ajuste de los parámetros de fertirrigación nitrogenada con el fin de minimizar su impacto ambiental.

Para conseguir los objetivos propuestos se diseñaron ensayos que se establecen en parcelas experimentales, al aire libre y en invernadero, para los cultivos hortícolas más importantes de la zona y utilizando como sistema de riego el localizado de alta frecuencia. Los tratamientos ensayados fueron:

T1 - 75% D y 100% N.	T2 - 100% D y 100% N.
T3 - 125% D y 100% N	T4 - 75% D y 75% N.
T5 - 100% D y 75% N	T6 - 125% D y 75% N

Siendo D las necesidades totales de agua por el cultivo y N la dosis de nitrógeno recomendada para el cultivo.

La lixiviación de nitratos se puede medir conociendo para cada periodo corto de tiempo, el flujo de la disolución del suelo a través de un determinado plano y su concentración media de nitratos. Los métodos a utilizar serán los siguientes:

Método 1. Parcelas experimentales al aire libre y bajo invernadero, con lisímetros de drenaje. Se estimará el flujo de lixiviación en el suelo mediante balance de agua, y se analizará la concentración de los nitratos en los drenes obtenidos.

Balance de agua. En este método el drenaje se calcula en función de los otros términos del balance de agua de una capa de suelo, durante un periodo de tiempo determinado.

Concentración de nitratos. Se realizará mediante el muestreo periódico de la solución drenante de lisímetros. Los lisímetros permiten obtener muestras de la solución drenada y del volumen de drenaje. La utilización de lisímetros se podría considerar como método estándar de muestreo de la solución lixiviada. También se realizarán, periódicamente, muestreos de suelos para determinar la concentración de nitratos en la disolución del suelo.

Método 2. Parcelas experimentales al aire libre y bajo invernadero. Se calculará el balance hídrico en el suelo mediante la monitorización en continuo del contenido de agua en la zona radicular y en la zona situada por debajo de la misma; y se estimará la concentración de nitratos en la disolución del suelo obtenida a partir de cápsulas porosas de succión.

Balance de agua. El balance hídrico en el suelo se realizará a través de la monitorización en continuo del contenido de agua en la zona radicular del suelo mediante la utilización de sondas EnviroSCAN.

Concentración de nitratos. Se realizará mediante el muestreo de la disolución del suelo in situ utilizando como toma muestras sondas de succión. Este es un dispositivo que consiste en un tubo hecho de un polímero poroso (diámetro 2,5 mm), conectado a un tubo de PVC y a su vez a una bomba de vacío. También se realizarán, periódicamente, muestreos de suelos para determinar la concentración de nitratos en la disolución del suelo.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados aquí presentados se corresponden a los obtenidos en el cultivo de la especie alcachofa.

Producción.

La producción final es el resultado de la suma de las 14 recolecciones parciales efectuadas en el periodo de 270 días que duró el cultivo (tabla 3). El desarrollo del cultivo fue normal y no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos respecto al número de frutos o los kilos producidos.

Tabla 3 Parámetros de la producción, agua aportada e índice de productividad (Ip).

Tratamientos	Producción final			Ip
	Kg/m ²	nº f/m ²	g/f	g/l
75% D y 100% N	2,29	15,53	146,17	5,09d
100% D y 100% N	2,43	16,10	151,50	4,05bc
125% D y 100% N	2,46	16,26	153,61	3,29ab
75% D y 75% N	2,05	13,82	146,68	4,45cd
100% D y 75% N	2,32	15,26	151,76	3,87abc
125% D y 75% N	2,42	15,62	153,75	3,23a
LSD				0,8132

Balance del agua aportada y lixiviación de nitratos.

El volumen total de agua aportada en cada uno de los tratamientos se presenta en la tabla 4. Las cantidades de agua lixiviadas y consumidas están directamente relacionadas con la cantidad de agua aportada y no con las producciones obtenidas.

La eficiencia productiva del cultivo (gramos de frutos comerciales obtenidos por litro de agua aportada), muestra diferencias significativas, resultando los tratamientos en los que se aportó menos agua (75% D) mas eficientes, siendo esto consecuencia de no haber obtenido diferencias en las producciones, ni debido al agua ni al nitrógeno aportado (tabla 4).

Tabla 4 Balance del agua aportada.

Tratamientos	Agua			
	Aportada l/m ²	Drenada l/m ²	% Drenaje	Consumida l/m ²
75% D y 100% N	550,11	16,43	2,98	533,68
100% D y 100% N	695,18	22,68	3,26	672,50
125% D y 100% N	841,85	65,40	7,76	776,44
75% D y 75% N	550,58	17,28	3,13	533,31
100% D y 75% N	688,63	34,62	5,02	654,00
125% D y 75% N	826,47	77,28	9,35	749,19

Respecto a la lixiviación de nitratos (figura 2) se aprecia una relación lineal con los volúmenes de agua aportados, no presentando respuesta a la cantidad de nitratos adicionados. Como ya se ha podido comprobar en los trabajos realizados en pimiento grueso, la lixiviación de nutrientes resulta consecuente con la cantidad de agua percolada. Para los tratamientos en los que se aportó el 100 y el 125% de las necesidades de agua, fue entre los 238 y 242 días, cuando se produjo la mayor lixiviación de nitratos - 7,82 y 7,27 g/m² y día - respectivamente. El tratamiento que aportó el 100% de nitrógeno y el 100% de las necesidades de agua drenó en el período de los 228 a los 249 días el 52% de total de nitratos drenados. Este periodo es coincidente con el tiempo en el que los kilos recolectados fueron máximos.

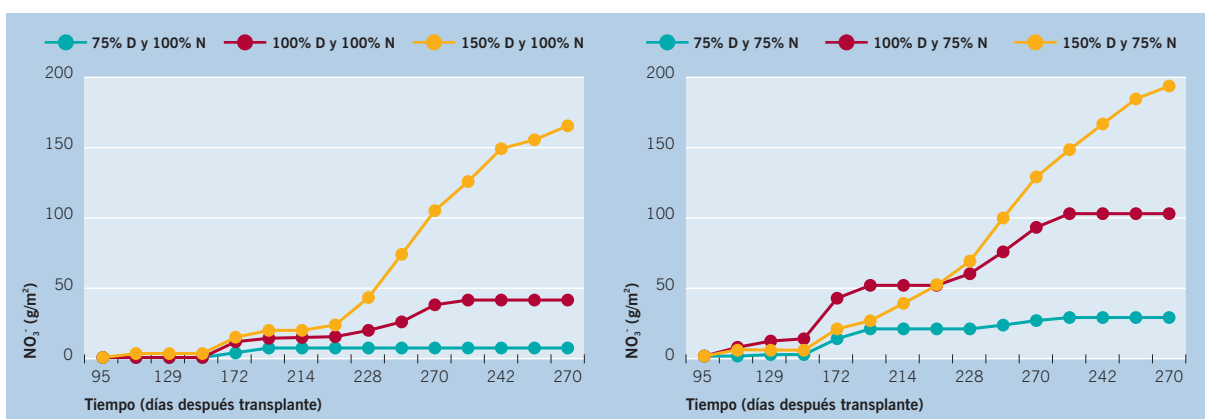


Figura 2 Lixiviación de nitratos (g/m²), acumulado durante todo el ciclo del cultivo.

Observando los resultados obtenidos de las lecturas del contenido volumétrico de agua en el suelo a lo largo del ciclo de cultivo (medidas realizadas con las sondas EnviroSCAN, figuras 3 y 4), desde abril de 2007 hasta abril 2008, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos del 125 y 100% de la ETc, a las distintas profundidades de 10, 20, 30 y 50cm, sin embargo si comparamos, a 30cm de profundidad, las gráficas del 100 ó 125% de la ETc con las del 50%, se deduce que mientras que en

las dos primeras el contenido volumétrico de agua en el suelo se puede mantener durante la mayor parte del cultivo entre 38 y 41mm, en el tratamiento del 50% se aprecian unos máximos y mínimos de contenido de agua de suelo más acusados que varían entre 31 y 38 mm. Se destaca la uniformidad en la humedad del suelo en los tratamientos que se aplicó el 100% 125% de la ETc, frente a los cambios bruscos que se aprecian en el tratamiento en el que se solo se aplicó el 50% de la ETc. ■

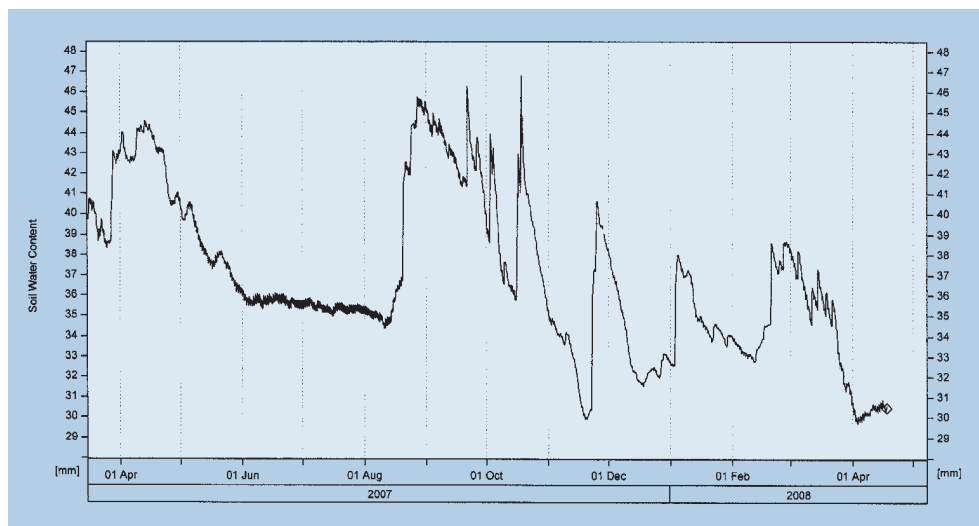


Figura 3 Contenido volumétrico de agua en el suelo a 30 cm profundidad en tratamiento que se aportó el 50% de la ETc.

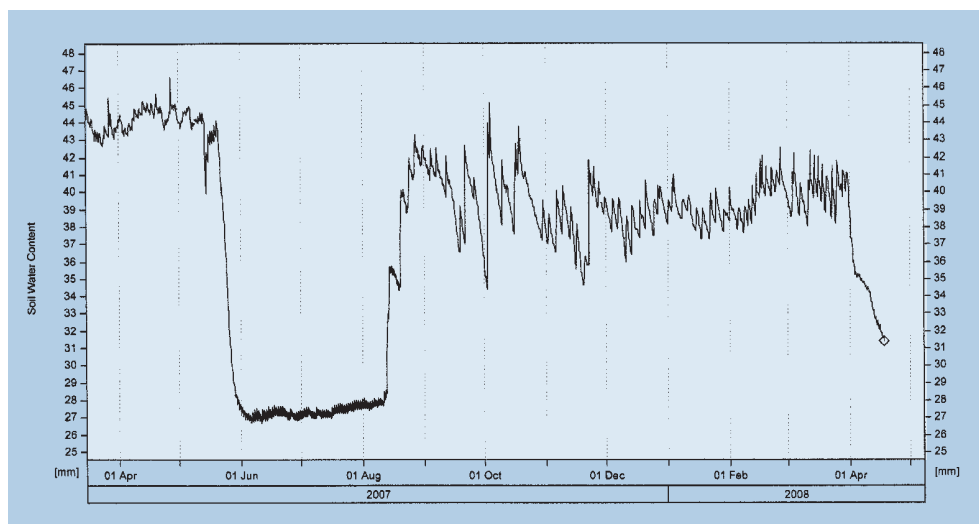


Figura 4 Contenido volumétrico de agua en el suelo a 30 cm profundidad en tratamiento que se aportó el 125% de la ETc.

■ Estudio del pimiento en producción integrada y ecológica: calidad, seguridad, garantía y minimización del impacto medioambiental

Entidad financiadora y Referencia	INIA. RTA2005-00224-C02-02
Investigador responsable	Luis Fernando Rincón Sánchez
Equipo	Consuelo Pellicer Botía Angel Abadía Sánchez Aurora Pérez Crespo José Sáez Sironi

OBJETIVOS

Minimizar del impacto ambiental derivado del uso de abonos orgánicos e inorgánicos.
Optimización de la nutrición nitrogenada en sistemas de cultivo ecológico e integrado.

RESULTADOS

Las experiencias realizadas se diseñaron con los siguientes tratamientos:

- T1-1: Bromuro de metilo (30 gr/m²) y 50 % Nitrógeno.
- T1-2: Bromuro de metilo (30 gr/m²) y 100% Nitrógeno.
- T1-3: Bromuro de metilo (30 gr/m²) y 0 % Nitrógeno + Biofertilizante*.
- T2-1: Biofumigación + Solarización (2,5 kg/m² estiércol oveja + 0,7 kg/m² gallinaza) y 50 % Nitrógeno
- T2-2: Biofumigación + Solarización (2,5 kg/m² estiércol oveja + 0,7 kg/m² gallinaza) y 100% Nitrógeno.
- T2-3: Biofumigación + Solarización (2,5 kg/m² estiércol oveja + 0,7 kg/m² gallinaza) y 0% Nitrógeno + Biofertilizante*.
- T3-1: Biofumigación + Solarización (4 kg/m² estiércol oveja + 1 kg/m² gallinaza) y 50 % Nitrógeno
- T3-2: Biofumigación + Solarización (4 kg/m² estiércol oveja + 1 kg/m² gallinaza) y 100% Nitrógeno.
- T3-3: Biofumigación + Solarización (4 kg/m² estiércol oveja + 1 kg/m² gallinaza) y 0 % Nitrógeno + Biofertilizante*.
- T4-4: Biofumigación + Solarización (4 kg/m² estiércol oveja + 1 kg/m² gallinaza) y Ecológico.
- T4-5: Biofumigación + Solarización (4 kg/m² estiércol oveja + 1 kg/m² gallinaza) y Ecológico + Biofertilizante.

* Biofertilizante: bacterias fijadoras de nitrógeno (azotobacter vinelandi y azospirillum brasilense)

La tabla 5 muestra los parámetros de producción del cultivo en los distintos tratamientos ensayados. La producción total de frutos se obtuvo en seis recolecciones sucesivas durante el ciclo de cultivo. El análisis de varianza nos muestra que la mayor producción de frutos

y biomasa verde se obtuvo en los tratamientos donde se aportó el 100% del N en forma mineral, independientemente de la cantidad de materia orgánica aplicada. Las menores producciones de frutos y biomasa verde se produjeron en los tratamientos T1-3 y T2-3, donde no se aportaba N. En cultivo ecológico la producción más elevada se consiguió en el tratamiento con biofertilizante.

Tabla 5 Parámetros de producción del cultivo.

Tratamientos	Prom. Total			Prom. Comercial		
	kg/m ²	nºf/m ²	g/f	kg/m ²	nºf/m ²	g/f
T1-1	9,38	48,38	0,22	9,06	45,75	0,22
T1-2	10,88	48,74	0,24	10,78	48,25	0,24
T1-3	5,81	32,72	0,20	5,49	30,7	0,20
T2-1	10,03	46,49	0,23	9,55	42,81	0,22
T2-2	11,79	56,18	0,23	11,49	54,12	0,23
T2-3	8,07	39,25	0,22	7,82	37,85	0,22
T3-1	11,41	53,20	0,22	11,23	51,84	0,22
T3-2	13,46	64,17	0,22	13,16	61,67	0,23
T3-3	10,14	47,98	0,22	9,86	45,83	0,22
T4-4	8,95	45,22	0,21	8,68	42,89	0,21
T4-5	9,54	48,55	0,21	9,22	46,18	0,20

La figura 5 muestra la evolución del agua aportada (946 mm), drenada (media 280 mm) y consumida por el cultivo (media 666 mm). Los riegos de plantación y arraigue fueron de 42 y 21 mm respectivamente, la frecuencia de riego osciló entre 2/semana y 3/día en periodo de máxima absorción por el cultivo. El consumo diario varió entre 1,5 mm a los 70 días desde el trasplante y un máximo de 6,85 mm a los 215 días desde el trasplante.

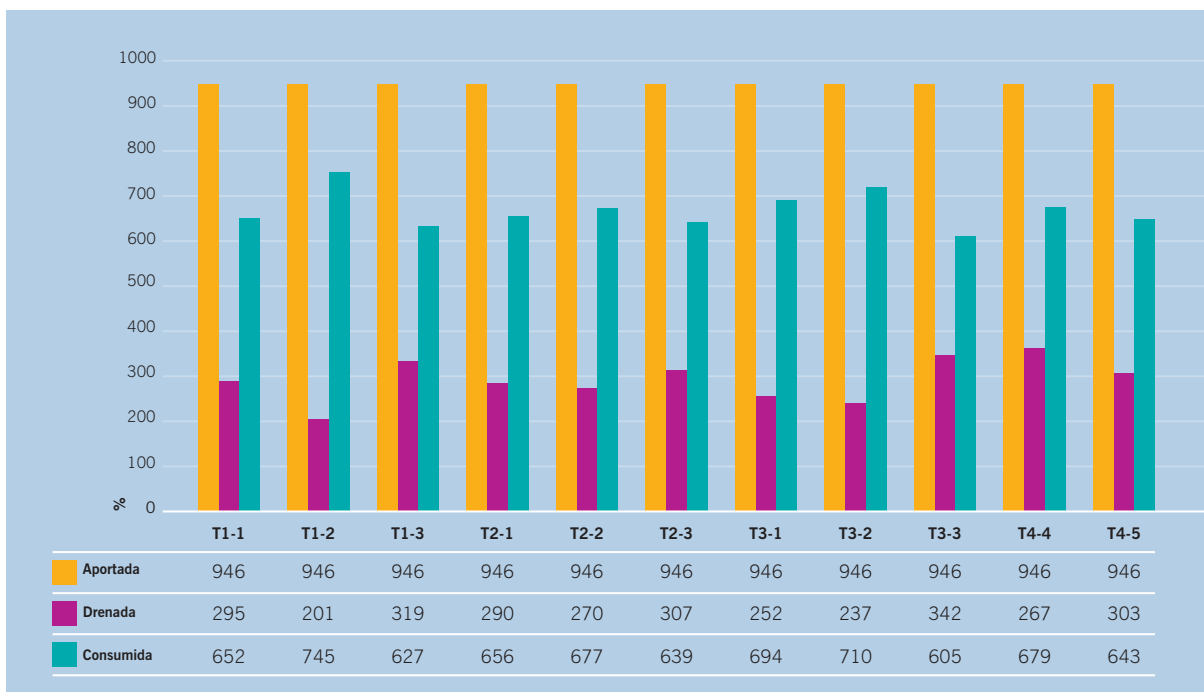


Figura 5 Balance de agua aportada, drenada y consumida por el cultivo.

La Tabla 6 presenta el balance de agua, nitrógeno-nítrico, fósforo y potasio, comprobándose que entre tratamientos se generan diferencias entre el agua aportada y drenada.

Tabla 6 Lixiviación de nutrientes.

		Nutrientes aportados en kg/ha		
		N	P (PO ₄ H ₂)	K
Agua riego (946 mm)		59	0	67
Abonos 100 % N		373	56	485
Abonos 50 % N		186	56	485
Abonos 0 % N		0	56	485
		Nutrientes gastados y lixiviados en kg/ha		
		N (NO ₃)	P (PO ₄ H ₂)	K
T1-1 (50% N)	Drenado	33,99	0,00	79,72
	Gastado*	212,33	56,00	472,63
T1-2 (100% N)	Drenado	26,81	0,00	59,32
	Gastado*	406,00	56,00	493,03
T1-3 (0% N)	Drenado	12,89	0,00	96,33
	Gastado*	46,92	56,00	456,02
T2-1 (50% N)	Drenado	52,21	0,00	115,28
	Gastado*	194,11	56,00	437,07
T2-2 (100% N)	Drenado	56,17	0,00	109,74
	Gastado*	376,64	56,00	442,62
T2-3 (0 % N)	Drenado	51,45	0,00	231,50
	Gastado*	8,36	56,00	320,85
T3-1 (50%N)	Drenado	73,28	0,00	137,86
	Gastado*	173,04	56,00	414,50
T3-2 (100%N)	Drenado	108,60	0,00	126,21
	Gastado*	324,21	56,00	426,15
T3-3(50% N)	Drenado	52,31	0,00	247,98
	Gastado*	7,50	56,00	304,38

*Gastado: Absorbido por el cultivo + retenido en el suelo.

Agua de riego.

La materia orgánica aportada al suelo influyó en las características hidrofísicas del mismo, variando la distribución de la humedad en el perfil, comprobándose que en el suelo donde no se aportó materia orgánica se produjo un desplazamiento horizontal más amplio del agua respecto a los tratamientos en los que se aportó materia orgánica, constatándose que la materia orgánica mejora la estructura del suelo así como la permeabilidad hídrica. Esta distribución de la humedad en el suelo redujo el agua drenada en el T1 en un 14,2% respecto al tratamiento T3, debido probablemente a la mayor evaporación a partir del suelo. En la figura 6 se comprueba visualmente la humectación de la superficie del suelo en los tratamientos T1 y T3, confirmándose los valores reflejados.

Nitrógeno.

La cantidad de N lixiviado varió con la cantidad de materia orgánica y N mineral aplicado.

Del balance realizado se deduce que las pérdidas producidas en los tratamientos en los que se aportaron 3,2 y 5,6 kg/m² de materia orgánica respectivamente junto con el 100% de N evaluado para la fertilización nitrogenada del pimiento grueso (Rincón *et al.*, 2005) fue del 3,6%, siendo el 96,4% restante consumido por el cultivo, cantidad muy parecida a la evaluada por Rincón *et al.* (1995). En los tratamientos en los que no se aportó materia orgánica y solo el 50% del N en forma mineral, la cantidad lixiviada fue del 21,5%, como consecuencia de la menor biomasa producida.



Figura 6 Distribución de la humedad en el perfil del suelo.

Fósforo.

No se produjo ninguna pérdida por lixiviación, constatándose la bajísima movilidad del P en el suelo debido a inmobilizaciones por precipitación y adsorción en el suelo. En las condiciones del ensayo la mayor parte de la cantidad de fósforo aportado el 86% se gastó en absorción por el cultivo, resultando que solo un 14% del aportado en cobertera fue retenido en el suelo por fenómenos de adsorción. La alta eficacia del fósforo en el tipo de suelo del ensayo (fuertemente calizo y de alto pH) fue debido probablemente al contenido medio-alto de fósforo asimilable del suelo, que minimizó los efectos de precipitación y de adsorción de las cantidades aportadas en la fertirrigación de cobertera. No obstante se ha demostrado que en la fertirrigación fosforada de los cultivos, quedan elevadas cantidades residuales al final del ciclo de cultivo, objeto de ser reutilizadas en cultivos posteriores.

Potasio.

Teniendo presentes las cantidades de K requeridas por el cultivo el 97,2% del potasio aportado se gastó por absorción de las plantas, resultando unas pérdidas por lixiviación del 2,8%. No obstante, las pérdidas por lixiviación pueden aumentar cuando el complejo de cambio del suelo está saturado de K, fenómeno que se produce generalmente en fertirrigación localizada y suelos de cultivo con elevada riqueza en potasio. La lixiviación se debe principalmente a que el potasio aportado en cobertera se concentra en el volumen de suelo humedecido por los goteros y excede a la extracción del cultivo. ■

■ Mejora del uso del agua en los cultivos hortícolas de la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	IMIDA. P0107-006
Investigador responsable	Luis Fernando Rincón Sánchez
Equipo	Elena Centeno Castellano Abadía Sánchez Angel García Moya Antonio Pérez Crespo Aurora

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es doble:

1. Determinación de los coeficientes de cultivo (Kc) no disponibles en especies hortícolas para las condiciones de cultivo de la Región de Murcia y ajuste de los coeficientes disponibles.
2. Ajuste de la dosis de riego en el riego por goteo aplicado a los cultivos hortícolas y del intervalo entre riegos para distintos tipos de suelo.

RESULTADOS

Las experiencias se realizaron en la finca experimental "Torreblanca" del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, situada en la comarca del Campo de Cartagena (37°40' N - 0°58'W) en Murcia, iniciándose en Marzo del 2007 con la construcción de la infraestructura lisimétrica, necesaria para la realización de los balances hídricos. Se construyeron 16 lisímetros de drenaje a base de obra de fábrica con desagües a foso de recogida de drenes. Las dimensiones interiores de cada lisímetro fueron de 5 m x 1 m x 0,7 m, dentro de en una parcela experimental de 1.200 m². Durante el bienio 2007-2008 se han realizado dos estudios, en lechuga y brócoli respectivamente.

1. Evaluación de la evapotranspiración y de los coeficientes Kc y su relación con el porcentaje de área sombreada del suelo en un cultivo de lechuga con riego por goteo.

Se ensayaron cuatro cantidades de agua aplicada del 25%, 50%, 100% y 125% de la evapotranspiración del cultivo calculada semanalmente con parámetros climáticos de la semana anterior, medidos en la estación agroclimática automática situada a 50 m de la parcela de ensayo midiéndose los parámetros siguientes: ETc del cultivo, Biomasa del cultivo (B), Superficie total de hoja, e Índice de área foliar (IAF) y Porcentaje de suelo sombreado periódico en el ciclo de cultivo. Evaluándose los coeficientes de cultivo.

La producción de biomasa y del índice de área foliar se muestran en la tabla 7. La producción de biomasa verde (B) varió ente 0,13 t/ha en el trasplante y 62,5 t/ha en la recolección (90 días después del trasplante). El Índice de Área Foliar (IAF) tuvo una evolución creciente en el ciclo de cultivo, variando entre 0,08 m²/m² en el trasplante y 6,75 m²/m² en la recolección, correspondiendo el 46% a las hojas exteriores y el 54% restante a las hojas interiores.

Tabla 7 Evolución de la biomasa total producida (B), índice de área foliar (IAF) y porcentaje de suelo sombreado (%SS) por la lechuga e incrementos diarios en distintas fechas de muestreo.

d.d.t	B		IAF		Periodo	$\Delta B/\text{día}$	$\Delta IAF/\text{día}$	$\Delta \%SS/\text{día}$
	t/ha	m ² /m ²	%SS					
1	0,13	0,08	1,4		0-28	0,04	0,003	0,19
28	1,00	0,15	7,6		28-51	0,24	0,035	0,80
51	6,50	0,95	27		51-60	0,70	0,019	1,49
60	12,76	1,12	38,9		60-70	0,51	0,061	1,28
70	17,89	1,73	51,7		70-80	2,16	0,152	0,84
80	39,44	3,25	60,1		80-90	2,34	0,350	0,55
90	62,85	6,75	65,6					

El porcentaje de suelo sombreado presentó una evolución creciente de tipo lineal en el ciclo de cultivo, variando entre 1,4% en el trasplante y 65,76% en la recolección (figura 9) para el marco de plantación comercial en líneas pareadas establecido (separación entre líneas pareadas de 1 m, 0,33 m entre las dos filas de cada línea pareada y 0,33 m entre las plantas en cada fila). En la lechuga iceberg, solamente el sombreado producido por las hojas exteriores (45% de la superficie total de hojas) contribuyen al sombreado del suelo. El marco de plantación comercial de la lechuga iceberg reduce la superficie de suelo sombreado al solaparse parte de las hojas exteriores de la planta.

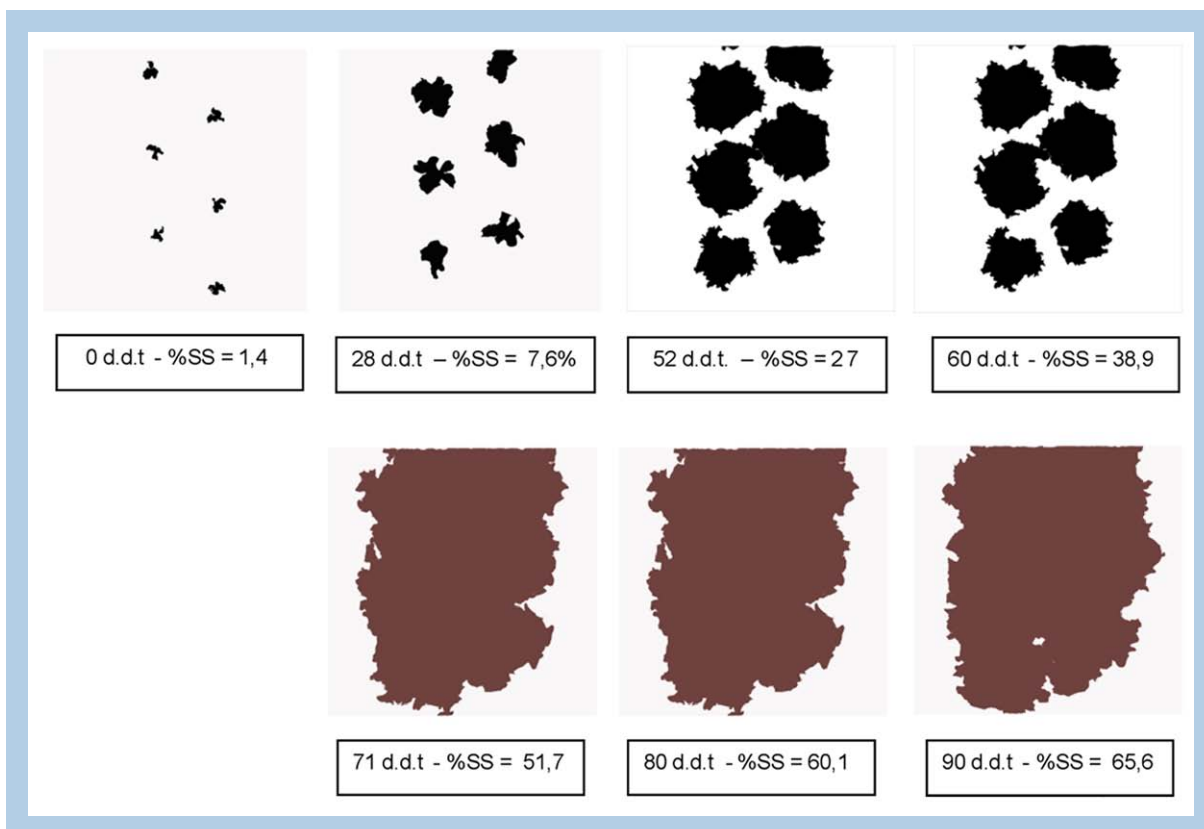


Figura 9 Evolución del porcentaje de suelo sombreado en el ciclo de cultivo.

La ETo en el ciclo de cultivo fue de 84,77 mm, habiéndose aplicado en el riego 139,32 mm y 70,9 mm por la lluvia. La ETc acumulada en el ciclo de cultivo fue 74,03 mm, variando entre 0,6 mm/día en los 7 primeros días después del trasplante y 2,2 mm/día en los 7 días previos a la recolección. Los coeficientes de cultivo (Kc) aumentaron linealmente con el tiempo transcurrido después del trasplante, variando desde 0,6 en las primeras etapas vegetativas del cultivo a 1,14 en la recolección (figura 7).

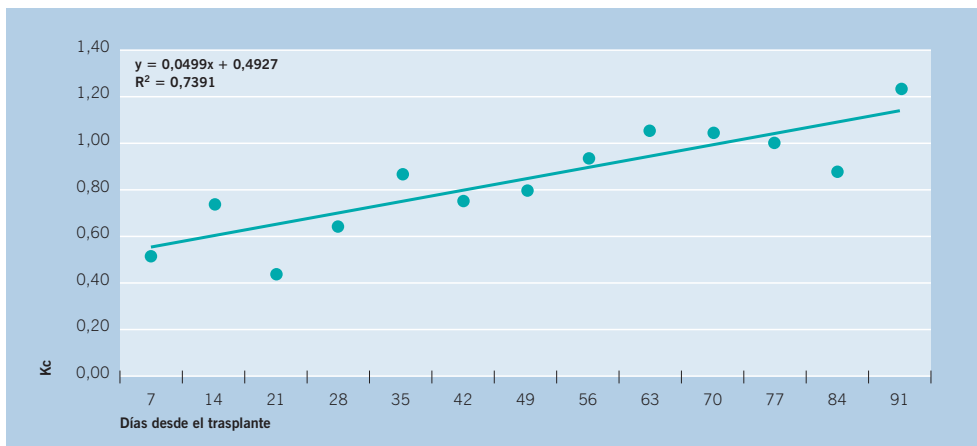


Figura 7 Coeficientes de cultivo (Kc) de la lechuga.

En la figura 8 se muestran las curvas de la evolución del porcentaje de la evapotranspiración máxima en cada fase vegetativa del cultivo y la evolución del porcentaje de suelo sombreado. En ambas curvas se producen dos puntos de intersección dando lugar a tres fases distintas (A, B, C) con distinta incidencia en las componentes de la ETc durante el ciclo de cultivo. La fase A corresponde al periodo en que la mayor parte de la ETc corresponde a la evaporación a partir del suelo. En la fase B, la transpiración comienza a ser mayoritaria en la ETc evapotranspiración hasta llegar al 60% de suelo sombreado a partir del cual se inicia la fase C en la que la transpiración de la planta es la única componente en la ETc del cultivo.



Figura 8 Relación entre el porcentaje de evapotranspiración periódica del cultivo (ET_{max}/ET_c) y el porcentaje de suelo sombreado (%SS).



2. Evaluación de la evapotranspiración y los coeficientes de cultivo y su relación con el porcentaje de área sombreada del suelo en un cultivo de brócoli con riego por goteo.

Se ensayaron cuatro cantidades de agua aplicada del 25%, 50%, 100% y 125% de la evapotranspiración del cultivo calculada semanalmente con parámetros climáticos de la semana anterior, medidos en la estación agroclimática automática situada a 50 m de la parcela de ensayo midiéndose los parámetros siguientes: E_{Tc} del cultivo, Biomasa del cultivo (B), Superficie total de hoja, e Índice de área foliar (IAF) y Porcentaje de suelo sombreado periódico en el ciclo de cultivo, evaluándose los coeficientes de cultivo.

La producción de biomasa y del índice de área foliar se muestran en la tabla 8. La producción de biomasa verde (B) varió entre 0,11 t/ha en el trasplante y 141,6 t/ha en la recolección (87 días después del trasplante). El Índice de Área Foliar (IAF) tuvo una evolución creciente en el ciclo de cultivo, variando entre 0,02 m^2/m^2 en el trasplante y 13,4 m^2/m^2 en la recolección, correspondiendo el 46% a las hojas exteriores y el 54% restante a las hojas interiores.

El porcentaje de suelo sombreado presentó una evolución creciente de tipo lineal en el ciclo de cultivo, variando entre 1,6% en el trasplante y 99% a los 67 días después del trasplante (figura 12) para el marco de plantación comercial en líneas pareadas establecido (separación entre líneas pareadas de 1 m, 0,40 m entre las dos filas de cada línea pareada y 0,40 m entre las plantas en cada fila). En el brócoli, el marco de plantación comercial reduce la superficie de suelo sombreado al solaparse parte de las hojas de la planta a partir de los 70 días después del trasplante por lo que se debería ampliar la separación entre plantas en la fila de plantación.



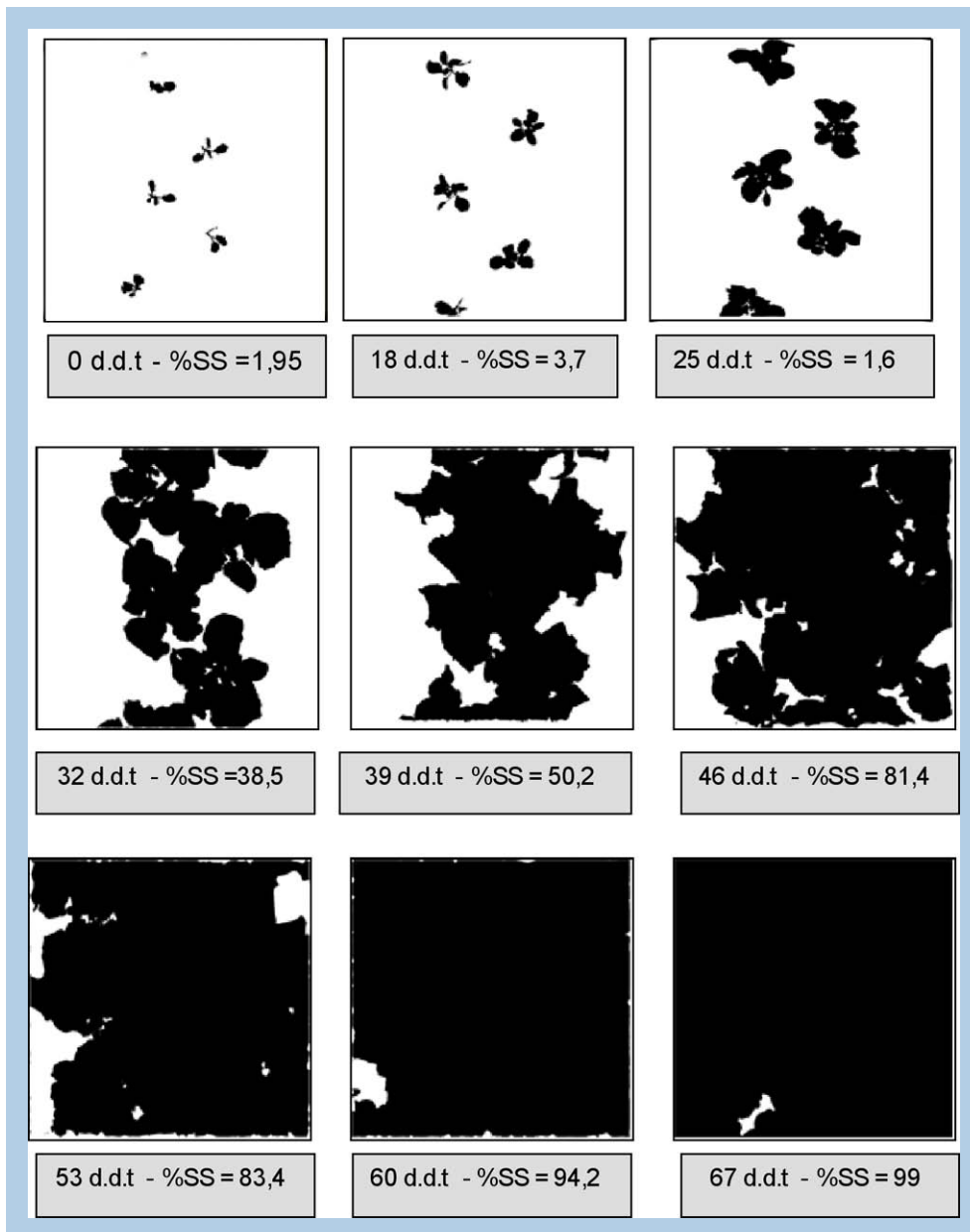


Figura 12 Evolución del porcentaje de suelo sombreado en el ciclo de cultivo.

La ETo en el ciclo de cultivo fue de 389,6 mm, habiéndose aplicado en el riego 326,8 mm y 78,2 mm por la lluvia. La ETc acumulada en el ciclo de cultivo fue 270,4 mm, variando entre 1,12 mm/día en los 7 primeros días después del trasplante y 5,03 mm/día en los 7 días previos a la recolección. Los coeficientes de cultivo (Kc) aumentaron linealmente con el tiempo transcurrido después del trasplante (figura 9), variando entre 0,55 en la primera semana después del trasplante y 1,17 en la semana anterior a la recolección (figura 10).

En la figura 11 se muestran las curvas de la evolución del porcentaje de la evapotranspiración máxima en cada fase vegetativa del cultivo y la evolución del porcentaje de suelo sombreado. En ambas curvas se produce un punto de intersección dando lugar a dos fases distintas (A, B) con distinta incidencia en las componentes de la ETc durante el ciclo de cultivo.

Tabla 8 Biomasa fresca total producida (B), Índice de Área foliar (IAF) y Porcentaje de suelo sombreado (%SS).

Fases vegetativas	Días después del trasplante	Biomasa (t/ha)	IAF (m ² /m ²)	% SS
Juvenil	0	0,11	0,02	1,64
	18	0,24	0,04	3,35
	25	1,22	0,22	9,73
Inducción floral	32	4,06	0,54	31,67
	39	10,03	1,43	43,04
	46	19,63	2,65	75,10
	53	38,82	4,48	86,41
Formación de inflorescencias	60	67,36	8,01	96,03
	67	114,47	11,80	98,78
	74	124,61	12,76	100,00
	81	134,61	13,27	100,00
	88	141,61	13,35	100,00



Figura 10 Relación lineal entre Kc y días después del trasplante.

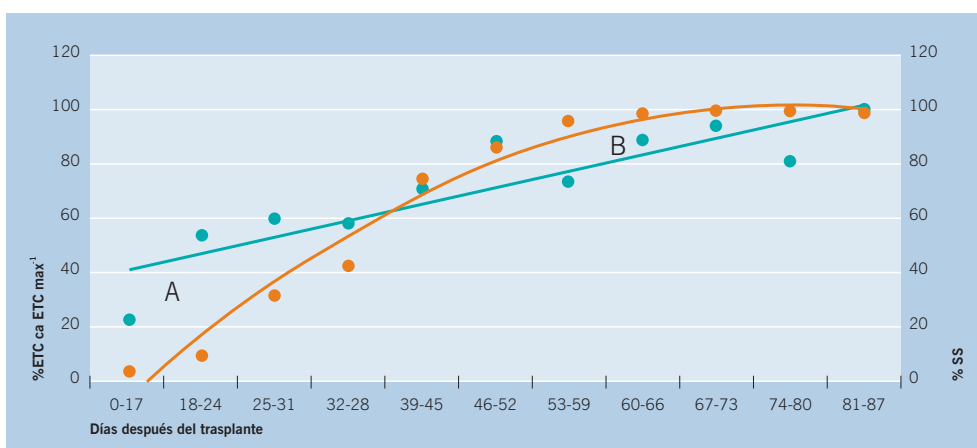


Figura 11 Relación entre el porcentaje de evapotranspiración periódica del cultivo ($ET_{cmax} \cdot ET_{ca}^{-1}$) y el porcentaje de suelo sombreado (%SS).

La fase A corresponde al periodo donde la mayor parte de la ET_c corresponde a la evaporación a partir del suelo, hasta llegar a los 38 días después del trasplante en que comienza la fase B donde la transpiración comienza a ser mayoritaria en la ET_c hasta

llegar al 100 % a partir de los 70 días después del trasplante donde es la única componente en la ETc del cultivo.

OTRAS LÍNEAS DE TRABAJO

Estudio sobre el efecto del empleo de BioMembrana en cultivo de lechuga en las condiciones edafoclimáticas de la Región de Murcia.

El propósito fue comprobar las propiedades de un producto orgánico de origen natural, que añadido al suelo da lugar a:

- Mayor capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
- Reducción de las pérdidas de agua por gravedad o evaporación, a partir del suelo.
- Mejora las condiciones térmicas del suelo.

Con este fin se diseñó un ensayo en el que las variables fueron: modo de aplicación en superficie y enterrado, dosis de riego (100 y 60% de las necesidades del cultivo) y cantidad de producto añadida (0, 2, 4, 20, 40 g/m²). La especie cultivada fue lechuga tipo “iceberg” (figura 14). Se midió la producción total y comercial y la biomasa obtenida, como materia fresca y seca. Los resultados se muestran en las tablas 9 y 10.

Tabla 9 Producciones obtenidas en cada uno de los tratamientos.

Dosis Riego	Modo aplicación	Concentración Biomembrana	Producción total			Producción comercial	
			nº plantas/m ²	Kg/m ²	Kg/fruto	Kg/m ²	Kg/fruto
100% Nt	Superficie	0 g/m ²	4,25a	3,81a	0,88a	2,42a	0,55a
100% Nt	Superficie	2 g/m ²	5,75b	5,89bc	1,02ab	3,84bc	0,67b
100% Nt	Superficie	4 g/m ²	5,50b	4,82ab	0,88a	3,01ab	0,55a
100% Nt	Superficie	20 g/m ²	6,20b	6,18c	1,00b	4,28c	0,69b
100% Nt	Superficie	40 g/m ²	6,25b	6,14c	0,98ab	3,82bc	0,61ab
	LSD		1,0005	1,2045	1,0005	0,8404	0,0837
100% Nt	Enterrado	0 g/m ²	4,50a	3,83a	0,84a	2,53a	0,56a
100% Nt	Enterrado	2 g/m ²	4,30a	4,90ab	1,12b	3,26ab	0,75b
100% Nt	Enterrado	4 g/m ²	4,80ab	4,84ab	1,00ab	3,11ab	0,64ab
100% Nt	Enterrado	20 g/m ²	5,85bc	5,72b	0,98ab	3,81b	0,65ab
100% Nt	Enterrado	40 g/m ²	5,90c	6,01b	1,01ab	3,71b	0,62a
	LSD		1,0777	1,8123	1,8411	0,1841	0,1127
60% Nt	Superficie	0 g/m ²	5,95a	5,31a	0,89a	3,90a	0,66a
60% Nt	Superficie	2 g/m ²	5,75a	5,52ab	0,97ab	3,81a	0,67a
60% Nt	Superficie	4 g/m ²	6,15a	5,86abc	0,95ab	4,02a	0,65a
60% Nt	Superficie	20 g/m ²	6,20a	6,04bc	0,97ab	4,04a	0,65a
60% Nt	Superficie	40 g/m ²	6,15a	6,20c	1,01b	4,11a	0,67a
	LSD		0,5336	0,6600	0,1082	0,4791	0,0787
60% Nt	Enterrado	0 g/m ²	5,85a	5,65ab	0,96ab	3,92abc	0,67abc
60% Nt	Enterrado	2 g/m ²	5,95a	6,02ab	1,02ab	4,21bc	0,71bc
60% Nt	Enterrado	4 g/m ²	6,00a	6,41b	1,07b	4,40c	0,73c
60% Nt	Enterrado	20 g/m ²	5,80a	5,30a	0,91a	3,53ab	0,61ab
60% Nt	Enterrado	40 g/m ²	5,90a	5,77ab	0,98ab	3,40a	0,58a
	LSD		0,7069	0,9596	0,1420	0,7291	0,1080

Tabla 10 Parámetros de la biomasa.

Dosis riego	Modo aplicación	Concentración Biomembrana	Peso fresco / Peso seco
100% Nt	Superficie	0 g/m ²	20,38a
100% Nt	Superficie	2 g/m ²	22,23ab
100% Nt	Superficie	4 g/m ²	20,26a
100% Nt	Superficie	20 g/m ²	25,19b
100% Nt	Superficie	40 g/m ²	23,30ab
	LSD		3,847
100% Nt	Enterrado	0 g/m ²	21,36a
100% Nt	Enterrado	2 g/m ²	22,91a
100% Nt	Enterrado	4 g/m ²	21,30a
100% Nt	Enterrado	20 g/m ²	28,53b
100% Nt	Enterrado	40 g/m ²	21,02a
	LSD		4,3180
60% Nt	Superficie	0 g/m ²	21,85a
60% Nt	Superficie	2 g/m ²	24,46a
60% Nt	Superficie	4 g/m ²	21,78a
60% Nt	Superficie	20 g/m ²	19,81a
60% Nt	Superficie	40 g/m ²	21,50a
	LSD		6,7262
60% Nt	Enterrado	0 g/m ²	18,35a
60% Nt	Enterrado	2 g/m ²	22,13a
60% Nt	Enterrado	4 g/m ²	25,13a
60% Nt	Enterrado	20 g/m ²	19,98a
60% Nt	Enterrado	40 g/m ²	21,02a
	LSD		6,900

En ellos se observa que atendiendo al modo de aplicación de la biomembrana (figura 13), no resultaron diferencias significativas entre tratamientos. Respecto al riego, se recolectaron mas plantas en el tratamiento que se aplicó el 60% de las necesidades del cultivo y no hubo diferencias entre los pesos medios de los frutos. En cuanto a la cantidad de producto adicionada, resultaron con producciones significativamente mayores para los tratamientos en los que se aplicó el producto y aumentó el número de plantas recolectadas conforme aumento la cantidad aplicada.


Figura 13 Aspecto del suelo cuando se le añade biomembrana en superficie.

Referente a los valores obtenidos de biomasa, se calculó un índice de cultivo, expresado como la relación entre peso fresco y peso seco, se obtuvieron diferencias significativas en las superficies en las que se aplicó 20 g/m² y el 100% del agua de riego. Podemos concluir en que la aplicación de Biomembrana dio lugar a producciones mayores con menor aporte de agua. ■



Figura 14 Parcela experimental.

■ Publicaciones científicas y de divulgación

RINCÓN, L. 2007. Fertilizantes y disoluciones nutritivas en la fertirrigación múltiple. *Vida Rural*, 246: 61-63.

RINCÓN, L. 2007. Inyección múltiple de fertilizantes en fertirrigación sobre suelo. *Vida Rural*, 246: 70-73.

RINCÓN, L. 2007. Inyección múltiple proporcional de fertilizantes en cultivos hidropónicos. *Vida Rural*, 248: 32-35.

RINCÓN, L. 2008. El uso eficaz de la fertirrigación en los cultivos hortícolas. I. Influencia del diseño agronómico de la instalación en la eficiencia del agua de riego. *Agrícola Vergel*, 320: 356-360.

RINCÓN, L. 2008. El uso eficaz de la fertirrigación en los cultivos hortícolas. II. Manejo del agua de riego en el ciclo de cultivo. *Agrícola Vergel*, 321: 404-408.

RINCÓN, L. 2008. Evolución de la fertirrigación localizada en los últimos 20 años. *PHYTOMA*, 199: 42-46

RINCÓN, L. 2008. La fertirrigación de la lechuga iceberg. Ed: *IMIDA-MundiPrensa*. 265 pp.

RINCÓN, L. 2008. Requerimientos de nutrientes en fertirrigación de lechugas especiales y minilechugas. *Vida Rural*, 266: 56-60.

RINCÓN, L. 2008. Riego y fertilización de la lechuga. En: *Lechuga: Cultivo y comercialización. Situación actual y perspectivas desde el punto de vista técnico y comercial*. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica. 159-188.

RINCÓN, L.; PELLICER, C.; ABADÍA, A.; PÉREZ, GARCÍA, A.; GONZÁLEZ, A.; CONTRERAS, F.; LÓPEZ, J. 2008. "Gestión y tratamiento de las aguas depuradas procedentes de la conserva vegetal como agua de riego. Sistemas de riego aplicables". "Respuesta de los cultivos hortícolas al riego con aguas parcialmente depuradas procedentes de la conserva vegetal". En: *Estudio de la calidad de las aguas residuales depuradas procedentes de la industria de la conserva vegetal para su reutilización como agua de riego agrícola*. Ed. Centro Tecnológico Nacional de la Conserva Vegetal. Murcia. 214-274.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

PELLICER, C.; PAREDES, A.; ABADÍA, A.; PÉREZ, A.; RINCÓN, L.; BALSALOBRE, E. 2007. Balance de micronutrientes en un cultivo de pimiento sobre sustrato perlita con reutilización de las disoluciones lixiviadas. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

RINCÓN, L.; PÉREZ, A.; ABADÍA, A.; SÁEZ, J.; PELLICER, C.; MÁRMOL, M.A. 2007. Evaluación de la lixiviación de N-NO₃⁻ en un cultivo de pimiento de carne gruesa con fertirrigación. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

PELLICER, C.; PÉREZ, J.; ABADÍA, A.; RINCÓN, L.; GAMAZA, A. 2007. Manejo del riego con aguas residuales depuradas en cultivos hortícolas en fertirrigación localizada. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

RINCÓN, L.; ABADÍA, A.; PÉREZ, A.; PELLICER, C.; ARAGÓN, R. 2007. Efecto de la cantidad de N aplicada en fertirrigación sobre la calidad del fruto de melón. *II Jornadas del Grupo de Fertilización de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Logroño. Actas de Horticultura 49: 100-107.

RINCÓN, L.; CENTENO, E.; ABADÍA, A. 2008. Evaluación de la evapotranspiración y los coeficientes de cultivo y su relación con el porcentaje de suelo sombreado en un cultivo de lechuga en riego por goteo. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Paiporta-Valencia. Actas de Horticultura 50:164-169.

RINCÓN, L.; PÉREZ, A.; ABADÍA, A.; PELLICER, C.; SÁEZ, J.; PAREDES A. 2008. Aplicación en fertirrigación de distintas cantidades de N en un cultivo de pimiento grueso de invernadero. Respuesta productiva y balance de nutrientes. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Paiporta-Valencia. Actas de Horticultura 50:188-194.

PELLICER, C.; PÉREZ, A.; RINCÓN, L.; ABADÍA, A.; SÁEZ, J.; SAURA, M.A. 2008. Balance de agua y nutrientes en un cultivo de pimiento de carne gruesa con fertilización ecológica. *VIII Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica y IV Congreso Iberoamericano Agroecología*. Bullas-Murcia.

PELLICER, C.; PÉREZ, J.; ABADÍA, A.; RINCÓN, L.; PAREDES A.; CARRILLO, F. 2008. Resultado del aporte de biofertilizantes a un cultivo de pimiento con fertilización ecológica. *VIII Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica y IV Congreso Iberoamericano Agroecología*. Bullas-Murcia.

PELLICER, C.; PÉREZ, A.; RINCÓN, L.; ABADÍA, A.; PAREDES, A.; CENTENO, E. 2008. Resultados comparativos de un cultivo de pimiento grueso de invernadero con producción integrada y ecológica. I Efecto sobre el nitrógeno en planta y producción. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada.

RINCÓN, L.; PÉREZ, A.; PELLICER, C.; ABADÍA, A.; SÁEZ, J.; PAREDES, A. 2008. Resultados comparativos de un cultivo de pimiento grueso de invernadero con producción integrada y ecológica. II Producción y balance de nutrientes. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada.



DEPARTAMENTO DE
VITICULTURA





Equipo de Viticultura y Enología

■ Efectos del aclareo de racimos en la composición fenólica de uvas y vinos

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua de Murcia. PR05-CC-06
Investigador responsable	José Ignacio Fernández Fernández
Equipo IMIDA:	José Ignacio Fernández Fernández Adrián Martínez Cutillas Rocío Gil Muñoz
Universidad de Murcia:	Encarna Gómez Plaza José María López Roca

La influencia de la producción sobre la calidad del vino ha sido estudiada por numerosos autores. La relación entre la producción y la calidad del vino está influenciada por numerosos factores, marco y densidad de plantación, sistema de poda y sistema de conducción del viñedo (REYNIER, 1985), trabajos en verde como el deshojado, despunte o aclareo (TARDAGUILLA, 1993; GARCIA-ESCUADERO, 1995; SELLA, 1994) y riego (GARCIA-ESCUADERO, 1994).

El aclareo de racimos es una operación en verde que puede resultar de gran utilidad para el control de la carga de la uva, y también para modificar la evolución de la maduración. Consiste en la eliminación de racimos enteros, o de parte de los mismos, pudiéndose ejecutar en diferentes épocas del año y con distintos niveles de intensidad. La primera consecuencia del aclareo de racimos es la disminución del rendimiento, que generalmente no es proporcional al % de racimos eliminados (CARBONNEAU et al. 1977), debido a la compensación derivada del aumento de peso de la baya; lo que hace que los racimos que quedan sobre la cepa alcancen un mayor peso (DUMARTIN et al. 1990). En relación con la composición de la uva, diversos autores han observado que en general, el aclareo de racimos incrementa la concentración de azúcares en el mosto (CARBONNEAU et al. 1977; DUMARTIN et al. 1990) y por otro lado disminuye la acidez total del mosto en determinadas condiciones medioambientales (WOLPERT et al. 1983; RUBIO Y YUSTE, 2002). REYNIER (1985), considera que al menos es necesaria la supresión del 25% de racimos para observar un efecto notable sobre la producción.

El aclareo para reducir la producción e incrementar el azúcar de la uva y la calidad es una técnica controvertida. Depende de factores tales como la fecha del aclareo y la severidad con la que se haga (DI COLLATO ET AL. 1991; VALENTI ET AL. 1991) las condiciones climáticas del año (Morando et al. 1991; Bertamini et al. 1991) y técnicas culturales (sistema de espaldera, poda de verano, irrigación) también los resultados está unido a las variedades (Bavaresco et al. 1991; Campostrini et al. 1991).

Debido a la gran importancia de la calidad, es de particular interés la posibilidad de estabilizar la producción de las viñas y mejorar su composición a través del tratamiento

del aclareo, especialmente en viñas de alta producción y en años con condiciones ambientales desfavorables durante la maduración de las uvas.

Los resultados sobre los efectos de los niveles de altas producciones sobre la composición de los frutos (azúcares, acidez, color, etc...) y calidad del vino (gusto, flavour, color y potencial para envejecer) están en desacuerdo (Winkler et al. 1974; Freeman y Kliewer, 1983; Ubigli, 1991; Bravdo et al. 1984..). La regulación de los niveles de producción por medio de la aplicación del aclareo como tratamiento es estrictamente dependiente del año, la composición de la uva es, en general mejorada, y esto adquiere una especial importancia en los años caracterizados por condiciones ambientales desfavorables y en viñas con muy buena productividad debido al cultivar o con alta fertilidad en el suelo.

El rendimiento de las cepas y la calidad de las uvas puede ser influida por las prácticas culturales empleadas por los viticultores. Para una situación determinada (viña, variedad, lugar y año), es comúnmente aceptado que una disminución de la producción, mediante las técnicas adecuadas, conduce a un aumento de la calidad de las uvas y por tanto a la elaboración de mejores vinos (Antonacci y La Note, 1993; Sipiara, 1995).

La correcta valoración de los complejos efectos del aclareo de racimos sobre los cambios que se producen en el equilibrio vegeto-productivo y en el metabolismo general de la planta, aunque han sido estudiados en diferentes situaciones, no conducen a resultados definitivos y unívocos ya que varían en función de las condiciones edafo-climáticas, los factores genéticos o las condiciones de cultivo.

Desde el punto de vista económico, la práctica del aclareo de racimos no se justifica en aquellas situaciones en que la uva se va a valorar en función del kilo-grado, sino en aquellas otras, en que la reducción de la producción pueda ser ventajosamente compensada por el aumento de la calidad esperado, siempre y cuando la uva se valore justamente por su potencialidad de dar lugar a un vino de calidad superior.

La complejidad de los efectos que la práctica del aclareo de racimos puede tener sobre la producción y calidad de uvas y vinos y la apuesta decidida por la calidad del sector vitivinícola murciano nos lleva a la presentación de este proyecto, como una alternativa viable a los efectos no deseados que una producción excesiva puede tener sobre la calidad final de los vinos.

1. MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en viñas comerciales de la D.O. Jumilla sobre las variedades Monastrell, Tempranillo y Syrah, conducidas en espaldera y con riego por goteo.

Los tratamientos ensayados fueron cepas testigo sin aclareo y cepas con aclareo de racimos a las que solo se les dejó 1 racimo por pámpano y además se eliminaron los racimos de brotes débiles, que no alcanzaban el desarrollo adecuado. Los tratamientos se realizaron inmediatamente antes del envero.

Se eligieron 120 cepas por tratamiento, repartidas en 3 bloques de 40 cepas (ya que las elaboraciones fueron de 80 kilos por triplicado, para que de cada bloque salga una microelaboración, suponiendo una producción de 2 kilos por cepa).

El momento óptimo de vendimia se determinó, para cada tratamiento y variedad haciendo un *control de maduración*, en función de la composición química y fenólica de la uva. La analítica de la uva fue la tradicional de los componentes de la pulpa (peso del grano, brix, acidez total, pH, ácidos tartárico, málico y glucónico) y del hollejo (compuestos fenólicos totales y antocianos totales). La metodología de estos análisis es la descrita en el reglamento CEE nº 2676/90. Para la composición fenólica total se empleó el método LAMADON (1995) y la extractabilidad de estos compuestos se estudió por el método SAINT-CRICQ (1998). Asimismo, también se tomaron muestras durante la maduración para el análisis de los antocianos individuales en el hollejo y el análisis de los taninos en hollejo y semillas según los métodos utilizados por Romero-Cascales et al. (2005) y Harberston et al. (2002).

En la fecha de vendimia se realizó un *control de producción*, con el fin de tener un conocimiento más completo sobre la uva elaborada. Este control de producción consistió en realizar cinco repeticiones de cinco cepas cada una. Para cada repetición se determinó: kilos de uva, número de racimos y número de sarmientos por cepa. Se sacó una muestra de uva a la que se realizó un análisis completo de maduración, analizándose los parámetros descritos anteriormente.

Posteriormente, se elaboraron por triplicado 240 kg de uva por tratamiento y variedad en recipientes de acero inoxidable de 100 l de capacidad. El protocolo de elaboración fue el establecido por la Bodega Experimental, para este tipo de vinificaciones: la uva se enfrió previamente a la vinificación a 10 °C. Una vez fría se encubó empleando una dosis normal de sulfuroso (40 mg por kilo de uva). La maceración fue de 12 días y la temperatura de fermentación de 25°C.

A la entrada en bodega se tomaron dos muestras de uva para cada elaboración y se analizaron para conocer realmente la calidad de la misma. Al final de la fermentación alcohólica y de la maloláctica se realizó una analítica completa del vino, tanto de los parámetros clásicos (grado, densidad, extracto, acidez total, acidez volátil, pH, sulfuroso libre y total, potasio, ácidos tartárico, málico, láctico, succínico y glucónico, etanal, polifenoles totales, antocianos totales, intensidad de color, tonalidad y parámetros CIELab, siguiendo el reglamento CEE nº 2676/90), como de los análisis de compuestos fenólicos individuales por HPLC (ácidos fenólicos, flavanoles y antocianos, siguiendo los métodos utilizados por Gil-Muñoz et al., 1999; Gómez-Plaza et al., 2000).

Datos de producción 2005

Variedad	Kilos por cepa	Kilos por hectárea	Peso del racimo
Monastrell Testigo	2.9a	6573a	251.7a
Monastrell Aclareo	2.7a	6136a	261.9a
Syrah Testigo	1.9a	5291a	116.5a
Syrah aclareo	1.4a	3723a	132.5a
Tempranillo testigo	4.3b	13859b	256.4a
Tempranillo aclareo	2.5a	8079a	221.8a

Los kilos por cepa solo han disminuido en el ensayo de Tempranillo, manteniéndose el peso del racimo para todos los ensayos, aunque, como se observa mas abajo, el tamaño del grano se incrementó ligeramente por efecto del aclareo.

Datos de producción 2006

Variedad	Kilos por cepa	Kilos por hectárea	Peso del racimo
Monastrell Testigo	3.6b	11550b	181.4a
Monastrell Aclareo	2.1a	6802a	177.9a
Syrah Testigo	2.6b	8506b	108.9a
Syrah aclareo	1.7a	5554a	124.3a
Tempranillo testigo	4.7b	15187b	208.1a
Tempranillo aclareo	2.8a	8962a	190.8a

Se han observado mayores diferencias que el año pasado. El aclareo da menor producción pero sin diferencias en el peso del racimo.

Datos de producción 2007

Variedad	Kilos por cepa	Kilos por hectárea	Peso del racimo
Monastrell Testigo	2.7b	10565b	179.1a
Monastrell Aclareo	1.7a	5598a	139.3a
Syrah Testigo	3.07b	9887b	128.4a
Syrah aclareo	1.5a	4822a	113.9a
Tempranillo testigo	3.62b	11668b	218.9a
Tempranillo aclareo	2.2a	6967a	207.4a

Caracterización físico-química de las uvas del ensayo 2005.

Variedad	Peso 100 granos	°Baume	Acidez total	pH	Ácido tartárico	Ácido málico
Monastrell Testigo	167.0a	13.66a	3.29a	4.05a	4.7a	1.4a
Monastrell Aclareo	173.3a	13.89a	3.21a	4.1a	4.5a	2.0b
Syrah Testigo	93.6a	14.13a	3.65a	3.9a	5.2a	1.7a
Syrah aclareo	120.4b	14.87b	4.27b	3.9a	6.0b	2.1b
Tempranillo testigo	183.7a	13.78a	4.08a	4.1a	6.3a	2.9a
Tempranillo aclareo	185.2a	14.56b	3.91a	4.2b	6.2a	3.2a

Aunque el tamaño se incrementa ligeramente por el aclareo, solamente las uvas de Syrah experimentan un aumento significativo, siendo el grado Baume mas alto en las uvas aclareadas de Syrah y Tempranillo.

Caracterización físico-química de las uvas del ensayo 2006.

Variedad	Peso 100 granos	°Baume	Acidez total	pH	Ácido tartárico	Ácido málico
Monastrell Testigo	130.2a	11.27a	2.72a	4.13b	5.24a	1.31b
Monastrell Aclareo	156.2a	12.55b	2.97b	4.05a	5.59b	1.18a
Syrah Testigo	122.1a	14.15a	2.95a	4.18b	5.17b	1.85a
Syrah aclareo	127.3a	13.86a	3.01a	4.14a	4.88a	1.79a
Tempranillo testigo	169.8a	11.13a	3.24a	4.15a	5.75a	2.2a
Tempranillo aclareo	179.5a	12.19b	3.18a	4.18b	5.7a	2.33a

El peso de grano no se ve influido por el aclareo, el grado tiende a ser mayor en las uvas aclareadas excepto para Syrah donde no se encontraron diferencias significativas. Se han observado muy pocas diferencias a nivel de la acidez.

Caracterización físico-química de las uvas del ensayo 2007.

Variedad	°Baume	Acidez total	pH	Ácido tartárico	Ácido málico
Monastrell Testigo	11.82a	3.9a	4.0b	5.3a	1.2b
Monastrell Aclareo	15.21b	3.7b	3.9a	6.6b	1.2a
Syrah Testigo	13.06a	3.5a	3.9b	5.3b	1.8a
Syrah aclareo	15.10a	3.1a	4.3a	5.8 ^a	2.3a
Tempranillo testigo	11.40a	3.5a	4.0a	5.3a	2.3a
Tempranillo aclareo	13.40b	3.1a	4.25b	5.4a	2.7a

Caracterización cromática de las uvas del ensayo 2005.

Variedad	Antocianos totales	Compuestos fenólicos totales	Antocianos pH1	Antocianos pH3
Monastrell Testigo	255.6a	4.73a	339.4a	259.1a
Monastrell Aclareo	259.5a	5.34a	375.6a	245.4a
Syrah Testigo	460.5a	6.85a	925.2a	484.0a
Syrah aclareo	479.9a	6.62a	941.8a	444.2a
Tempranillo testigo	308.6a	5.79a	494.9a	260.2a
Tempranillo aclareo	335.4a	7.32b	560.4a	372.1b

En los análisis del mosto realizados en la Bodega Experimental no se han observado diferencias en el contenido de antocianos totales ni antocianos extraídos a pH 1 aunque para Tempranillo, los antocianos extraíbles (antocianos a pH 3.6) son mayores en las uvas de plantas con racimos aclareados. Tempranillo, cuando sus racimos fueron aclareados, también ha mostrado mayor contenido de compuestos fenólicos totales.

Caracterización cromática de las uvas del ensayo 2006.

Variedad	Antocianos totales	Compuestos fenólicos totales	Antocianos pH1	Antocianos pH3	IPT pH3
Monastrell Testigo	202.9a	4.28a	286.1a	196.5a	18.9a
Monastrell Aclareo	236.5b	4.88b	454.5b	269.7b	21.5a
Syrah Testigo	254.8a	6.33a	614.6a	373.4a	27.4a
Syrah aclareo	295.6a	6.75b	674.3a	409.8a	29.1a
Tempranillo testigo	162.4a	4.80a	338.4a	193.1a	19.9a
Tempranillo aclareo	180.7a	5.62b	470.6b	254.9b	23.9b

En los análisis del mosto se han observado diferencias en el contenido de antocianos totales (en Monastrell las uvas aclareadas mostraron mayor contenido) y polifenoles totales y antocianos extraídos a pH 1 y pH 3.6 donde Monastrell y Tempranillo mostraron valores mas altos en las uvas aclareadas. Sin embargo, no se han encontrado diferencias en Syrah.

Caracterización cromática de las uvas del ensayo 2007.

Variedad	Antocianos totales	Compuestos fenólicos totales
Monastrell Testigo	310.05a	7.11a
Monastrell Aclareo	339.8b	6.84b
Syrah Testigo	354.6a	5.67a
Syrah aclareo	316.2a	5.93b
Tempranillo testigo	289.5a	5.90a
Tempranillo aclareo	307.6a	5.79b

Datos de los vinos 2005.

Variedad	pH	Antocianos totales	IPT	Intensidad de color
Monastrell Testigo	3.5 ^a	219.3a	32.4a	9.6a
Monastrell Aclareo	3.5 ^a	176.4a	30.8a	9.1a
Syrah Testigo	3.5 ^a	642.3a	49.6a	17.9a
Syrah aclareo	3.5 ^a	578.4a	50.3a	16.9a
Tempranillo testigo	3.8 ^a	193.1 ^a	35.5a	9.5a
Tempranillo aclareo	3.9b	274.3b	45.4b	13.6b

Solamente hemos encontrado diferencias en los vinos de Tempranillo, tal y como se observó en las uvas. El aclareo supone una mejora en las características cromáticas del vino. ■

Datos de los vinos 2006.

Variedad	pH	Antocianos totales	IPT	Intensidad de color
Monastrell Testigo	3.2 ^a	177.2a	29.7a	8.0a
Monastrell Aclareo	3.3 ^a	226.4b	31.7a	10.5b
Syrah Testigo	3.5 ^a	624.8b	49.8a	22.0a
Syrah aclareo	3.4 ^a	526.9a	48.6a	21.9a
Tempranillo testigo	3.5 ^a	384.6 ^a	32.7a	7.0a
Tempranillo aclareo	3.5a	582.3b	41.7b	10.5b

■ Diseño de nuevas estrategias para la optimización de la extracción de compuestos fenólicos en la vinificación de uvas Monastrell

Entidad financiadora y Referencia	Ministerio de Educación y Ciencia. AGL2006-11019-CO2-02/ALI
Investigador responsable	Rocío Gil Muñoz
Equipo	José Ignacio Fernández Fernández Adrián Martínez Cutillas Rosario Vila López Ana Adoración Moreno Pérez

OBJETIVOS

Las estrategias a nivel de la elaboración de vinos, incluyen la utilización de actividades enzimáticas tales como preparados comerciales utilizados u otros diferentes de las habitualmente presentes en estos, como la galactosidasa, uno de los enzimas principalmente implicado en la degradación de la pared celular durante la maduración de las uvas. Otra alternativa es la utilización de técnicas más novedosas basadas en la utilización del frío para la extracción de antocianos y taninos de las uvas, tales como: la utilización de la congelación previa de las uvas, o la utilización de la nieve carbónica y su comparación con la maceración pelicular en frío, que ha dado resultados adecuados en otras variedades. El objetivo global de este proyecto de investigación está siendo diseñar nuevas estrategias para optimizar la extractabilidad de los compuestos fenólicos de los hollejos de uvas de tres variedades, Cabernet Sauvignon, Syrah y Monastrell, haciendo más incidencia en esta última por la dificultad que presenta para poder extraer todo su potencial fenólico y obtener mejores vinos derivados de esta variedad, con alto contenido polifenólico y color estable, pues solo un tercio del total de compuestos fenólicos presentes en la uva son extraídos al vino, y pudiendo proceder de la pulpa, hollejo, semilla y raspón.

El comportamiento de las diferentes técnicas probadas ha sido distinto en las tres variedades y para los dos años del proyecto. Además, debido a sus caracteres varietales y a las condiciones edafoclimáticas del sureste español y de cada campaña, en general las vinificaciones de Monastrell y Syrah han dado lugar a vinos menos coloreados que las de Cabernet Sauvignon, y con características cromáticas y perfil de antocianos diferentes, habiendo también variaciones en los tratamientos empleados que en algunos casos han sido significativos.

RESULTADOS AÑO 2006

Durante esta campaña, partimos de uva con unas características diferentes en las tres variedades (Tabla1), así Cabernet Sauvignon fue la variedad que se recolectó con un mayor grado baumé y un menor Índice de Madurez Celular (IMC) (parámetro relacionado con la extractabilidad) indicando una mayor facilidad para la extracción de los compuestos fenólicos durante la maceración que se difunden hacia el mosto.

Tabla 1 Datos entrada en bodega de la uva durante el año 2006.

	°Baumé	IMC	Ant.Extraíbles	Ant.Totales	Σ Antocianos (por HPLC)	Σ Flavonoles (por HPLC)
Monastrell	13.45 b	52.62 b	566 c	1249 c	8939.35	1359.88
Syrah	12.33 a	52.32 b	498 a	1045 a	9614.42	839.05
C.Sauvignon	14.78 c	42.3 a	666 b	1140 b	7641.39	486.91

Abreviaturas: IMC: Índice de madurez celular.

En cuanto a la cantidad de antocianos totales (por espectrofotometría), Monastrell fue la variedad que obtuvo una mayor concentración y en cuanto a los antocianos individuales (por cromatografía líquida) fue Syrah la variedad que obtuvo una mayor concentración ($\mu\text{g/g}$ hollejo). Las uvas de Monastrell mostraron un relativo alto porcentaje de antocianos dihidroxilados (cianidina y peonidina) y Cabernet Sauvignon mostró un mayor porcentaje de trihidroxilados (delfidina, petunidina y malvidina).

Los flavonoles son otros compuestos fenólicos, extraídos también de los hollejos de la uva, que juegan un papel fundamental en términos de calidad y están envueltos en los procesos de estabilización de los vinos tintos jóvenes por el proceso de copigmentación. El principal componente de las variedades tintas es la quercetina, seguida de la miricetina y en orden decreciente: kampferol, isorhamnetina y siringetina. En nuestros resultados Monastrell fue la variedad que obtuvo una mayor concentración ($\mu\text{g/g}$ hollejo) y Cabernet Sauvignon la que obtuvo una menor concentración. También pudimos observar como los flavonoles mayoritarios fueron la miricetina-3-glucósido y la quercetina-3-glucurónido.

Durante todo el período de elaboración de los vinos se hicieron controles analíticos en tres momentos diferentes: al final de fermentación alcohólica (FFA) (Tabla 2), al final de fermentación maloláctica (FML) y tras su estabilización por frío (EF). De los tres tratamientos empleados: congelación previa de la uva, utilización de la enzima lafasa, y utilización de la enzima galactosidasa, este último no resultó para ninguna variedad y en ningún momento más beneficioso que la elaboración testigo.

Vinos elaborados con Monastrell: Los dos tratamientos aplicados (congelación previa de la uva y la utilización del enzima comercial) aumentaron la intensidad de color en los vinos, aunque este incremento fue solo significativo en el caso de la aplicación del enzima comercial. El tratamiento con este enzima parece tener, hasta el momento, un efecto netamente positivo en la vinificación de Monastrell, mejorando significativamente la intensidad de color y otras características cromáticas, tales como polifenoles totales (IPT), y el % de antocianos copigmentados. La acción enzimática, aumentó la presencia de antocianos polimerizados, presentando además los vinos un mayor peso de la componente azul, lo que puede indicar una mayor presencia de complejos antociano-tanino, sobre todo los unidos por puente etilo, dando lugar a vinos de mayor calidad.

También aumentó la formación de vitisinas con la aplicación de la técnica de congelación previa de la uva. En este caso este contenido alto en vitisinas, unido a un mayor contenido en antocianos poliméricos, podría explicar el ligero incremento observado en el porcentaje de amarillo y consecuentemente en el tono.

Se sabe, que aunque Monastrell tiene una alta concentración de antocianos en la piel de la uva, presenta una baja extractabilidad de estos antocianos de la uva al mosto durante la maceración, por lo que no se consigue aprovechar todo su potencial fenólico. Posiblemente la naturaleza de las paredes celulares de la hipodermis del hollejo sea el principal factor que limite la difusión de los compuestos coloreados del hollejo al mosto.

Vinos elaborados con Syrah: El tratamiento en el que se utilizó la congelación previa de la uva fue la elaboración en la que obtuvieron los mejores resultados, con mayor concentración de antocianos totales, de acilados, de polifenoles totales y de % de antocianos copigmentados. En estos vinos aumentó significativamente la intensidad de color y parece favorecerse la aparición de vitisinas y compuestos poliméricos, con un alto porcentaje de la componente azul en el color

La formación de microcristales de hielo en el ensayo de congelación superficial de la uva mejoró ostensiblemente la extracción de polifenoles en esta variedad, mostrando un aumento en la intensidad de color frente al testigo, aunque estadísticamente no fue significativo.

Syrah presentó un perfil de antocianos claramente dominado por la presencia de malvidina (cercana al 80%) y una baja proporción de cianidina, así como un gran predominio de antocianos metilados (petunidina, peonidina, malvidina que representan aproximadamente el 95%) lo que puede indicar una mayor actividad de las metiltransferasas. En cuanto a su perfil en flavonoles, también aumentaron cuantitativamente en el caso del tratamiento por congelación frente a la utilización de lafasa y al control.

Tabla 2 Parámetros cromáticos al FFA.

FA	Monastrell			Cabernet Sauvignon			Syrah		
	Testigo	Congelación	Lafasa	Testigo	Congelación	Lafasa	Testigo	Congelación	Lafasa
AT (mg/L)	69.68 a	267.36 a	299.86 a	561.03 a	488.29 a	500.67 a	435.29 a	504.16 b	442.64 a
IC	13.82 a	14.00 ab	15.91 b	22.23 ab	20.95 a	24.11 b	14.21 a	15.69 ab	16.21 b
TONO	0.61 a	0.66 b	0.61 a	0.59 c	0.59 c	0.58 a	0.60 b	0.59 ab	0.58 a
IPT	39.26 a	42.49 a	42.12 a	52.18 ab	49.02 a	57.33 b	49.79 a	53.63 b	51.24 ab
%Am	31.62 a	33.00 b	31.40 a	32.45 b	32.29 b	31.42 a	32.48 b	32.35 b	31.54 a
%R	51.45 b	50.36 a	51.50 b	54.67 a	54.33 a	54.18 a	54.30 a	54.45 a	54.55 a
%Az	16.93 a	16.64 a	17.10 a	12.88 a	13.38 a	14.40 a	13.22 a	13.21 a	13.91 b
ASO2	4.10 a	4.56 a	4.36 a	7.03 ab	6.88 a	7.59 b	3.28 a	3.33 a	3.63 a
% COPIG	3.46a	4.02 a	5.39 a	7.48 a	6.16 a	6.73 a	1.76 a	15.77a	10.70 a
% LIBRES	37.95 b	30.59 a	40.26 b	33.80 a	32.58 a	32.16 a	44.85 a	44.89 a	47.03 a
% POLIM	58.59 ab	65.39 b	54.34 a	58.72 a	61.26 a	61.11 a	42.39 a	39.34 a	42.27 a
No acilados	97.60	144.95	116.43	108.86	116.07	96.71	134.9	183.11	134.05
Acilados	23.70	25.24	27.38	66.21	71.13	60.33	55.03	78.93	57.12
Vitisinas	6.15	8.28	6.25	26.36	27.51	24.80	5.79	6.17	7.14
Flavonoles	42.96 a	53.07 a	53.59 a	26.73 a	27.40 a	28.79	23.72 a	39.34 b	32.75 b

Abreviaturas: AT: Antocianos totales; IC: Intensidad de color; IPT: Índice de polifenoles totales; %Am: porcentaje de amarillo en el color del vino; %R: porcentaje de rojo en el color del vino; %Az: porcentaje de azul en el color del vino; ASO2: Absorbancia a 520 nm después de la adición de SO2; %Copig: porcentaje de antocianos copigmentados; %Libres: porcentaje de antocianos libres; %Polim: porcentaje de antocianos polimerizados; sumatorio de antocianos monoglucósidos; Σ acilados: sumatorio de antocianos acilados con ácido acético, ácido cumárico o ácido cafeico.

Vinos elaborados con Cabernet Sauvignon: En cuanto a la variedad Cabernet Sauvignon, no hay un tratamiento claro en donde se vea que hay una mejora significativa frente al testigo, puesto que en esta se obtiene una mayor cantidad de antocianos totales, de antocianos copigmentados y en el caso del tratamiento con la enzima comercial se obtuvo una mayor intensidad y polifenoles totales y % de azul.

Los vinos tratados con la enzima comercial (Lafasa) presentaron una ligera mejora de las características cromáticas, pero sin diferencia estadística respecto al testigo. Sin embargo, la congelación por uva en esta variedad no ha aportó ninguna mejora a las características cromáticas de los vinos de esta variedad.

Estudios anteriores de extracción de componentes de las pieles al mosto mostraron que Cabernet Sauvignon presenta menores dificultades de extracción (mejor extractabilidad) que Monastrell. Además se ha observado que esta mejor extracción se correlaciona con la calidad del vino (Romero Cascales et al. 2005, Ortega-Regules, 2006)

La alta proporción de antocianos acilados y copigmentados que se observan en las elaboraciones de Cabernet Sauvignon también pueden favorecer la estabilidad del color.

RESULTADOS AÑO 2007

Durante la campaña del año 2007 se partió de una uva en la que el grado baumé fue superior para Syrah que para las otras dos variedades, pero fue Monastrell la que presentó un IMC superior, lo que nos indica que va a tener una mayor dificultad para la extracción de compuestos fenólicos. También aunque tiene una gran cantidad de antocianos totales nos encontramos con que su concentración en antocianos extraíbles es mucho más baja, incluso que en el caso del año 2006, esto puede ser indicativo de que la pared celular del hollejo es excesivamente rígida y supone una gran dificultad para la difusión de los diferentes compuestos fenólicos, entre ellos los antocianos y flavonoles. Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Datos entrada en bodega. Año 2007.

	°Baumé	IMC	Ant.Extraíbles	Ant.Totales	Σ Antocianos (por HPLC)	Σ Flavonoles (por HPLC)
Monastrell	13.31 a	56.13 b	369 a	846 a	6806.27 a	458.90 a
Syrah	14.29 c	55.01 b	644 b	1448 b	1307.80 c	711.83 b
C.Sauvignon	13.88 b	48.96 a	730 c	1441 b	9647.02 b	440.30 a

Abreviaturas: IMC: Índice de madurez celular.

Si nos fijamos en el perfil antociánico de la uva (Tabla 4), podemos observar como obtenemos lo reflejado por otros autores, mostrando Monastrell como una variedad con un alto porcentaje de monoglucósidos y pocos compuestos acilados, al contrario que le ocurre a Syrah y Cabernet Sauvignon, siendo la primera rica en cumaratos y la segunda en acetatos, lo que confirma que la determinación del perfil de antocianos es una herramienta muy útil para su clasificación taxonómica.

Tabla 4 Resultados antocianos en uva. (%).

	% no acilados	% acilados	% acetatos	% cumaratos
C.Sauvignon	55.25 ab	44.74 ab	38.15 c	2.01 a
Monastrell	90.08 b	9.99 a	4.08 a	5.01 a
Syrah	51.82 a	48.17 b	12.69 b	39.07 b

Abreviaturas: % no acilados: porcentaje de antocianos monoglucósidos; % acetatos: porcentaje de antocianos acilados con el ácido acético; % cumaratos: porcentaje de antocianos acilados con el ácido cumárico.

En cuanto al perfil en flavonoles (Tabla 5), de todos los compuestos analizados, vemos que las tres variedades tienen como mayoritarios a la quercetina seguida de la miricetina (y sus derivados).

Tabla 5 Perfil de flavonoles de Syrah, Monastrell y Cabernet Sauvignon.

	% Kanf	% Quer	%Isoram	%Miric	%Laricit	%Sliring
Syrah	2.53 a	46.86 b	15.30 b	16.46 a	7.80 a	11.25 b
Monastrell	10.57 b	53.38 b	2.65 a	21.54 a	6.94 a	4.90 a
C.Sauvignon	9.71 b	28.43 a	4.90 a	35.36 b	9.91 a	11.66 b

Abreviaturas: Kanf: Kampferol, Quer: Quercetina; Isoram: Isoramnetina; Miric: Miricetina; Laricit: Laricitrina; Siring: Siringetina

Ya en los vinos, durante este año se ha realizado un seguimiento de sus parámetros tanto cromáticos como polifenólicos durante todo el proceso de maceración, al final de la fermentación alcohólica (FFA) y al final de la fermentación maloláctica (FML). En cuanto a los parámetros relacionados con el fenómeno de la copigmentación mostramos a continuación las gráficas correspondientes al momento fin de fermentación alcohólica, observando por separado los tratamientos enzimáticos frente al testigo y por otro lado los tratamientos por frío aplicados frente al testigo. En cuanto a los resultados obtenidos, podemos destacar como en cada una de las variedades los diferentes tratamientos actúan de manera diferente, de manera que la congelación previa de la uva y la utilización del enzima comercial mejora la elaboración de Cabernet Sauvignon, la galactosidasa y la nieve carbónica la de Syrah, y en el caso de Monastrell no se obtiene ninguna mejora por parte de los tratamientos, siempre siendo la Testigo la que obtuvo los resultados mejores para obtener un vino de calidad.

Si analizamos los resultados relativos a los parámetros cromáticos y polifenólicos nos ocurre lo mismo, volviendo a obtener los mismos resultados en función de la variedad estudiada. (Tabla 6 y 7). ■

Tabla 6 Parámetros en el vino. FFA. Tratamientos Enzimáticos.

	IPT	Antocianos (mg/l)	Intensidad	%no acilados	% acilados	% acetatos	% cumaratos	% vitisnas	Σ Flavonoles
CS TESTIGO	64.48	878.52	25.51	63.78	30.48	23.75	6.33	5.74	64.52
CS E-C*	70.31	1002.08	30.58	60.72	32.14	24.44	7.22	7.14	72.45
CS GAL*	63.13	897.75	26.29	60.91	32.55	25.64	6.56	6.53	70.60
Mo TESTIGO	38.56	388.20	10.68	76.02	18.60	6.97	10.99	5.38	41.71
Mo E-C	32.22	291.85	8.22	74.28	18.95	6.59	11.75	6.77	35.61
Mo GAL	31.06	295.75	8.52	74.80	19.85	6.77	12.45	5.35	34.09
Sy TESTIGO	49.75	508.08	15.51	57.98	38.29	21.99	15.47	3.74	43.11
Sy E-C	65.93	702.3	21.88	58.67	36.65	21.32	14.35	4.68	54.57
Sy GAL	73.84	783.99	25.94	58.66	37.34	20.30	15.95	3.99	63.90

Abreviaturas: IPT: Índice de polifenoles totales; % no acilados: porcentaje de antocianos monoglucósidos; % acetatos: porcentaje de antocianos acilados con el ácido acético; % cumaratos: porcentaje de antocianos acilados con el ácido cumárico.
C-Uva*: Congelación previa de la uva; N-C*: Nieve Carbónica; MPF*: Maceración pelicular en frío; EC: Enzima Comercial; GAL: Galactosidasa

Tabla 7 Parámetros en el vino. FFA. Tratamientos por frío.

	IPT	Antocianos (mg/l)	Intensidad	%no acilados	% acilados	% acetatos	% cumaratos	% vitisnas	Σ Flavonoles
CS TESTIGO	64.48	878.52	25.51	63.78	30.48	23.75	6.33	5.74	64.52
CS C-UVA*	67.62	923.23	30.19	59.94	33.92	26.50	6.72	6.14	78.61
CS N-C*	66.31	961.46	30.47	61.93	32.75	26.22	6.23	5.32	77.68
CS MPF*	66.01	1043.01	29.26	64.08	31.31	24.29	6.74	4.61	48.50
Mo TESTIGO	38.56	388.20	10.68	76.02	18.60	6.97	10.99	5.38	41.71
Mo C-UVA*	38.45	350.75	9.68	75.94	18.90	6.80	11.49	5.16	38.29
Mo N-C*	32.82	312.26	8.74	74.28	18.95	6.59	11.75	6.77	32.32
Mo MPF*	31.51	271.86	7.98	74.04	18.72	7.39	10.66	7.23	28.56
Sy TESTIGO	49.75	508.08	15.51	57.98	38.29	21.99	15.47	3.74	43.11
Sy C-UVA*	56.65	768.06	23.05	61.15	35.27	24.16	10.54	3.58	65.65
Sy N-C*	54.74	884.14	22.65	73.97	20.15	6.91	12.50	5.89	81.40
Sy MPF*	58.16	654.57	19.85	62.97	33.70	21.00	12.08	3.33	50.67

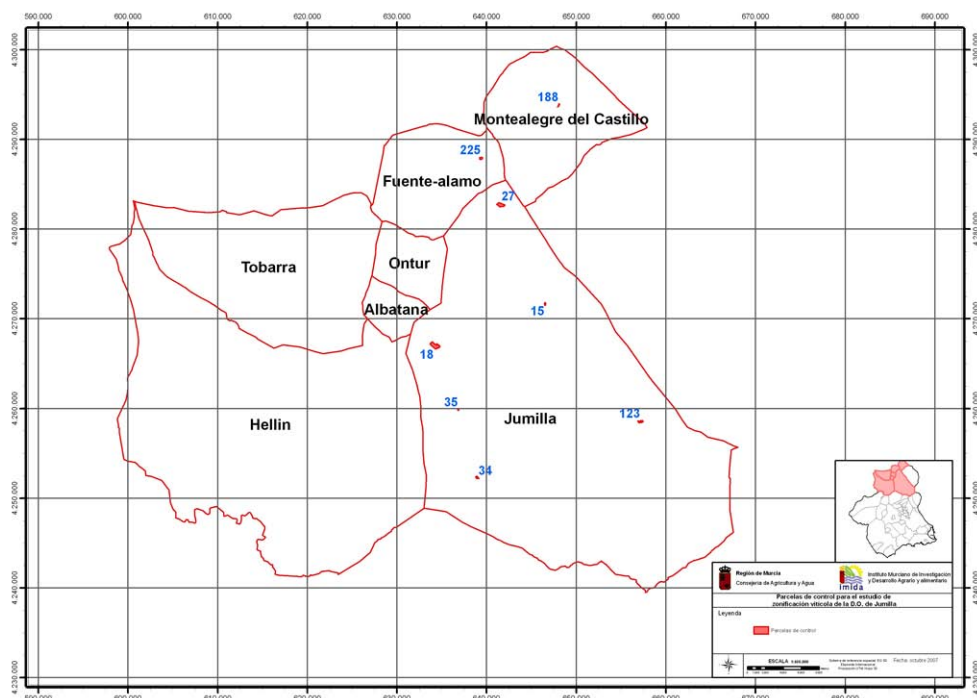
Abreviaturas: IPT: Índice de polifenoles totales; % no acilados: porcentaje de antocianos monoglucósidos; % acetatos: porcentaje de antocianos acilados con el ácido acético; % cumaratos: porcentaje de antocianos acilados con el ácido cumárico.
C-Uva*: Congelación previa de la uva; N-C*: Nieve Carbónica; MPF*: Maceración pelicular en frío; EC: Enzima Comercial; GAL: Galactosidasa

■ Contribución a la zonificación de la D.O. Jumilla

Entidad financiadora y Referencia	INIA. TRT2006-00032-00-00
Investigador responsable	Rocío Gil Muñoz
Equipo	José Ignacio Fernández Fernández Adrián Martínez Cutillas Joaquín Francisco Atenza Juarez Pedro García Sánchez Manolo Erena Arrabal Rosario Vila López Lara Fernández Fornos Carmelo Montesinos Aranda Salomón Montesinos Aranda

ZONIFICACIÓN DE LA D.O. JUMILLA Y SELECCIÓN DE PARCELAS HOMOGÉNEAS EN LAS QUE SE CULTIVE LA VARIEDAD MONASTRELL.

Durante este primer año se han delimitado y caracterizado ocho zonas vitícolas pertenecientes a la D.O. Jumilla. Las parcelas seleccionadas pertenecientes a los diferentes municipios de la D.O. Jumilla han sido las siguientes, Varahonda, Cañada del Judío, Cañada de Albatana, El Carche, Rubializas, Agüeros, Cortijo del Agrio y Casa Vistalegre.



Este análisis de zonificación se ha caracterizado por la determinación de zonas homogéneas principalmente desde el punto de vista del medio, dando como resultado un mapa cuyas unidades cartográficas sintetizan las relaciones entre el Factor Edáfico (Drenaje, Contenido de Agua disponible, pH, y profundidad del suelo); Factor morfológico del terreno (Modelo Digital de Elevaciones, Pendientes, Orientación) y el Factor Climático (Índice Heliotermico de Huglin).

La combinación de los parámetros geomorfológicos, edáficos y climáticos nos permite obtener mapas de idoneidad del terreno para el cultivo de la viña. Dicho modelo puede aplicarse a datos históricos, permitiendo conocer las parcelas y las prácticas agrícolas que han obtenido mejores producciones en términos de calidad y ordenación del territorio pudiendolas mejorar en futuras campañas.

Datos físicos (permanentes)						
Paraje	Pol/parc	Zona D.O.	Coord. UTM	Superf. R.V.	Caracter.	Altitud (m.s.n.m.)
Varahonda	194/27	N	X:641.788	19,7206	Americ. 30 años	875,86
			Y:4.282.878			
Cñ. Albatana	175/18a	NW	X:633.945	9,8146		692,95
			Y:4.266.991			
Cñ. Judío/Molar	142/34	SW	X:638.945	5,5610		449,09
			Y:4.252.184			
Cñ. Judío/Molar	142/41	SW	X:638.625	1,7605		
			Y:4.253.100			
Carche	46/123a	E	X:656.859	10,3980		605,99
			Y:4-258.585			
Rubializas	159/35	W	X:636.807	1,4160	Pie franco	715,59
			Y:4.259.927			
Agüeros	10/15	NE	X:646.536	3,7475		820,05
			Y:4.271.777			
Cortijo del Agrio	14/225b	N		6,5120		
Casa Vistalegre	46/188b	N		2,2525		

SEGUIMIENTO DE LA MADURACIÓN DE LA VARIEDAD MONASTRELL EN LAS DIFERENTES ZONAS SELECCIONADAS.

El muestreo está siendo llevado a cabo por el Consejo Regulador de la D.O. Jumilla y se ha realizado cada 10 días aproximadamente. El muestreo se está realizando de forma representativa y aleatoria en cada una de las parcelas seleccionadas. Se han determinado los siguientes parámetros:

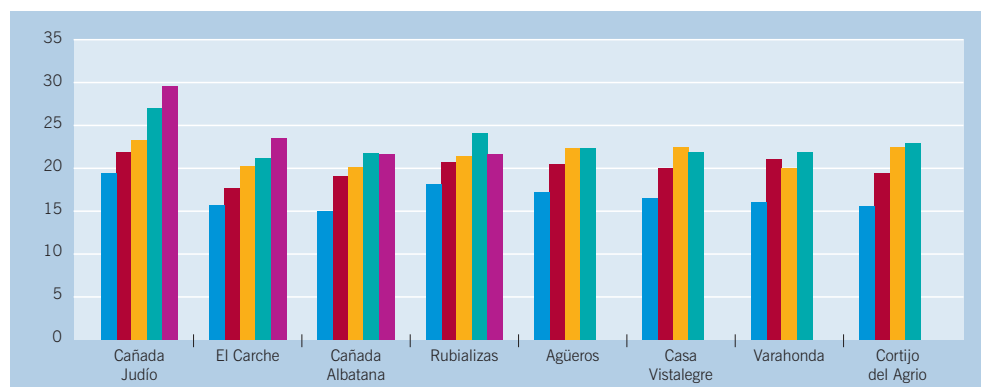
Parámetros Fenológicos: Fecha de brotación, fecha de floración, fecha de envero, fecha de vendimia.

Datos Fenológicos 2007.

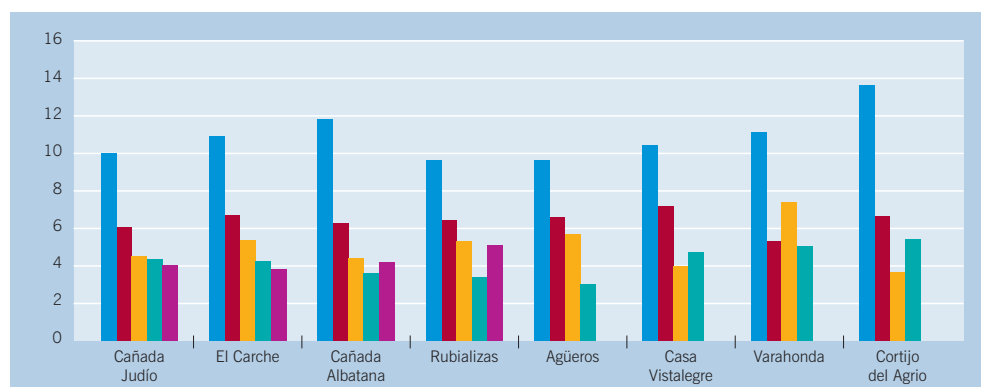
Paraje	Pol/parc	Fechas de inicio de Estados Fenológicos			
		Brotación	Floración	Envero	Vendimia
Varahonda	194/27	09/05/2007	13/06/2007	18/08/2007	
Cñ. Albatana	175/18a	24/04/2007	05/06/2007	05/08/2007	19/09/2007
Cñ. Judío/Molar	142/34	19/04/2007	29/05/2007		
Cñ. Judío/Molar	142/41			01/08/2007	10/09/2007
Carche	46/123a	25/04/2007	01/06/2007	08/08/2007	21/09/2007
Rubializas	159/35	23/04/2007	05/06/2007	10/08/2007	25/09/2007
Agüeros	10/15	02/05/2007	08/06/2007	14/08/2007	
Cortijo del Agrio	14/225b	11/05/2007	18/06/2007	19/08/2007	
Casa Vistalegre	46/188b	06/05/2007	11/06/2007	16/08/2007	

Parámetros químicos medidos durante el período de maduración: °Brix, , acidez total, pH, ácido tartárico y ácido málico mediante los métodos oficiales. Todas las determinaciones se han hecho por triplicado según la metodología descrita en el reglamento de la C.E.E nº 2676/90. Para los compuestos fenólicos se han realizado los tres métodos diferentes de extracción (Lamadon 1995, Saint-Cricq 1998 e Iñiguez 1998), ya que la información que proporcionan es diferente. Con estos análisis obtendremos los resultados correspondientes a los siguientes parámetros: compuestos fenólicos totales, antocianos a pH 1 (antocianos extraíbles) y antocianos a pH 3 (antocianos totales).

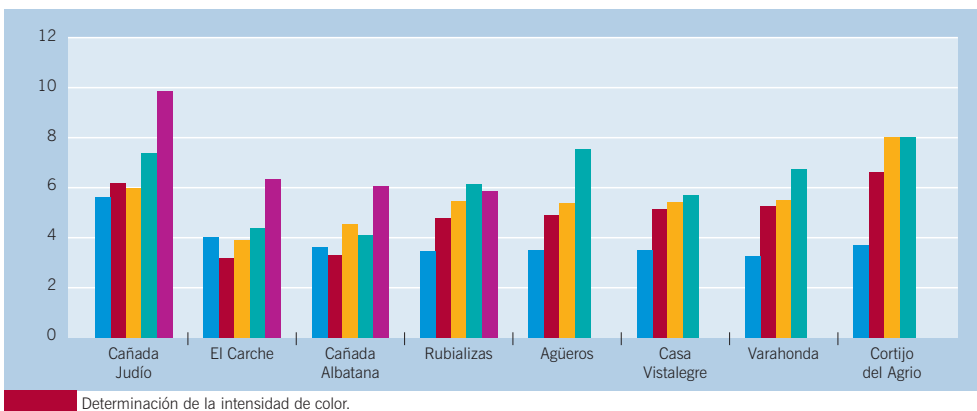
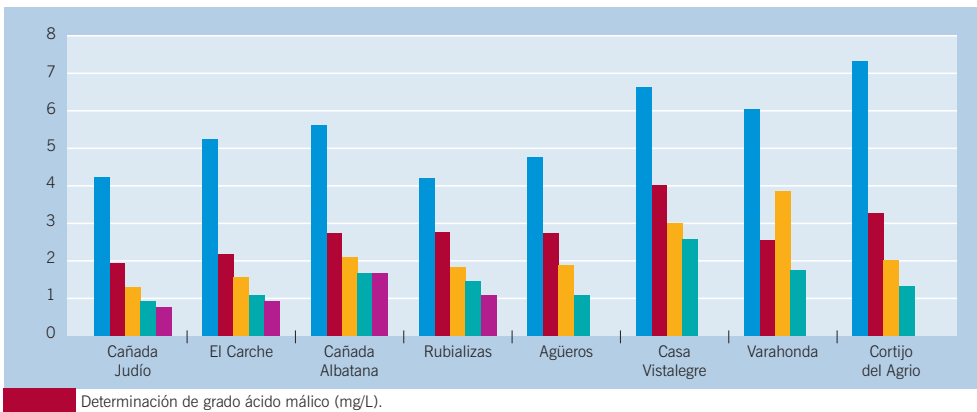
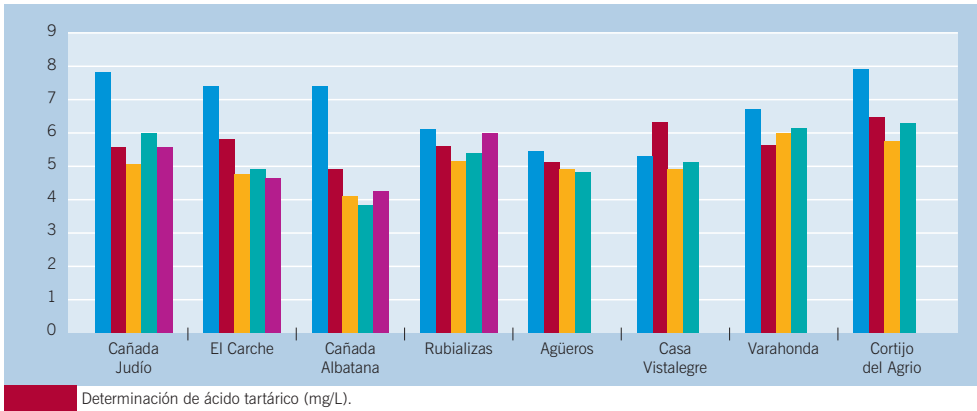
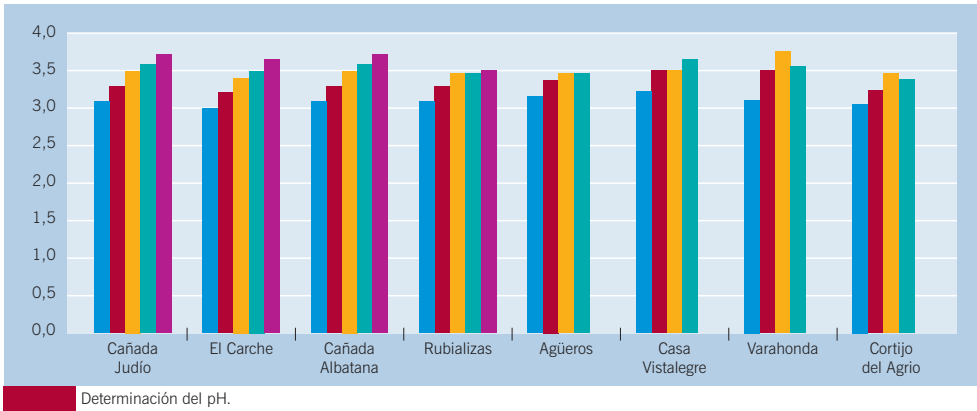
A continuación mostramos los resultados obtenidos en el período de maduración comprendido desde el envero hasta la fecha de vendimia del año 2007:



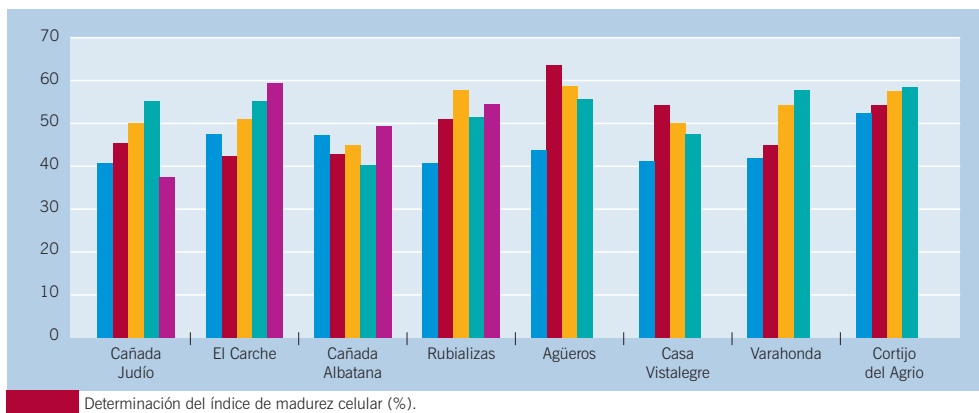
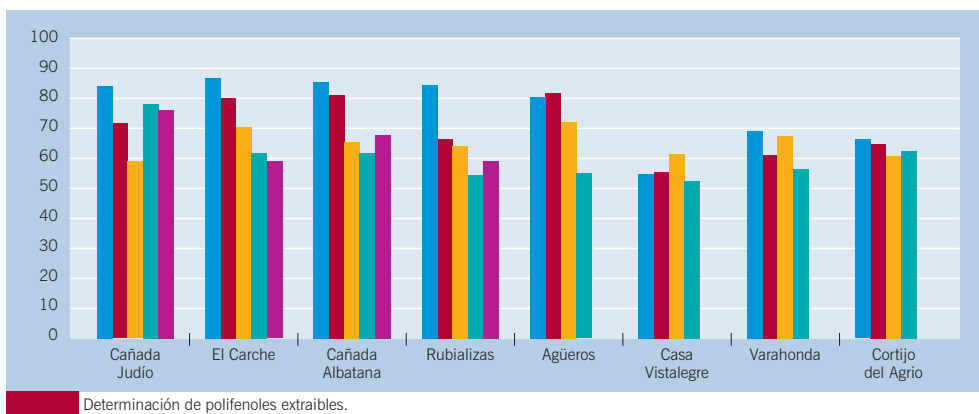
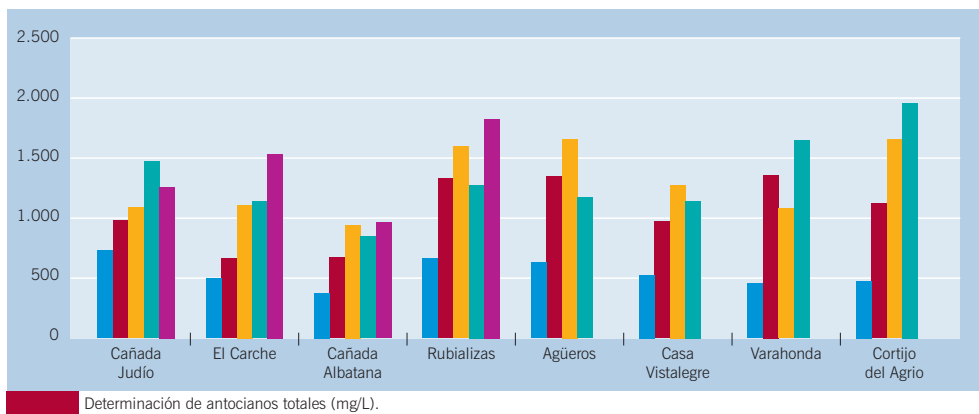
Determinación del grado Brix.

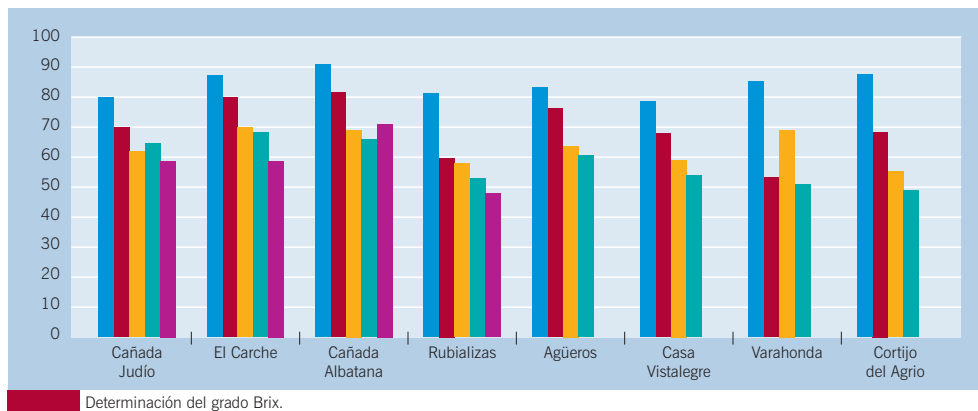


Determinación de la acidez total (mg/L).



Según los resultados obtenidos podemos comprobar como la parcela correspondiente a La Cañada del Judío fue la que obtuvo un grado Brix más alto y la que se vendimió antes. En cuanto a la acidez total al igual que el ácido tartárico, es un parámetro que va disminuyendo a lo largo del período de maduración llegándose a estabilizar en el momento cercano a la vendimia. En cuanto al ácido málico en todas las parcelas en el momento de envero se obtuvieron valores muy altos disminuyendo a lo largo del período de maduración, pues suele estar presente en altas concentraciones en uvas poco maduras.





En cuanto a la determinación de parámetros cromáticos y de extractabilidad (antocianos totales, polifenoles extraíbles, Índice de madurez celular y madurez de la pepita), podemos observar como en la parcela de Rubializas se obtuvo la mayor cantidad de antocianos al finalizar el período de maduración, en cambio fue la parcela de la Cañada del Judío la que obtuvo los valores más altos de polifenoles extraíbles. El Índice de Madurez Celular nos da idea de la facilidad de extracción de los diferentes compuestos fenólicos, de manera que valores más altos indican una mayor dificultad en la obtención de los diferentes compuestos fenólicos. En nuestro estudio obtuvimos con un valor más bajo para la parcela ubicada en la Cañada del Judío y con el valor más alto para la parcela de El Carche. Por otro lado, la Madurez de la pepita es un parámetro que hace referencia a la aportación de taninos astringentes al vino, de modo que es la parcela de Rubializas la que hasta el momento obtuvo los valores más bajos.

DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS Y COMPUESTOS FENÓLICOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN.

El aislamiento e identificación de compuestos polifenólicos (antocianos monómeros y flavan-3-oles) por cromatografía líquida se realizará según los métodos descritos por Gil-Muñoz *et al.* (1999) y Gómez-Plaza *et al.* (2000) y Bautista-Ortín *et al.* (2005). La identificación y cuantificación de los compuestos fenólicos se realiza por inyección directa del vino previamente filtrada (filtro de nylon de 0,45 μm) en un cromatógrafo líquido de alta resolución. La columna utilizada será una C18, 25 x 0,4 cm de 5 μm de tamaño de partícula. El volumen de la muestra inyectada será de 20 μl . Los disolventes utilizados serán ácido fórmico al 5% y metanol, con un flujo de 1 mL min^{-1} . Las condiciones de gradiente utilizadas fueron ya optimizadas por Bautista-Ortín *et al.* (2005). Los cromatogramas se analizarán a 280 nm (ácidos fenólicos y flavan-3-oles), 320 nm (ácidos hidroxicinámicos y ésteres hidroxicinámicos), 360 nm (flavonoles) y 520 nm (antocianos). La identificación de los diferentes compuestos fenólicos se realiza principalmente por comparación de sus espectros UV y sus tiempos de retención respecto a patrones externos. La cuantificación de los antocianos se realizará utilizando cloruro de malvidina-3-glucósido como patrón y la del resto de compuestos fenólicos respecto a sus patrones puros. ■

■ Estudio de la calidad en uvas y vinos de la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Agricultura y Agua de Murcia. PROJ07-008
Investigador responsable	José Ignacio Fernández Fernández
Equipo	Rocío Gil Muñoz Adrián Martínez Cutillas

RESUMEN

La calidad del vino está básicamente condicionada por la calidad de la uva. Si queremos obtener vinos de calidad deberemos partir de uvas de calidad. Esta calidad está definida en términos de equilibrio, armonía, complejidad e intensidad. El primer condicionante en la calidad es siempre el genético y está relacionado con la variedad elegida para una zona concreta. Es la conjunción de estos dos factores (variedad - zona) la que determina el potencial de calidad. Se hace necesario el estudio de la adaptación de variedades a distintas zonas y completar este estudio incluyendo variedades blancas, para completar la gama de vinos de la región.

El estudio de los vinos, la relación entre su composición y calidad, nos proporcionará las herramientas necesarias para profundizar en un aumento de la calidad final del vino, en la que cada vez se hace más necesario la separación de uvas por calidades y las herramientas que lo hagan posible en la práctica. Técnicas de análisis rápidas y fiables como el infrarrojo nos permitirán la clasificación de uva por calidades y la planificación de vendimias, aspectos imprescindibles para la obtención de vinos de calidad.

El conocimiento de los aromas responsables de la calidad de los vinos de la región, nos proporcionará una información determinante para la elección de fechas de vendimia y la obtención de mejores vinos, más definidos y con mayor valor añadido.

OBJETIVOS

El objetivo global es conseguir la mejora de calidad de los vinos, basándonos en un mayor conocimiento de la misma, con los siguientes objetivos parciales:

1. Mejora de la calidad de la materia prima. Es necesario profundizar en aspectos relativos a la mejora de la calidad de la uva para obtener vinos de calidad. Esta mejora la centramos en aspectos de adaptación de variedades a la zona, el estudio de variedades blancas y de cruces de monastrell por cabernet sauvignon y syrah, que son blancos, y en determinar la densidad de plantación óptima en condiciones de riego para la variedad Monastrell.

1.1. Comportamiento enológico y agronómico de variedades tintas y blancas. En las tablas 1 y 2 se ven los datos de las variedades estudiadas a correspondientes a la entrada en bodega, durante los años 2007 y 2008. Como es normal, los datos de producción son variables en función del año y condicionan la calidad de las uvas, definiendo esta en función

de su composición fenólica. La calidad del año 2008 fue superior y hay que destacar los datos obtenidos los dos años por Petit Verdot.

1.2. Comportamiento agronómico y enológico de cruces blancos de Monastrell. Se han plantado en la zona del Chaparral cruces blancos de monastrell por otras variedades. Se está a la espera de que entren en producción para proceder a su evaluación.

Tabla 1 Datos de calidad de variedades obtenidos a la entrada en bodega durante la cosecha de 2007.

Variedad	Zona	Fecha Vendimia	Kilos HA	KG Cepa	°Baume	Compuestos fenólicos totales	Antocianos totales	Índice madurez celular	Madurez Pepita
Tempranillo	Jumilla	04-Sep-07	5860	1,82	13,44	5,79	0,92	32,16	53,11
Syrah	Jumilla	04-Sep-07	4115	1,28	15,09	5,93	0,95	34,74	53,75
Cabernet Sauvignon	Jumilla	12-Sep-07	6574	2,04	14,09	5,90	0,84	32,64	55,58
Merlot	Jumilla	05-Sep-07	6939	2,15	14,13	5,58	0,80	38,33	62,15
Malvasia	Jumilla	06-Sep-07	9052	2,81	13,38	4,28			
Verdejo	Chaparral	10-Sep-07	11304	4,24	13,23	2,96			
Syrah	Chaparral	10-Sep-07	6159	2,31	14,66	6,10	1,24	38,06	41,84
Merlot	Chaparral	11-Sep-07	8904	3,34	15,20	6,34	0,93	40,03	60,98
Moscatel	Chaparral	17-Sep-07	11544	4,33	14,25	2,55			
Viognier	Chaparral	17-Sep-07	9144	3,43	13,51	3,38			
Petit Verdot	Chaparral	25-Sep-07	5199	1,95	13,70	7,87	1,38	33,89	47,93
Monastrell	Jumilla	16-Oct-07	9166	2,75	11,87	4,84	0,7	37,06	58,99
Monastrell	Chaparral	24-Oct-07	6238	2,34	13,25	5,03	0,81	56,20	56,47

Tabla 2 Datos de calidad de variedades obtenidos a la entrada en bodega durante la cosecha de 2008.

Variedad	Zona	Fecha Vendimia	Kilos HA	KG Cepa	°Baume	Compuestos fenólicos totales	Antocianos totales	Índice madurez celular	Madurez Pepita	Potasio
Tempranillo	Jumilla	25-Ago-08	7717	2,59	11,86	4,94	0,83	39,39	51,10	2651
Syrah	Jumilla	25-Ago-08	6157	1,91	13,41	5,33	0,96	33,79	45,05	2435
Cabernet Sauvignon	Jumilla	11-Sep-08	7043	2,19	14,15	7,39	1,19	34,90	51,05	3154
Merlot	Jumilla	25-Ago-08	8548	2,65	13,19	5,63	0,76	35,11	62,71	1928
Malvasia	Jumilla	20-Ago-08	18360	5,70	10,50					
Verdejo	Chaparral	21-Ago-08	10425	3,91	11,25					
Syrah	Chaparral	10-Sep-08	4183	1,57	15,04	7,76	1,23	34,32	52,67	2745
Merlot	Chaparral	27-Ago-08	6097	2,29	13,97	7,21	1,02	35,75	60,21	2179
Moscatel	Chaparral	03-Sep-08	4765	1,79	13,82					
Viognier	Chaparral	03-Sep-08	10340	3,88	13,57					
Petit Verdot	Chaparral	10-Sep-08	3668	1,38	14,57	11,80	1,83	31,40	56,75	2810
Monastrell	Jumilla	02-Oct-08	8968	2,78	13,24	5,81	0,80	36,52	38,15	2481
Monastrell	Chaparral	22-Sep-08	6447	2,42	14,79	5,95	0,87	29,38	56,66	3043
Monastrell D1	Chaparral	07-Oct-08	7586	3,41	13,70	4,51	0,65	35,90	59,81	2359
Monastrell D2	Chaparral	07-Oct-08	9009	3,51	13,64	4,56	0,64	44,11	62,08	2070
Monastrell D3	Chaparral	07-Oct-08	10065	2,72	13,82	5,27	0,77	43,30	58,77	2243
Monastrell D4	Chaparral	07-Oct-08	12459	2,99	13,89	5,41	0,82	45,84	59,17	2315

1.3. Estudio de la densidad de plantación en cultivos de riego con la variedad Monastrell.

Se están estudiando 4 densidades de plantación. D1 (2222 cepas por Ha), D2 (2564 cepas por Ha), D3 (3703 cepas por Ha) y D4 (4167 cepas por Ha) En la cosecha del año 2008 se procedió a la primera elaboración del ensayo. En la tabla 2 puede verse la calidad de

la uva obtenida, que en este primer año fue superior para las densidades altas de plantación, que coincide con una menor producción de kilos por cepa. Es un primer año y es necesario esperar a que la cepa alcance su equilibrio para obtener conclusiones más definitivas.

2. Métodos rápidos y objetivos de evaluación de calidad de la uva. La técnica del infrarrojo medio permite un análisis rápido y fiable de la composición de la uva, lo que es de gran utilidad para su clasificación, no sólo en entrada en bodega sino que permite un análisis de mayor cantidad de muestras por lo que es posible una planificación de vendimia con datos reales de calidad de uva en campo. Se realizarán las calibraciones referentes a calidad de uva en términos de grado baumé, acidez total, pH, ácidos tartárico y málico y composición fenólica de la uva: compuestos fenólicos totales, antocianos totales, polifenoles extraíbles, antocianos extraíbles y los índices de madurez celular y madurez de la pepita. Los resultados obtenidos de las calibraciones se resumen en la tabla 3.

Tabla 3 Resumen datos de calibración del infrarrojo para análisis de calidad en uvas.

Parámetro	Nº Standards	Error standard de predicción	% Varianza	Coficiente correlación
Brix	424	0,21	99,38	0,9969
Baume	466	0,12	99,32	0,9966
Acidez Total	437	0,19	97,65	0,9882
pH	418	0,02	97,76	0,9944
Ácido Málico	453	0,18	97,28	0,9394
Intensidad de Color	295	0,59	79,34	0,8907
L	316	4,63	83,23	0,9123
a*	317	3,11	84,22	0,9177
b*	200	5,61	54,01	0,7349
IPT (directo)	324	3,61	85,46	0,9245
ANTOCIANOS (directo)	321	25,34	84,35	0,9184
Compuestos Fenólicos Totales	349	0,53	80,8	0,8989
Antocianos Totales	354	48,07	91,88	0,9585
Polifenoles Extraíbles	314	5,38	81,8	0,9044
IMC	299	4,63	63,26	0,7953
MP	263	3,35	91,34	0,9557

3. Relación entre la composición y la calidad en vinos de calificación de los consejos reguladores. Se están recogiendo datos de las muestras de calidad de los Consejos Reguladores. De las cosechas del 2007 y 2008 para relacionarlas con las puntuaciones obtenidas por el comité de cata de cada Consejo.

4. Puesta a punto de determinación del perfil aromático de las uvas. El estudio del potencial aromático de la variedad monastrell, en uvas y vinos, permitirá un conocimiento mayor en cuanto a momentos de vendimia técnicas de elaboración y valoración de las uvas. El trabajo realizado hasta ahora ha sido la puesta a punto del método de determinación de perfil aromático en vino. Actualmente el método está puesto a punto y se esta procediendo al estudio de los vinos. A su vez se ha comenzado el estudio y elección



del método de determinación del perfil aromático en uvas para posteriormente proceder de la misma forma, es decir, ponerlo a punto y continuar así con el estudio del perfil aromático de las uvas.

Se ha realizado la caracterización aromática de vinos tintos, tomando como base los elaborados en la Estación Enológica de Jumilla. Los vinos analizados corresponden a dos añadas, 2007 y 2008. Con el trabajo experimental llevado a cabo hasta ahora se han estudiado vinos tintos jóvenes de la variedad monastrell procedentes de ocho zonas distintas de la D.O. Jumilla. Asimismo, se ha estudiado la evolución de la composición aromática durante el proceso de elaboración de éstos vinos, analizando su composición en momentos como el descube, final de fermentación alcohólica, final de fermentación málica y tras seis meses en botella. Se está analizando vino obtenido de elaboraciones con uvas procedentes de distintos tipos de tratamientos de riego, y elaboraciones con uva sometida a distintos tratamientos enzimáticos y de frío.

En estos vinos se han analizado una serie de compuestos volátiles minoritarios, la técnica utilizada es la cromatografía de gases previa extracción líquido-líquido. El vino es una de las bebidas alcohólicas más complejas. El aroma es el que aporta gran parte de esa complejidad. Uno de los principales problemas que se encuentran al estudiar los compuestos responsables del aroma es la elección de un buen método de extracción, es decir obtener un extracto que contenga los compuestos volátiles que contenía originalmente el vino sin que hayan sufrido alteraciones o se hayan degradado. Aunque existen varias técnicas, la extracción líquido-líquido sigue siendo la técnica de referencia para la extracción de compuestos volátiles en vino.

Siguiendo el método descrito por Ortega et al, 2001 con alguna modificación se añaden 3ml de vino a una solución que contiene 4,5g de $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, 7 ml de agua miliQ, 15 μl de patrón interno y 0.4ml de diclorometano que se utiliza para realizar la extracción. Se agita durante una hora y posteriormente se centrifuga a 5000rpm durante 10 minutos. Una vez se han separado las fases, la fase del diclorometano se lleva a un vial de 0.2ml y se procede a la inyección en el cromatógrafo.

El programa definido para el cromatógrafo es el siguiente:

Temperatura del inyector: 220°C

Temperatura del detector (FID): 280°C

Programa del horno 40°C 5 min, hasta 220°C a 3°C/min durante 65min, hasta 240°C a 20°C/min durante 10 min.

Flujo gas: 1.5ml/min

Se han establecido las diferencias aromáticas cualitativas y cuantitativas de dichos vinos. Se han detectado 25 picos aromáticos. Mediante la técnica del Patrón Interno, se ha realizado la cuantificación de cada uno de los siguientes compuestos: Acetaldehído, metanol, acetato de etilo, propionato de etilo, isobutirato de etilo, diacetil, butirato de etilo, 1 propanol, isobutanol, acetato de isoamilo, 1 butanol, alcoholes isoamílicos, hexanoato de etilo, acetato de hexilo, acetoina, lactato de etilo, 1 hexanol, cis 3 hexenol, octanoato de etilo, ácido acético, furfural, etil 3 hidroxibutirato, ácido isobutírico, ácido propanoico, ácido butírico, decanoato de etilo, butirólactona, ácido isovalérico, metionol, succinato de etilo, 2 fenil etil acetato, ácido hexanóico, alcohol bencílico, 2 fenil etanol, ácido octanóico y ácido decanóico. ■

■ Desarrollo de un protocolo de transformación genética de la variedad monastrell de vid (*Vitis Vinifera* L.)

Entidad financiadora y Referencia	Consejería de Educación y Cultura, Programa Sectorial de Biotecnología, BIOCARM. BIO-AGR 06/03-0006
Investigador responsable	Mercedes Dabauza Micó
Equipo	José Enrique Cos Terrer María Pazos Navarro Daniel Vicente Cervantes

OBJETIVOS

La transformación genética de vid es una herramienta muy valiosa tanto para abordar programas de mejora molecular como para realizar estudios de genómica funcional y comprender la genética y los mecanismos del crecimiento, desarrollo y metabolismo vegetal así como las respuestas a estreses abióticos y bióticos.

Pero para aplicar esta herramienta, es necesario disponer de técnicas altamente eficientes y reproducibles de transformación genética. La vid es una especie recalcitrante a la transformación genética debido principalmente a dos causas: 1) la baja capacidad de regeneración y la alta dependencia entre el genotipo, el tipo de explante y el medio de cultivo empleados y, 2) la interacción existente entre las diversas especies y variedades de *Vitis* y las distintas especies y cepas de *Agrobacterium*. Por ello, es necesario desarrollar protocolos de regeneración y de transformación genética específicos de variedad e incluso de clon para regenerar plantas transgénicas de vid eficientemente.

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un protocolo de transformación genética de la variedad de uva de vino Monastrell y, basándonos en la experiencia adquirida en años anteriores (López-Pérez y col., 2005; 2006; Pérez-Vicente y col., 2006; López-Pérez, 2006; López-Pérez y Dabauza, 2006; López-Pérez y col., 2008), estudiar diversos factores críticos que afectan a la frecuencia de transformación tales como la cepa de *Agrobacterium tumefaciens* empleada, la densidad de infección, el tipo de agente utilizado para realizar la selección de las células transformadas o el método de cultivo de los callos tras la infección. Monastrell es una variedad bien adaptada al clima y a las pocas lluvias de la Región de Murcia y se caracteriza por tener racimos compactos, granos pequeños y un hollejo grueso por lo que se pueden obtener vinos muy potentes, expresivos y con unos colores violáceos, frutosos y con una suavidad y redondez muy difícil de superar.

RESULTADOS OBTENIDOS

ACTIVIDAD 1. Obtención y Mantenimiento de los callos embriogénicos de Monastrell a lo largo del tiempo, sin que pierdan la capacidad de inducción de embriones somáticos. Este apartado es muy importante en el caso de los callos obtenidos a partir de anteras u

ovarios, puesto que, al contrario que el resto de tejidos como hojas o pecíolos que pueden obtenerse a lo largo de todo al año mediante propagación *in vitro* de las plantas, este material vegetal solo está disponible durante una época del año muy determinada, por lo que se hace necesario disponer de métodos de cultivo adecuados que mantengan estos callos en buenas condiciones y sin que pierdan su capacidad embriogénica.

1.1) Los callos embriogénicos de Monastrell empleados, los obtuvimos en el año 2004 y se han ido manteniendo en medio sólido mediante cultivos mensuales. Además, durante los años 2007 y 2008 hemos recogido de nuevo inflorescencias inmaduras de plantas de Monastrell mantenidas en la Estación Experimental “Hacienda Nueva” del IMIDA, para realizar el cultivo de anteras y ovarios y obtener nuevos callos con una mayor capacidad embriogénica y de crecimiento.

En primer lugar, se ha estudiado el efecto del pretratamiento a 4°C de las inflorescencias durante 24, 48 y 72 horas previo a la extracción de las anteras y ovarios, puesto que, en algunas variedades, está descrito que este tratamiento frío antes del cultivo de los explantos, incrementa el porcentaje de obtención de callo embriogénico. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que un pretratamiento a 4°C de 24 horas aumentaba significativamente la capacidad embriogénica de los ovarios obteniéndose un 42,2% de callos embriogénicos respecto a un 17,6% del control no pretratado, mientras que tratamientos más prolongados de frío fueron negativos. En anteras, el tratamiento en frío durante 24 horas fue extremadamente beneficioso puesto que tan solo estos explantos fueron capaces de desarrollar un 3,4% de callos embriogénicos. Estos resultados se han enviado al congreso Internacional “First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species-Biotechfruit2008” que tuvo lugar en Dresden (Alemania) los días 30 de agosto hasta 5 de septiembre de 2008.

1.2) Mantenimiento de los callos embriogénicos en medios líquidos y en medios sólidos con o sin reguladores del crecimiento vegetal (RCV).

1.2.1) El cultivo en medio líquido es muy complicado puesto que se requiere del subcultivo semanal de los callos eliminando la mitad del medio viejo líquido y añadiendo la mitad de medio fresco líquido y evitando en todo momento la contaminación. Una de las variables a estudiar fue el tiempo de mantenimiento en medio líquido antes de pasar a medio sólido, puesto que observamos que el cultivo continuo en medio líquido producía el pardeamiento de los callos y su pérdida de viabilidad. Los resultados de los experimentos se muestran en la Tabla 1. Tanto el cultivo continuo en medio con RCV como sin reguladores fueron inefectivos a la hora de mantener el callo embriogénico en buenas condiciones. Sin embargo, la alternancia de cultivo de los callos en medio líquido con RCV durante tres semanas, seguido de otras tres semanas en medio líquido sin reguladores, dio lugar a que las células mantuvieran un crecimiento activo continuo y sin perder su capacidad embriogénica.

1.2.2.) El cultivo continuo en medios sólidos con RCV o sin reguladores tampoco fue beneficioso para el mantenimiento de los callos, sin embargo, al igual que en los medios líquidos, la alternancia de los medios sólidos con RCV y sin

reguladores puso de manifiesto que el cultivo durante tres meses en medio con RCV (con subcultivos mensuales) seguido de un cultivo en medio sin reguladores fue el método más adecuado y menos costoso para que los callos de Monastrell mantuvieran una tasa de crecimiento y una capacidad embriogénica alta con un mínimo pardeamiento y sin que desarrollaran los embriones somáticos durante esta fase.

Tabla 1 Efecto del medio y método de cultivo sobre el mantenimiento de los callos embriogénicos de Monastrell.

	Crecimiento celular	Pardeamiento	Embriogénesis
Cultivo semanal en medio líquido con RCV*	+	++	-
Cultivo semanal en medio líquido sin reguladores del crecimiento	+++	-	+++
Cultivo semanal en medio líquido con RCV alternado con líquido sin reguladores	++	+	-
Cultivo mensual en medio sólido con RCV	+++	++	-
Cultivo mensual en medio sólido sin reguladores del crecimiento	++	-	+++
Cultivo mensual en medio sólido con RCV alternado con sólido sin reguladores	+++	+	-

ACTIVIDAD 2. Evaluación de la sensibilidad a la kanamicina de los callos proembriogénicos de Monastrell.

Para poner a punto el método de transformación genética de callos proembriogénicos de la variedad Monastrell, vamos a emplear *Agrobacterium tumefaciens* como vector de transferencia génica. Esta bacteria es portadora del plásmido binario pBIN19-*sgfp* cuyo T-DNA contiene un módulo de expresión de resistencia a kanamicina conferido por el gen *nptII* y un módulo informador con expresión GFP conferido por el gen *sgfp*. De esta forma, las células que incorporen los transgenes serán resistentes a kanamicina y se podrán seleccionar en un medio que esté adicionado de este antibiótico. Sin embargo, se debe ajustar muy bien la concentración de dicho antibiótico en el medio de cultivo para que tan solo las células transformadas sean capaces de crecer. La experiencia adquirida en nuestro laboratorio con otras variedades, nos indica que una concentración de kanamicina subletal que sea capaz de inhibir por completo el desarrollo de los embriones somáticos sin perjudicar la viabilidad celular es mejor que la adición de una concentración letal que mate por completo a los cultivos, de tal forma que, en el caso de que exista alguna célula transformada, ésta sea capaz de crecer, no solo por la resistencia a kanamicina adquirida sino también por la existencia de una masa crítica celular.

A lo largo de esta actividad, se ha evaluado el efecto de distintas concentraciones de kanamicina sobre la inhibición del desarrollo de los embriones en callos proembriogénicos cultivados en el medio $\frac{1}{2}$ MSCA y se ha obtenido la concentración mínima inhibitoria para seleccionar posteriormente las células transformadas.

ACTIVIDAD 3. Determinación de parámetros óptimos para la transformación genética de callos proembriogénicos de Monastrell mediante cocultivo con *Agrobacterium tumefaciens*. Se han empleado dos cepas distintas: C58(pMP90) y EHA105 portadoras del plásmido pBIN19-*sgfp* descrito anteriormente. Para la evaluación de la frecuencia de transformación se está empleando un estereomicroscopio de fluorescencia modelo MZ 16F (LEICA) que permite visualizar las células que han incorporado y expresan el gen *sgfp*, en base a la

fluorescencia verde emitida por la proteína GFP cuando incide sobre ella una luz azul de una determinada longitud de onda. La metodología básica de transformación, será la desarrollada previamente en nuestro laboratorio (López-Pérez, 2006; López-Pérez y col., 2006; López-Pérez y col., 2008).

Tras la infección y cocultivo de los callos proembriogénicos con cada una de las dos cepas de *Agrobacterium*, se observó un incremento inicial en el número de puntos GFP que comenzó a descender a partir de la segunda semana de cultivo. A los 28-30 días, el número de puntos GFP fue ligeramente superior con la cepa EHA a una densidad de cultivo de 0.06.

La adición de 100 μ M de acetosiringona tanto en el medio de cultivo de la bacteria como en el de infección de los callos, dio lugar una mayor frecuencia de transformación.

También se han evaluado distintos tiempos de cocultivo y se ha observado que dos días de cocultivo dan lugar a un mayor número de sucesos GFP positivos.

ACTIVIDAD 4. Selección de los embriones somáticos y regeneración de plantas transgénicas. Esta actividad se está comenzando a realizar y durante el año próximo se tendrán suficientes datos como para poder exponerlos. La selección se realizará en base al crecimiento de los embriones somáticos en un medio $1/2$ MSCA+ cefotaxima adicionado de kanamicina, así como en base a la expresión de la proteína GFP mediante observaciones periódicas en el estereomicroscopio de fluorescencia para detectar la expresión del gen *sgfp* insertado. Los embriones se cultivarán en el medio de germinación adicionado de cefotaxima y, siguiendo los protocolos desarrollados previamente en nuestro laboratorio, se regenerarán plantas enteras. ■

■ Estrategia de Riego Deficitario en la vid para la mejora de la eficiencia en el uso del agua y de la calidad de uvas y vinos

Entidad financiadora y Referencia	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). RTA2005-00103-00-00
Investigador responsable	Pascual Romero Azorín
Equipo	Adrian Martinez Cutillas Jose Ignacio Fernández Fernández

OBJETIVOS

En este proyecto se pretende estudiar los efectos de distintas estrategias de riego deficitario controlado (RDC) y deshidratación parcial de las raíces (PRD) sobre el comportamiento fisiológico, agronómico y enológico de la vid, variedad Monastrell que permitan una mejora en la producción de vinos tintos de calidad y un incremento en la eficiencia en el uso y aplicación del agua en este cultivo en condiciones semiáridas. Se plantea también la optimización del riego en la viña con una monitorización continua del estado hídrico del suelo y de la planta mediante el uso de sondas de capacitancia en el suelo y dendrómetros en la planta.

Para ello se plantean los siguientes objetivos parciales:

1. Determinación de la respuesta fisiológica y agronómica de la vid a diferentes niveles de estrés hídrico aplicado en dos fases de su ciclo de desarrollo, entre cuajado y envero y envero y cosecha. Estudio de las relaciones hídricas y determinación de umbrales óptimos del estado hídrico del suelo y de la planta para nuestras condiciones edafoclimáticas.
2. Comparación por los efectos producidos por el RDC y PRD aplicando la misma estrategia de riego y las mismas cantidades de agua.
3. Caracterización físico-química y sensorial de los vinos elaborados con uvas cultivadas con RDC y PRD. Estudio de los parámetros de calidad enológica más relevantes.

RESULTADOS OBTENIDOS

El ensayo se está llevando a cabo en una parcela experimental de 1 ha de extensión situada en Jumilla (Murcia). (Latitud 38° 23' 40" N, longitud 1° 25' 30" W). El clima es mediterráneo semiárido con escasas precipitaciones anuales (< 300 mm) con veranos muy calurosos e inviernos fríos y un evapotranspiración anual de 1200 mm. El suelo de la parcela es arcilloso fino (porcentaje de arcilla de un 48%) y con un contenido de materia orgánica de 1,47%. La finca está constituida por la variedad Monastrell sobre el patrón 1103 Paulsen, con un marco de plantación de 2,5 x 1,25 m. La edad de la plantación es de 12 años, con sistema de riego localizado por goteo, con una sola línea portagoteros elevada a 30 cm del suelo y con goteros autocompensantes de 4 l/h distanciados 1,25 m a razón de 1 gotero

por cepa. El agua es de origen subterráneo, con una conductividad eléctrica entre 1,4 y 1,7 dS/m. La poda se realizó de acuerdo a las prácticas culturales de la zona de estudio dejando 6 pulgares de dos yemas cada uno, manteniendo el mismo nivel de carga en todos los tratamientos. Todos los tratamientos recibieron la misma cantidad de fertilizantes: 40 de N, 20 de P, 60 de K y 16 kg/ha de Mg. Los coeficientes de cultivo usados en este estudio fueron: 0.35 en Abril. 0.45 en Mayo, 0,52 en junio, 0.75 en julio y agosto, 0,60 en septiembre y 0,45 en octubre. La evapotranspiración de referencia (ET_o) fue calculada mediante el método de Penman-Monteith usando los datos recogidos en una estación meteorológica localizada en el mismo viñedo, de acuerdo a una serie histórica de 7 años. Se están ensayando 5 tratamientos de riego (Tabla 1), un tratamiento control, dos tratamientos de riego deficitario controlado (RDC) y otros dos tratamientos de PRD con 4 réplicas por tratamiento, mediante un diseño experimental con 4 bloques completos al azar. Los tratamientos de PRD (PRD-1 y PRD-2) aplican la misma estrategia de riego deficitario que los tratamientos de RDC (RDC-1 y RDC-2).

Tabla 1 Tratamientos de riego aplicados durante 2007.

Tratamiento	Brotación-cuajado	Cuajado-envero	Envero-cosecha	Post-cosecha	Agua aplicada anual (mm) 2007	Porcentaje de reducción del riego (%)
Control (60% ET _c)	100%	100%	100%	100%	318,9	0
RDC-1	100%	50%	50%	75%	205,5	36
PRD-1	100%	50%	50%	75%	205,5	36
RDC-2	100%	25%	25%	75%	156,7	51
PRD-2	100%	25%	25%	75%	156,7	51

El potencial hídrico foliar fue significativamente reducido (más negativo) en los tratamientos de RDC y PRD en las fases anterior y posterior al envero, comparado con el tratamiento control (Tabla 2). Entre los tratamientos deficitarios RDC-1 y RDC-2 solo hubo diferencias significativas en el potencial hídrico en el periodo desde envero a cosecha. Sin embargo los valores medios de fotosíntesis también disminuyeron significativamente en los tratamientos deficitarios antes y después del envero, comparado con el tratamiento control. Además el RDC-2 tuvo tasas de fotosíntesis más bajas que el RDC-1 en estas dos fases. Comparando el RDC-1 y el PRD-1 por un lado y el RDC-2 con el PRD-2 por otro, no se observaron diferencias significativas en los valores medidos de fotosíntesis y potencial hídrico en ninguno de los períodos estudiados, observando el mismo comportamiento en las relaciones hídricas.

Los valores de fotosíntesis en RDC-2 en post-cosecha (periodo de recuperación, regado al 75% respecto al control) fueron todavía significativamente más bajos que el control, indicando que la recuperación de la fotosíntesis en post-cosecha en este tratamiento no fue completa.

En cuanto a los parámetros de crecimiento se ha observado una reducción significativa del área foliar total anual (tanto de los brotes primarios como secundarios) en los tratamientos deficitarios RDC-1, PRD-2 y RDC-2 con respecto al tratamiento control. Sin embargo el PRD-1 mantuvo casi durante todo el año la misma área foliar por planta que el control, sin mostrar diferencias significativas. También hubo un menor crecimiento de brotes y

un porcentaje más bajo radiación interceptada por la cubierta vegetal (datos no mostrados) en los tratamientos RDC-2 y PRD-2 comparados con el control y el PRD-1. Esta reducción del área foliar en los tratamientos más deficitarios RDC-2 y PRD-2 fue más clara en el periodo de envero a cosecha donde un mayor estrés hídrico fue alcanzado. La pérdida de área foliar en esta fase fue debido también una mayor abscisión foliar durante agosto en RDC-2 y PRD-2 comparado con RDC-1 y PRD-1. No hubo diferencias significativas en ninguno de los parámetros de crecimiento medidos entre el PRD-2 y el RDC-2.

Tabla 2 Valores medios de fotosíntesis y potencial hídrico del xilema medido al mediodía para los distintos tratamientos y en las diferentes fases fenológicas del cultivo durante el año 2007.

Tratamiento	Brotación-cuajado		Cuajado-envero		Envero-maduración		post-maduración	
	Ψ_x	A	Ψ_x	A	Ψ_x	A	Ψ_x	A
	MPa	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	MPa	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	MPa	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	MPa	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Control	-0,72	12,58	-1,02a	14,3a	-1,20a	12,78a	-1,10	6,76a
RDC-1	-0,72	12,35	-1,21b	12,75b	-1,37b	10,45b	-1,15	6,24ab
PRD-1	-0,78	12,94	-1,18b	12,80b	-1,39b	10,86b	-1,11	6,25ab
RDC-2	-0,73	12,77	-1,23b	11,62c	-1,52c	8,69c	-1,11	5,41b
PRD-2	-0,79	12,93	-1,25b	11,05c	-1,54c	8,27c	-1,12	5,92ab
ANOVA	ns	ns	***	***	***	***	ns	*

Un mayor nivel de estrés hídrico y un menor desarrollo vegetativo en los tratamientos deficitarios menos regados, se reflejó a lo largo de los años en una disminución significativa de la producción (Kg uva por cepa) en los tratamientos deficitarios respecto al control, llegando a niveles medios (en las campañas (2006-2007) de 5,85 Kg/cepa en el control, 4,18 kg/cepa en el PRD-1, 4,01 Kg/cepa en el RDC-1, 3,20 Kg/cepa en el PRD-2 y 3,25 Kg/cepa en el RDC-2.

El riego deficitario controlado influyó en la mayoría de los parámetros de calidad de la uva medidos en la vendimia (Tabla 3). Solamente el pH no fue afectado por los tratamientos de riego. El peso de baya y los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix, azúcares) fueron significativamente reducidos en los tratamientos deficitarios comparado con el control, con valores medios entre 23,3 $^{\circ}$ Brix en el control, y 21,3 $^{\circ}$ en el tratamiento RDC-2. Los sólidos solubles totales en la cosecha fueron claramente correlacionados con los niveles de fotosíntesis mantenidos durante la fase de maduración después del envero, pero no durante el período de pre-envero. Esta correlación positiva entre fotosíntesis y $^{\circ}$ brix indica que los bajos valores de azúcares obtenidos en el RDC-2 puede ser debido a una baja acumulación de carbohidratos en las bayas durante el período de maduración como consecuencia de las tasas de fotosíntesis más bajas en este tratamiento. El PRD-2 tuvo niveles de $^{\circ}$ Brix más altos que el RDC-2 con la misma agua aplicada con lo que puede ser positivo para mejorar la calidad de la uva. Entre el PRD-1 y el RDC-1 no hubo diferencias significativas en los $^{\circ}$ Brix, pero sí en el tamaño de la baya, la acidez total y los polifenoles extraíbles.

El tamaño de la baya también fue significativamente reducido por el RDC y este efecto fue influido por el nivel de estrés hídrico alcanzado, principalmente durante la fase de cuajado a envero. La relación entre el peso fresco de baya y el potencial hídrico del xilema sugiere una mayor sensibilidad del peso de baya a los cambios en el estado hídrico de

la planta antes del envero, indicando que el potencial de crecimiento de la baya es determinado principalmente antes del envero. Otros parámetros de calidad importantes tales el ácido tartárico fue incrementado significativamente en el RDC-2 y PRD-2 y el málico disminuyó, con lo que la relación tartárico/málico en el mosto se incrementó significativamente en los tratamientos de RDC. Además la intensidad de color, polifenoles extraíbles en el mosto se incrementaron también significativamente en los tratamientos deficitarios (Tabla 3). Asimismo el RDC-2 mostró un menor contenido de polifenoles comparado con el RDC-1.

Tabla 3 Parámetros de calidad en el mosto de uvas procedentes de los distintos tratamientos en 2007.

Tratamiento	Peso fresco de baya (g)	° Brix	Acidez total	Acido tartárico	Acido málico	pH	Intensidad de color	Antocianos extraíbles (mg /l)	Polifenoles extraíbles
Control	1,70a	23,3a	2,72a	5,34a	1,38a	4,05	4,98a	453	40,4a
RDC-1	1,22c	22,4b	2,75a	5,74bc	1,05b	4,07	5,91b	521	52,2c
PRD-1	1,34b	22,5b	2,55b	5,58ab	1,03b	4,08	5,67b	481	43ab
RDC-2	1,04d	21,3c	2,68a	5,99c	1,10b	4,08	5,75b	493	46,7b
PRD-2	1,08d	22b	2,69a	6,01c	1,07b	4,10	5,53b	496	47b
ANOVA	***	***	*	***	*	ns	*	ns	***

Todos estos resultados señalan la conveniencia de modificar ligeramente las estrategias de RDC ensayadas en los años anteriores, con el fin de incrementar la acumulación de TSS (°Brix) en la baya durante el periodo de maduración (agosto-mitad de septiembre), alcanzando un nivel de estrés hídrico no tan severo en esta fase (valor umbral de -1.4 MPa) y mantener a su vez los niveles alcanzados en los otros parámetros de calidad medidos. ■

■ Publicaciones científicas y de divulgación

DABAUZA, M. 2007. Embriogénesis somática y Transformación Genética de la vid. Investigación IMIDA. 1:27-35.

DE LA HERA, M.L., ROMERO, P., GÓMEZ-PLAZA, E., MARTÍNEZ, A. 2007. Is partial root-zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field-grown wine grapes under semiarid conditions? *Agricultural Water Management*, 87: 261-274.

GIL-MUÑOZ, R; FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.I; MARTÍNEZ CUTILLAS, A; VILA LÓPEZ, R. 2008. Determinación de aminas biógenas en vinos de la D.O. Jumilla y D.O. Bullas. *Viticultura y Enología Profesional*. Mayo/Junio

GIL-MUÑOZ, R; MORENO-PÉREZ, A.; VILA-LÓPEZ., R.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A.; GÓMEZ-PLAZA, E. 2009. Influence of low temperature prefermentative techniques on chromatic and phenolic characteristics of Syrah and Cabernet sauvignon wines. *European Food Research*. Aceptado (pendiente de publicación).

GÓMEZ-PLAZA, E; GIL-MUÑOZ; R; LÓPEZ-ROCA,J.M; ORTEGA-REGULES, A; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A. 2008. Studies of the anthocyanin profile of *Vitis Vinifera* intraspecific hybrids (Monastrell x Cabernet Sauvignon). *European Food Research*;

HERNÁNDEZ-JÍMENEZ, A.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; GÓMEZ-PLAZA, E.; LÓPEZ-ROCA, E.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A.; GIL-MUÑOZ, R. 2009. Influencia de la técnica de vinificación sobre la evolución fenólica y de color en vinos de Syrah, Cabernet Sauvignon y Monastrell. *Viticultura y Enología Profesional*. Pendiente de contestación.

LÓPEZ-PÉREZ, A.J.; VELASCO, L.; PAZOS-NAVARRO, M.; DABAUZA, M. 2008. Development of highly efficient genetic transformation protocols for table grape Sugraone and Crimson Seedless at low *Agrobacterium* density. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 94:189-199.

LÓPEZ-PÉREZ, A.J.; CARREÑO, J.; DABAUZA, M. Transformation of embryogenic callus and transgenic plant regeneration in table grapevine Sugraone (*Vitis vinifera* L.): effect of *Agrobacterium tumefaciens* strain. *Acta Horticulturae*, 2008 (en prensa).

MARTINEZ-CUTILLAS, A., ROMERO, P., FERNANDEZ, J.L. 2007. Técnicas de riego deficitario en el cultivo de la vid. *Dossier, Viticultura y Enología, Mundo rural*, 5 pp.

PÉREZ-PÉREZ, J.G., ROMERO, P., NAVARRO, J.M., BOTÍA, P. 2008a. Response of sweet orange cv 'Lane late' to deficit irrigation strategy in two rootstocks. I: Water relations, gas exchange and vegetative growth. *Irrigation Science*, 26: 415-425.

PÉREZ-PÉREZ, J.G., ROMERO, P., NAVARRO, J.M., BOTÍA, P. 2008b. Response of sweet orange cv 'Lane late' to deficit irrigation strategy in two rootstocks. II: Flowering, fruit growth, yield and fruit quality. *Irrigation Science*, 26:519-529.

WALKER, D.J., ROMERO, P.; DE HOYOS, A., CORREAL, E. 2008. Seasonal changes in cold tolerance, water relations and accumulation of osmolytes in *Atriplex halimus*. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 217-224.

YIN, X. STRUIK, PC., ROMERO, P., HARBINSON, J., EVERS, JB., VAN DER PUTTEN, PEL., VOS, J. 2008. Using combined measurements of gas exchange and chlorophyll fluorescence to estimate parameters of a biochemical C3 photosynthesis model: A critical appraisal and a new integrated approach applied to leaves in a wheat (*Triticum aestivum*) canopy. (Aceptado y Enviada la primera revisión). *Plant, Cell and Environment* (fecha de publicación estimada finales de 2008, 2009).

■ Participación en congresos y reuniones científicas

COS-TERRER, J.E.; CARRILLO-NAVARRO, A.; DABAUZA, M.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M.A. 2007. Germinación in vitro de embriones de melocotón sometidos a distintos tiempos de estratificación y tratamientos con GA3. *VII Reunión de la Sociedad Española de Cultivo in vitro de Tejidos Vegetales*. Alcalá de Henares, Madrid.

DABAUZA, M., COS-TERRER, J.; LÓPEZ-PÉREZ, A.J.; LÓPEZ-ROMERO, M.; PAZOS-NAVARRO, M. 2007. Embriogénesis somática y transformación genética de la vid. *2ª Reunión de la Red Temática de Cultivo in Vitro y Transformación Genética de Especies Frutales*. Alcalá de Henares, Madrid.

DABAUZA, M.; LÓPEZ-PÉREZ, A.J.; COS-TERRER, J.; LÓPEZ-ROMERO, M.; PAZOS-NAVARRO, M. 2007. Transformación de callo embriogénico y regeneración de plantas transgénicas de vid (*Vitis vinifera* L.) *VII Reunión de la Sociedad Española de Cultivo in vitro de Tejidos Vegetales*. Alcalá de Henares, Madrid.

DABAUZA, M.; PAZOS-NAVARRO, M.; LÓPEZ-ROMERO, M. 2008. Somatic embryogenesis and plant regeneration of Monastrell (*Vitis vinifera* L.) a red wine variety. *First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species*. Dresden, Alemania.

DABAUZA, M.; VELASCO, L.; PAZOS-NAVARRO, M.; HELLÍN, P.; FLORES, P. 2008. Transgenic plant regeneration of grapevine over-expressing the stilbene synthase 1 gene from *Vitis vinifera*. *First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species*. Dresden, Alemania.

EVERS, J.B., VOS, J., ROMERO, P., YIN, X., VAN DER PUTTEN, P.E.L. KANG, M. Z., STRUIK, P.C. 2007. Extending a functional-structural plant model of spring wheat with sub-models for photosynthesis and carbon distribution. *Proceedings of the 5th International Workshop on Functional-Structural Plant Models*, Napier, New Zealand November 4-9, 2007. pp: 16-1 -16-4.

GIL-MUÑOZ, R. Parámetros de calidad en diferentes zonas de la D.O. Jumilla. *Jornadas de Transferencia de Resultados IMIDA-UMU*. Jumilla. Junio 2008.

GIL-MUÑOZ, R.; MORENO, A.; LÓPEZ-ROCA, J.M; MARTINEZ-CUTILLAS, A.; GÓMEZ-PLAZA, E. Efectos de la utilización de enzimas seleccionados sobre parámetros cromáticos de Syrah y Cabernet Sauvignon durante el periodo de maceración. *Macrowine 2008*. Montpellier (Francia). Junio 2008.

HERNÁNDEZ-JÍMENEZ, A.; GIL- MUÑOZ, R.; APOLINAR-VALIENTE, R; LÓPEZ-ROCA, J.M.; ROS-GARCIA, J.M.; GOMEZ-PLAZA, E. Anthocyanin and flavonol of grapes from intraspecific hybrids of *Vitis Vinifera* (Monastrell x Cabernet Sauvignon) and their extraction into de wine. *XIV Interational Conference on Polyphenols*. Salamanca. Julio 2008.

HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, A.; GIL-MUÑOZ, R.; LÓPEZ-ROCA, J.M.; MARTINEZ CUTILLAS, A.; GÓMEZ PLAZA, E. The inheritance of the anthocyanin and flavonol profile in *Vitis vinifera* intraspecific hybrids. *ASEV 59th Annual Meeting*. Portland (Oregon). Junio 2008.



HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, A.; GIL- MUÑOZ, R.; LÓPEZ-ROCA, J.M.; MARTINEZ CUTILLAS, A.; GÓMEZ PLAZA, E. Flavonols in red and white grapes arising from intraspecific crosses from Monastrell X Syrah. *First International Symposium on Biotechnology of fruit species*. Dresden (Alemania). Septiembre 2008

LÓPEZ-ROMERO, M.; COS-TERRER, J.; PAZOS-NAVARRO, M.; DABAUZA, M. 2007. Conservación de callo embriogénico de vid mediante encapsulación en alginato y baja temperatura. *VII Reunión de la Sociedad Española de Cultivo in vitro de Tejidos Vegetales*. Alcalá de Henares, Madrid.

MORENO-PÉREZ, A.; HERNÁNDEZ-JÍMENEZ, A.; VILA- LÓPEZ, R.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTINEZ- CUTILLAS, A.; GIL- MUÑOZ, R. Influence of cold wine-making over phenolic composition of Syrah, Cabernet Sauvignon and Monastrell wines. *XIV Interational Conference on Polyphenols*. Salamanca. Julio 2008.

PAZOS, M.; LÓPEZ, M.; COS, J.; DE HOYOS, A.; ARNAU, V.; CORREAL, E.; DABAUZA, M. 2007. Acclimatization and establishment of micropropagated plants of *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton. *3rd International Symposium on Acclimatization and Establisment of Micropropagated Plants*. Faro, Portugal.

ROMERO AZORÍN, P., FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.I., VILA LÓPEZ, R., GIL MUÑOZ, R., MARTÍNEZ CUTILLAS, A. Effects of regulated deficit irrigation on yield and grape quality in Monastrell grapevines under semiarid conditions. *VIIth International Terroir Congress*. Nyon (Suiza). Mayo 2008.

ROMERO, P., FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I., VILA-LÓPEZ, R., GIL MUÑOZ, R., MARTINEZ-CUTILLAS, A. 2008. Effects of regulated deficit irrigation on yield and grape quality in Monastrell grapevine under semiarid conditions. *VII Congres Internacional des terroirs viticoles*. 2008. Nyon Suiza, 19-23 May, pp.382-387.

VILA LÓPEZ, R., ROMERO, P. FERNÁNDEZ, J.I., MARTINEZ-CUTILLAS, A., GIL MUÑOZ, R. 2008. Zoning influence in chromatic parameters in monastrell grape. *VII Congres Internacional des terroirs viticoles*. 2008. Nyon Suiza, 19-23 May, pp.654-658.

VILA LÓPEZ, R., ROMERO AZORÍN, P., FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J.I., MARTÍNEZ CUTILLAS, A., GIL MUÑOZ, R. Zoning influence in chromatic parameters in Monastrell grape. *VIIth International Terroir Congress*. Nyon (Suiza). Mayo 2008.

VILA-LÓPEZ, R.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; GIL-MUÑOZ, R.; MARTINEZ-CUTILLAS, A. Determinación rápida mediante espectrofotometría FT-IR de la madurez fenólica de la uva. *31st World Congress of Vine and Wine*. Verona (Italia). Junio 2008.

Equipo de Uva de Mesa

■ Proyecto de obtención de variedades de uva de mesa adaptadas a las condiciones agroclimáticas de la Región de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	Convenio entre IMIDA, INIA e ITUM. CC03-058
Investigador responsable	Juan Carreño Espín
Equipo	Manuel Tornel Martínez Laura Teruel García Juan Carreño Ruiz

OBJETIVOS

Obtener variedades de uva de mesa que respondan a las siguientes características:

- Ausencia de semillas (apirenas).
- Maduración temprana o tardía.
- Poco exigentes en técnicas de cultivo y en mano de obra.
- Productivas y con buen tamaño de racimos y bayas.
- Resistentes a la manipulación y transporte.
- Buena calidad organoléptica.

RESULTADOS OBTENIDOS

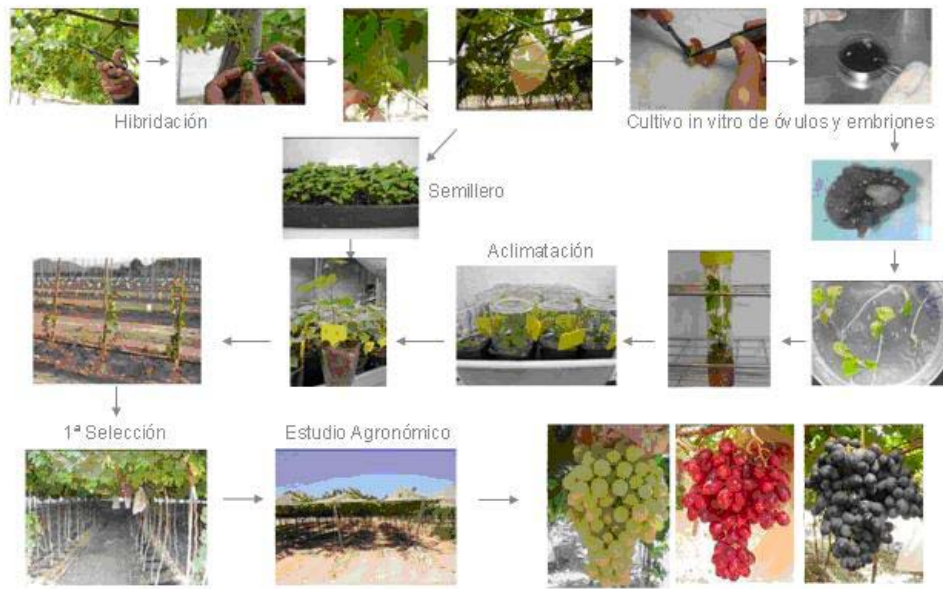
En el periodo 2003-2008 en el que el programa de obtención de nuevas variedades se está realizando conjuntamente entre IMIDA e ITUM y con la participación de INIA en el periodo 2005-2008 se han obtenido un total de 48.192 nuevos híbridos de los que 338 han sido seleccionados e injertados para su estudio en la parcela de estudio agronómico (Tabla 1). Actualmente hay 39.942 híbridos en la parcela de preselección que están siendo estudiados y de los que se irán seleccionando nuevos híbridos para su plantación y estudio en las parcelas de estudio agronómico. Quedan 111 híbridos en la parcela de estudio agronómico que están siendo estudiados, tanto para ser utilizados como parentales en nuevas hibridaciones como para la optimización de técnicas de cultivo y su posterior propuesta para registro como variedades de aquellos híbridos que destaquen. De todos ellos en este último año se han presentado los 17 mejores que son los candidatos para su registro como nuevas variedades.

Tabla 1 Hibridaciones, plantas obtenidas y seleccionadas durante los años 2003 al 2008.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL
Nº racimos hibridados	688	1.001	625	630	634	640	4.218
Nº de esbozos cultivados in vitro	30.275	32.067	27.740	38.402	10.157	10.708	149.349
Nº de semillas obtenidas y sembradas	13.781	11.300	15.737	21.745	32.150	34.579	129.292
Nº de plantas obtenidas y plantadas	2.850	5.652	3.588	12.940	8.312	14.850	48.192
Híbridos arrancados				2.748	5.502		8.250
Nº Híbridos en campo	2.850	8.502	12.090	22.282	25.092	39.942	39.942
Híbridos injertados para estudio agronómico	93	116	25	38	35	31	338
Híbridos arrancados de estudio agronómico			19	204	4		227
Híbridos existentes en parcela agronómico	93	209	215	49	80	111	111
Híbridos presentados en reunión con socios			27	54	33	17	



Programa de obtención de nuevas variedades. ITUMA- IMIDA- INIA



Presentación de las selecciones a los socios de ITUMA.



01-144-7



03-434-7



03-356-5



03-189-36



03-189-6



03-672-101

Híbridos seleccionados para su registro como variedades.

■ A genomic approach to the identification of the genetic and environmental components underlying berry quality in grapevine

Entidad financiadora y Referencia	Genoma España-Genoma Canadá. GRAPEGEN
Investigador responsable	Juan Carreño Espín
Equipo	Manuel Tornel Martínez José Luis Cenis Anadón (Coordinador del subproyecto de Biotecnología) Leonor Ruiz García Celia Martínez Mora M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil (Coordinadora del subproyecto de Calidad y Garantía Alimentaria) M ^a Pilar Hellín García José Fenoll Serrano Ángela Manso Asensio

OBJETIVOS

El objetivo general fue el desarrollo y aplicación de herramientas genéticas y moleculares que faciliten el análisis funcional del genoma de *Vitis vinifera*, y que permitan identificar los genes y secuencias génicas responsables de la variación fenotípica para los caracteres de calidad de baya de la vid. Para este fin, se plantearon tres objetivos concretos:

1. Establecimiento de recursos genómicos para la identificación de genes y proteínas asociados con caracteres de calidad de la baya en *Vitis vinifera*.
2. Establecimiento de recursos para el análisis funcional relacionado con los caracteres de calidad de la baya en *Vitis vinifera*.
3. Identificar señales celulares y vías metabólicas relacionadas con el desarrollo y calidad de la baya y predecir cómo estas vías son modificadas por el microclima y prácticas frecuentes de viticultura así como por diferencias genéticas entre cultivares de vid.

Para la consecución de estos objetivos generales el grupo de investigación del IMIDA se planteó los siguientes objetivos concretos:

Equipo de Uva de Mesa:

- Obtención, mantenimiento y cultivo de la progenie Moscatel de Hamburgo x Sagraone
- Evaluación de caracteres agronómicos, fenológicos y morfológicos de los parentales e híbridos de esta progenie.

Equipo de Biotecnología:

- Construcción de mapas genéticos con marcadores moleculares tipo microsatélites (SSR, Simple Sequence Repeat) y SNP (Single Nucleotide Polymorphism).
- Identificación y localización de QTLs (Quantitative Trait Loci) responsables de los caracteres de interés.

Equipo de Calidad y Garantía Alimentaria:

- Caracterización y análisis de metabolitos durante el proceso de maduración de la uva para identificar los determinantes genéticos responsables de los niveles de expresión génica en el proceso de maduración de Moscatel de Hamburgo y de Sugaone.
- Caracterización y análisis de metabolitos en la baya madura para identificar los determinantes genéticos responsables de la calidad de la uva de mesa.

RESULTADOS OBTENIDOS**Obtención, mantenimiento y cultivo de la progenie Moscatel de Hamburgo x Sugaone.**

Se realizó el cruzamiento entre las variedades Moscatel de Hamburgo (MH) y Sugaone (SO), obteniéndose 86 híbridos segregantes para caracteres de interés. Esta progenie se estableció y mantuvo en un parral cubierto con malla situado en la finca experimental de Torreblanca (Torrepacheco, Murcia). En el año 2004 se realizaron hibridaciones adicionales de este cruce obteniendo 65 nuevos híbridos. En el 2005 se realizó una plantación con tres réplicas de cada uno de los 151 híbridos obtenidos y de los parentales, para tener una mayor producción de cada híbrido y poder realizar una mejor evaluación fenotípica de los mismos.



Evaluación de caracteres agronómicos, fenológicos y morfológicos de los parentales e híbridos de esta progenie.

MH es una variedad de maduración intermedia, con semilla, hollejo de color violeta oscuro, intenso sabor moscatel y de textura blanda. Es muy productiva y vigorosa con un índice de fertilidad próximo a 1.8. Su contenido en azúcar es alto, alcanzando en maduración hasta 20° Brix. Por otro lado, SO es una variedad de maduración temprana, apirena (ausencia de semillas), hollejo amarillo, sabor neutro y textura crujiente. Esta variedad es menos productiva, con un índice de fertilidad próximo a 0.6. Su contenido en azúcar es menor, alcanzando en maduración entre 14-16° Brix. La progenie, formada inicialmente por 86 híbridos, ha sido evaluada fenotípicamente por el equipo de Uva de Mesa y el equipo de Biotecnología del IMIDA durante las campañas 2005, 2006 y 2007, tanto para caracteres fenológicos como morfológicos. Los caracteres fenológicos considerados han sido: tiempo de brotación, índice de fertilidad, tiempo de envero, tiempo de floración y fecha de maduración. También se evaluaron los siguientes caracteres morfológicos: tamaño de baya, peso de racimo, color de la baya, consistencia de la baya o textura, sabor moscatel y apirenia (presencia y número de semillas y/o esbozos seminales).



Figura 1 Datos fenológicos y morfológicos de la progenie.



Figura 1 Datos fenológicos y morfológicos de la progenie.

Para la mayoría de los caracteres evaluados en la campaña 2007, se obtuvieron segregaciones transgresivas, excepto para el sabor moscatel, textura y color del hollejo. La brotación se produce entre el 13 de marzo y el 18 de abril, siendo SO el parental más temprano. MH presentó un índice de fertilidad mayor que SO (1,7 y 0,7 respectivamente). El 60% de la progenie tuvo valores intermedios al de los parentales. La floración se produce entre el 8 y el 22 de mayo. La mayoría de los híbridos florecieron igual que SO (35%) y MH (25%), mientras que el 40% presentó un fenotipo transgresivo, floreciendo antes que



SO el 35% y más tarde que MH el 5%. El tiempo de envero osciló entre el 18 de junio y el 27 de julio. Únicamente un 4% de la progenie enveró antes que SO y un 3% lo hizo más tarde que MH. Finalmente, el tiempo de maduración osciló entre el 16 de julio y el 3 de septiembre, con un 30% de la progenie de maduración más temprana que SO y un 31% más tarde que MH.

Los niveles de sabor moscatel encontrados en MH estuvieron presentes sólo en el 8% de la progenie, mostrando el 63% de los híbridos un sabor neutro como SO, y un 29% un sabor intermedio. El peso de los racimos estuvo entre 200 y 1600 g, presentando un peso intermedio entre el de ambos parentales el 30% de la progenie, mientras que el 31% presentó un peso similar al de SO y un 15% igual al de MH. El peso de la baya osciló entre 2 y 10 g, con un 51% de la progenie con un peso de baya similar al de MH, un 19% similar a SO, un 28% menor que MH y sólo un 2% mayor que SO. El rango del diámetro de la baya fue de 14-26 mm. Un 32% de los híbridos presentaron un diámetro menor que MH y sólo un 1% presentó un diámetro mayor que SO. La mitad de los híbridos presentaron bayas blandas como MH y sólo un 8% presentaron bayas tan crujientes como SO. La mitad de la progenie presentó bayas con el hollejo de color amarillo como SO y el resto coloreado, con diferentes grados de coloración. Respecto a la apirenia, únicamente entre el 16-28% de los híbridos se pueden clasificar como apirenos o ausencia de semillas.

Construcción de mapas genéticos con marcadores moleculares.

Para la construcción de los mapas de ligamiento, se utilizaron 151 híbridos procedentes del cruzamiento entre las variedades Moscatel de Hamburgo x Sugaone, así como las variedades parentales. Se emplearon 242 marcadores polimórficos, de los cuales, 134 fueron del tipo microsatélite (SSRs) y 108 fueron marcadores SNPs (Single Nucleotide Polymorphism), generados dentro del proyecto GRAPEGEN por el equipo del CNB-CSIC (Lijavetzky et al. 2007). Se aisló ADN de hojas jóvenes utilizando el kit de extracción DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen). Para el análisis con SSRs, el genotipado de los parentales y de la progenie se llevó a cabo utilizando marcaje con fluorescencia de los cebadores sentido, y separando los productos de amplificación mediante un secuenciador ABI-Prism 3730 (Applied Biosystems). Los datos del secuenciador se procesaron con el programa GeneMapper™ Software v3.5. Ambos progenitores y 8 híbridos fueron inicialmente genotipados con 164 microsatélite loci para seleccionar aquellos polimórficos y por tanto útiles para el mapeo. 134 de ellos se seleccionaron para la construcción de los mapas en base al tipo de segregación y a su posición en otros mapas de vid de referencia para cubrir todos los grupos de ligamiento. De los 242 marcadores, 55 fueron homocigotos para MH y 81 lo fueron para SO (segregación del tipo <aaxab> y <abxaa>). 106 marcadores tipo SSRs fueron heterocigotos en ambos parentales: 35 fueron marcadores parcialmente informativos, tipo <abxab>, y 71 fueron completamente informativos, tipo <abxac> y <abxcd>.

La construcción de los mapas se llevó a cabo utilizando el programa JoinMap v3.0 (Van Ooijen and Voorrips 2001). Como resultado, se generaron mapas independientes para Moscatel de Hamburgo (MH) y Sugaone (SO), con un tipo de población DH, y un mapa consenso o integrado con un tipo de población CP, con $LOD > 4$ y $REC < 0.4$ como valores umbrales. Las distancias del mapa se estimaron utilizando la función de Kosambi (Kosambi 1944). La numeración de los grupos de ligamiento (GL) se realizó siguiendo la establecida

por Riaz et al. (2003) y Adam-Blondon et al. (2004). La longitud obtenida para el mapa de MH ha sido de 932 cM, y de 747 cM para SO, con una distancia media entre marcadores de 5 y 4,6 cM respectivamente (Figura 2).

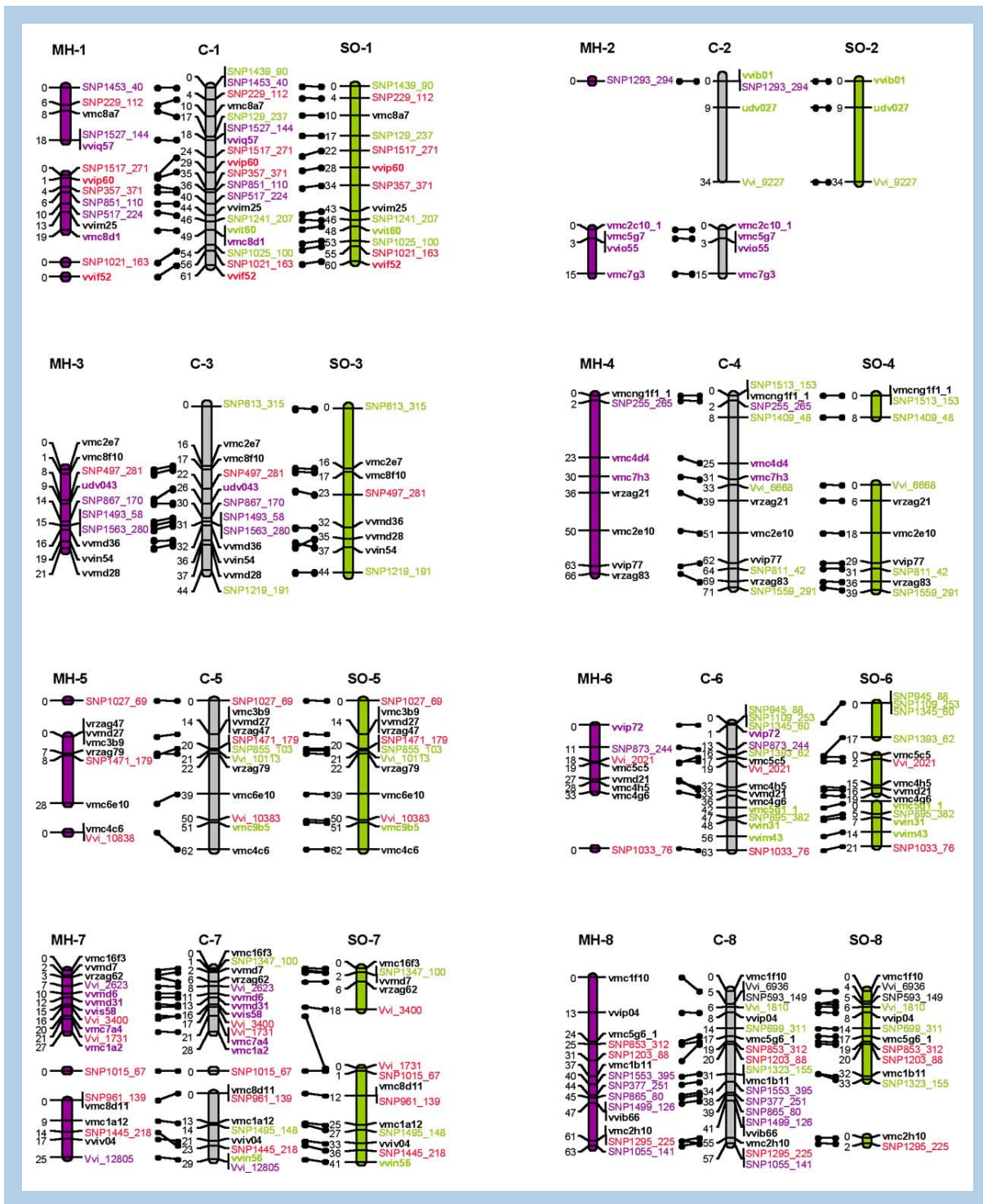


Figura 2 Mapas de ligamiento obtenidos de **Moscatel de Hamburgo** (MH), **Sugraone** (SO) y Consenso (C). Código de colores: Violeta, marcadores heterocigotos para Moscatel de Hamburgo y ausentes en (abxaa). Verde: marcadores ausentes en Moscatel de Hamburgo y heterocigotos para Sagraone (aaxab). Rojos: marcadores parcialmente informativos heterocigotos para ambos parentales (abxab). Negro: marcadores totalmente informativos heterocigotos para ambos parentales (abxcd, abxa)

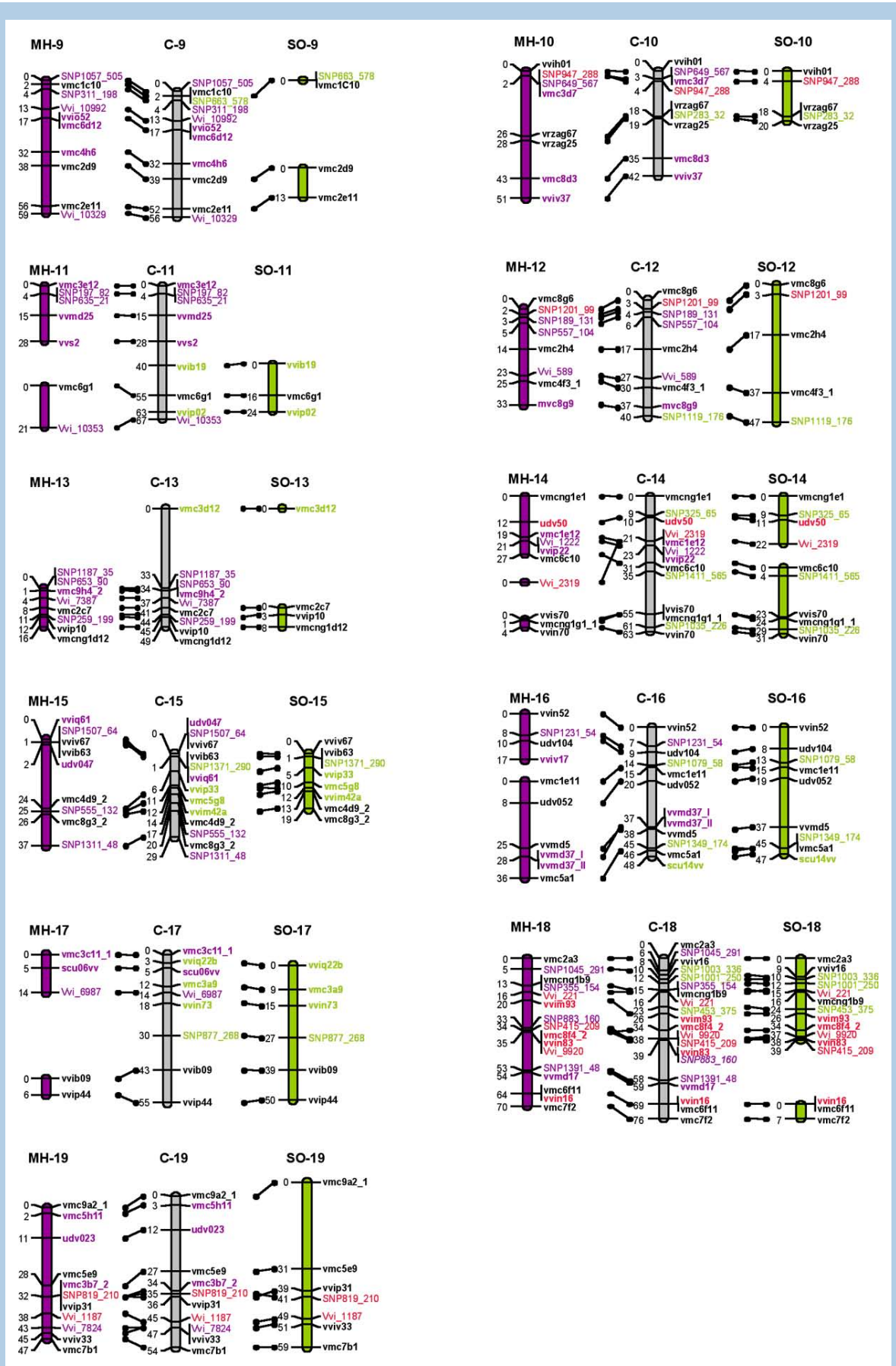


Figura 2 Continuación.

Identificación y localización de QTLs (Quantitative Trait Loci) responsables de los caracteres de interés.

La evaluación de la progenie F1 para caracteres agronómicos, fenológicos y de calidad, junto con la construcción de los mapas de ligamiento, ha sido utilizada para el análisis de QTLs llevado a cabo con el programa MapQTL 4.0 (Van Ooijen et al., 2002). Se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (KW) y el método del Intervalo Simple de Mapeo (ISM). Para el método ISM, se determinó un LOD umbral calculado con test de 1000 permutaciones para un error del 5%. Los QTLs fueron clasificados en base a su robustez estadística, como significativos cuando el LOD detectado fue mayor que el umbral establecido para un error del 5%, o sugerentes cuando el LOD detectado es superior al umbral establecido para el GL con un error del 5%. Se consideran QTLs consistentes cuando al menos se identifican durante dos campañas. No hemos podido detectar ningún QTL estable (QTL presente en dos años diferentes al menos) para ninguno de los caracteres relacionados con la fenología de la planta, excepto para fertilidad y tiempo de envero. Nuestros resultados sugieren la existencia de un QTL en el GL15 para índice de fertilidad, que explicaría el 18% de la varianza fenotípica, y otro para tiempo de envero en el GL16. Con respecto a la textura, se ha identificado un QTL significativo en el GL18, que explicaría entre un 23-29% de la varianza, y dos QTLs sugestivos en el GL9 y GL5, que explicarían entre el 14-23% y 14-17% de la varianza, respectivamente. Tres QTLs sugestivos se han identificado repetidamente para el tamaño de baya en el GL17 (20-43% varianza explicada), GL18 (16-19% varianza explicada)

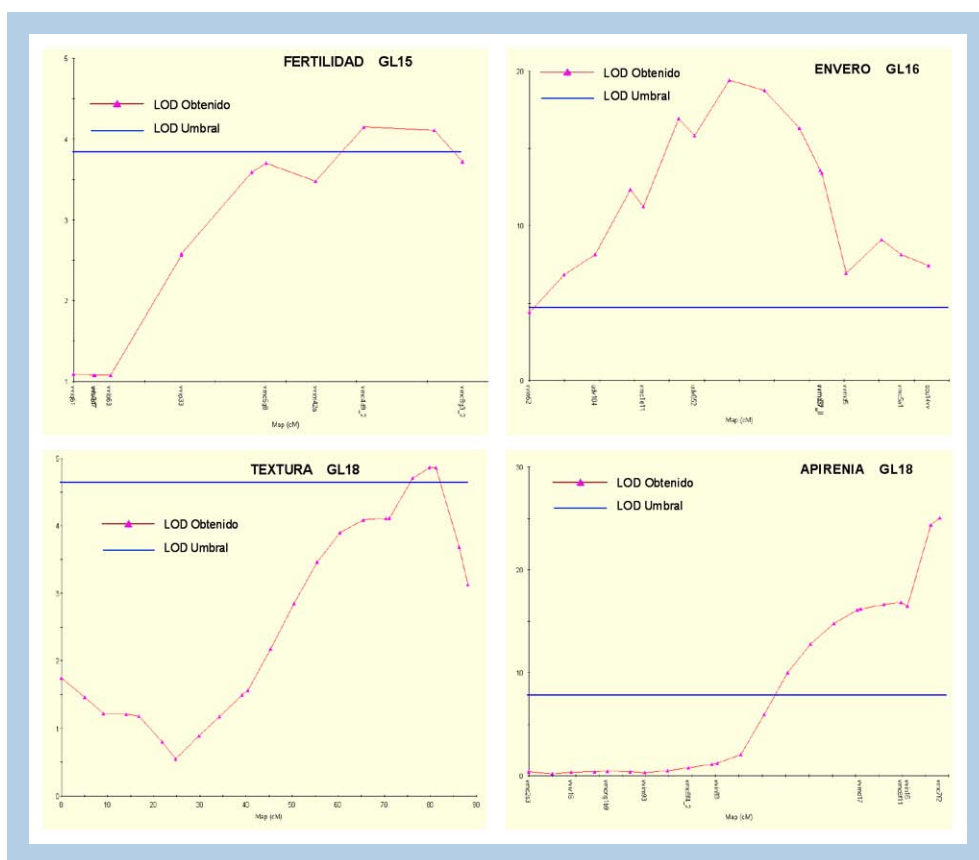


Figura 3 Ejemplos de QTL identificados para algunos caracteres.

y GL13 (21-23% varianza explicada). Un sugestivo QTL se localizó para aroma moscatel, mediante su evaluación por un panel de cata, en el GL5 (20-23% varianza explicada). Hemos encontrado un QTL significativo para el color del hollejo en el GL2, y otro sugestivo en el GL6 (91-93% varianza explicada). Respecto a la apirenia, se encontraron dos QTLs en el GL18 (18-21% varianza explicada) y GL11 (41-51% varianza explicada) para el número total de semillas. Un QTL significativo se encontró en el GL18 (70-75% varianza explicada), y dos sugestivos en el GL9 (71-79% varianza explicada) y GL10 (75% varianza explicada) para el peso seco total de semillas y/o esbozos seminales. En colaboración con el equipo de Calidad y Garantía Alimentaria del IMIDA, que evaluó durante dos campañas la progenie para su contenido en azúcares, ácidos orgánicos y componentes antocianicos, analizamos posibles QTLs para estos compuestos metabólicos, pero no se detectaron QTLs estables para ninguno de ellos.

Caracterización y análisis de metabolitos durante el proceso de maduración de la uva para identificar los determinantes genéticos responsables de los niveles de expresión génica en el proceso de maduración de Moscatel de Hamburgo (MH) y de Sagraone (SO).

El análisis físico-químico y de los metabolitos contenidos tanto en Moscatel de Hamburgo (MH) como en Sagraone (SO), se ha llevado a cabo durante 2006 y 2007. Las bayas fueron recolectadas y clasificadas en seis etapas de maduración. Para MH, se consideraron las siguientes etapas: 1) verde y diámetro superior a 15 mm, 2) 50% envero; 3) 100% envero, y a partir de este punto se clasificaron de acuerdo con su concentración en sólidos solubles que se determinó mediante la densidad en diferentes soluciones de sal 4) densidad entre 100-110 g / L; 5) 110-130 g / L, y 6) 130-150 g / L, mientras que para SO, las etapas consideradas fueron: 1) verde con diámetro superior a 15 mm, 2) densidad inferior a 60 g / L 3) densidad entre 60-80 g / L 4) 80-100 g / L; 5) 100-110 g / L, y 6) 110-130 g / L. En estos estadios se han determinado los sólidos solubles totales (SST), la acidez, el pH, el índice de madurez (MI), el color, la textura, los ácidos orgánicos individuales, los azúcares individuales, los antocianos y los compuestos volátiles y potencialmente volátiles. Se produjo un aumento en los sólidos solubles y una disminución de la acidez y del pH en ambas variedades estudiadas. La firmeza de la baya se incrementó ligeramente en ambas variedades entre los estadios 1 (10-13 mm) y 3 (> 15 mm), coincidiendo con el 50 % de envero se produce una drástica caída de la firmeza, que se mantiene hasta el final de la maduración, alcanzando un valor final de 15 N para SO y de 5 N para MH.

El análisis de azúcares y ácidos orgánicos individuales presentes en la baya se realizó mediante una extracción acuosa y posterior análisis por cromatografía líquida (HPLC-IR-DAD). Los azúcares, glucosa y fructosa y los ácidos orgánicos, tartárico y málico fueron los componentes mayoritarios presentes en la uva. En ambas variedades se determinaron similares concentraciones de azúcares que se incrementaron con la maduración. Así mismo se encontraron diferencias significativas entre los dos años estudiados, tanto para los azúcares como para los ácidos orgánicos.

Los antocianos y compuestos fenólicos extraídos de la piel de las bayas pertenecientes a MH (variedad coloreada) se analizaron mediante HPLC-DAD. Se identificaron cinco

compuestos mayoritarios en forma de monoglicosidos de antocianinas (delphinidina 3-glucosido, cianidina 3-glucosido, petunidina 3-glucosido, peonidina 3-glucosido and malvidina 3-glucosido) así como sus conjugados acetil y p-cumaril. Peonidina 3-glucosido y malvidina 3-glucosido fueron los compuestos predominantes presentes durante el periodo de maduración.

Los compuestos responsables del aroma moscatel fueron identificados y cuantificados mediante cromatografía gaseosa (GC-MS). Se han identificado cinco monoterpenos principales que se encuentran tanto en forma libre como glicosilada (linalool, α -terpineol, geraniol, nerol and citronellol). Además se han identificado un total de 23 compuestos volátiles libres en MH y de 21 en SO.

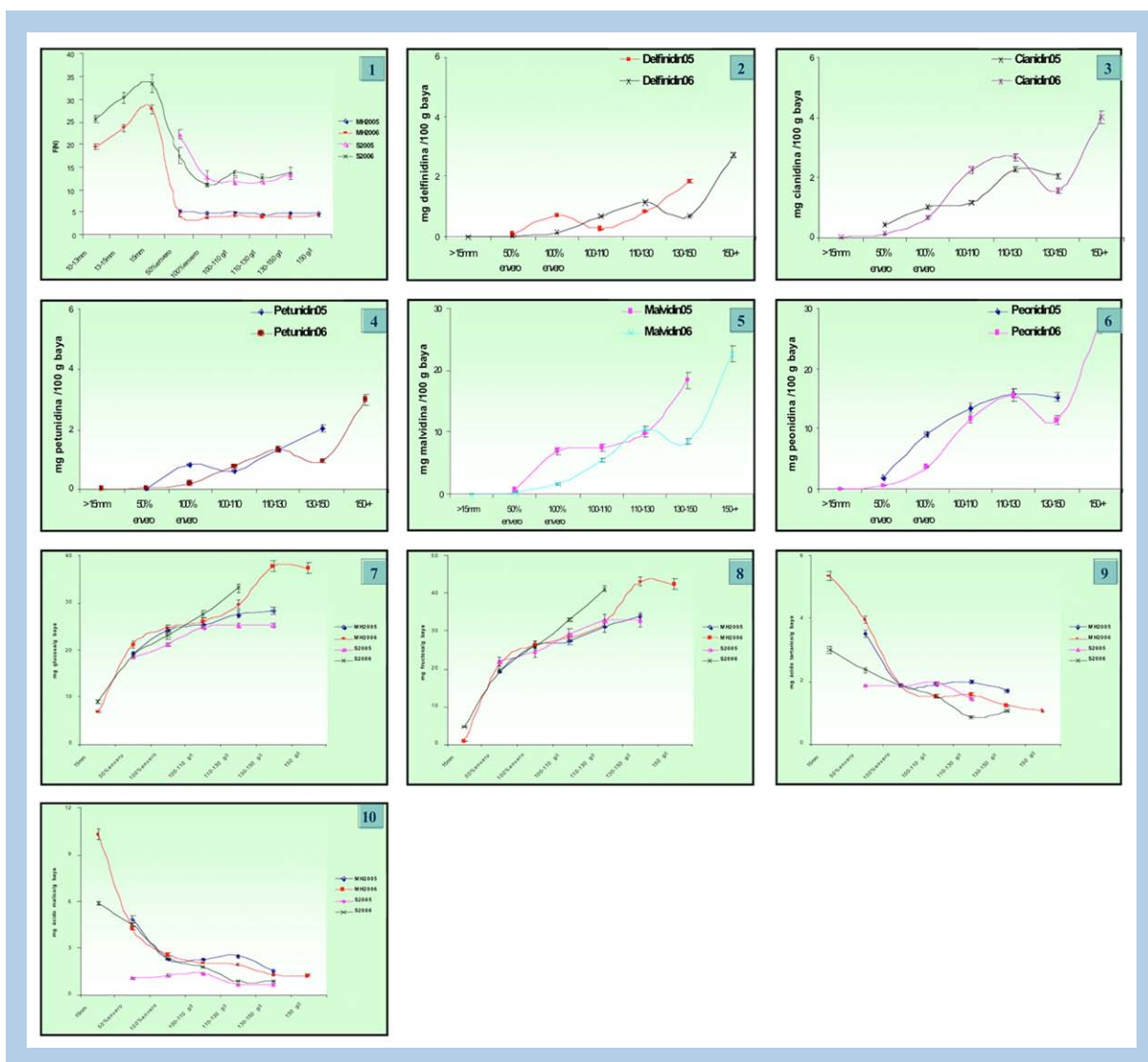


Figura 4 Influencia del año de estudio en la evolución de las características físico-químicas de uva de las variedades Moscatel de Hamburgo y Sagraone. Textura (1), Delphinidina (2), Cianidina (3), Petunidina (4), Malvidina (5), Peonidina (6), Glucosa (7), Fructosa (8), Tartárico (9) y Mállico (10)

Caracterización y análisis de metabolitos en la baya madura para identificar los determinantes genéticos responsables de la calidad de la uva de mesa.

Los metabolitos (glucosa, fructosa, ácidos tartárico y málico y los antocianos, delphinidina 3-glucosido, cianidina 3-glucosido, petunidina 3-glucosido, peonidina 3-glucosido and malvidina 3-glucosido) presentes en la población segregante se determinaron siguiendo la misma metodología que en las variedades, los análisis se realizaron en bayas maduras, con un índice de madurez entre 2 y 2.5 durante dos años. El efecto del año fue significativo tanto para los azúcares como para los ácidos orgánicos mientras que los antocianos mostraron una significativa correlación. ■

■ Genomic Research-Assisted breeding for Sustainable Production of quality GRAPES and WINE (GRASP)

Entidad financiadora y Referencia	M.E.C. ERA-NET PG (Genómica de plantas). GEN2006-27782-C2-2-E
Investigador responsable	Juan Carreño Espín
Equipo	M ^a Pilar Hellín García (Coordinadora del subproyecto de Calidad y Garantía Alimentaria) Manuel Tornel Martínez M ^a Pilar Flores Fernández-Villamil José Fenoll Serrano Scheherezade Fuentes Peralta

OBJETIVOS

Construcción de un mapa genético a partir de una población F1 de Red Globe x Crimson Seedless que permita obtener marcadores moleculares para los principales caracteres de calidad de la uva de mesa. (Colaboración entre IMIDA y el departamento de Genética Molecular de Plantas del CNB-CSIC).

- Caracterización de la población F1 de Red Globe x Crimson Seedless (Equipo de uva de mesa y Equipo de calidad alimentaria).
- Caracterización físico-química de las variedades parentales durante la maduración de las bayas para identificar diferencias significativas a nivel morfológico, bioquímico y genético (Equipo de calidad alimentaria).

Producción y selección de progenies segregantes para resistencia a oidio y mildiu y calidad de bayas (Equipo de uva de mesa en colaboración con The Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof, Siebeldingen, Alemania).

RESULTADOS OBTENIDOS

Caracterización físico-química de las variedades parentales (Red Globe y Crimson seedless) durante la maduración de las bayas para identificar diferencias significativas a nivel morfológico, bioquímico y genético.

Con el fin de determinar en qué estadio de maduración las diferencias entre variedades son estadísticamente más significativas, se ha estudiado la evolución de las características físico-químicas en Red Globe y Crimson Seedless durante la maduración. Bayas procedentes de tres plantas de cada variedad han sido analizadas en tres etapas de la maduración. Pre-verno, (bayas verdes en un racimo que presenta aproximadamente un 50 % de las bayas blandas), el 100% envero (bayas totalmente coloreadas), y madurez (bayas que presentan un índice de madurez entre dos y tres).

Se han determinado los cambios en la acidez, Brix e índice de madurez en ambas

variedades durante la maduración. Se observaron diferencias significativas en la acidez en el valor obtenido antes de la fase de envero y en el valor Brix en la etapa final de maduración entre las dos variedades. Además, durante la pre-pinta y pinta se activan la mayoría de los procesos metabólicos que tienen lugar durante la maduración, es decir, la razón por la que considera muy interesante para analizar la población híbrida en esas etapas. En estas muestras se ha realizado un estudio de la evolución de los tres grupos de metabolitos de mayor relevancia en la calidad de la uva como son ácidos orgánicos y azúcares, aromas y polifenoles. Los resultados obtenidos en el IMIDA se compararon con los perfiles de expresión obtenidos por el grupo del CNB y permitirán establecer el momento de maduración de la baya más relevante para identificar diferencias de expresión entre los dos parentales.

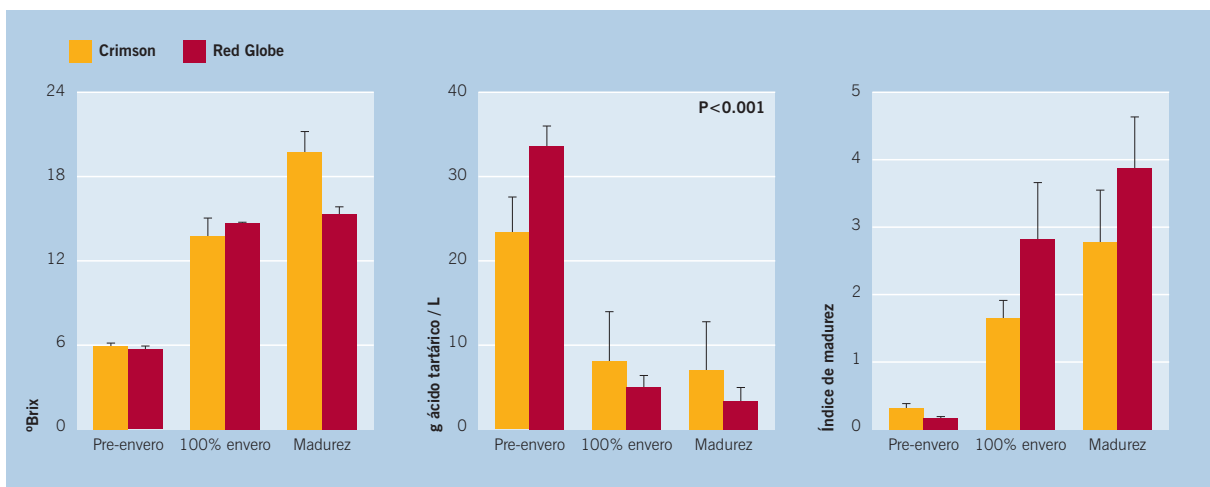


Figura 1 Evolución de la acidez, los sólidos solubles y el índice de madurez de Red Globe y Crimson Seedless durante la maduración.

Caracterización de la población F1 de Red Globe x Crimson Seedless para la construcción del mapa genético.

Se han analizado 287 individuos de la población para los siguientes caracteres:

- Datos fenológicos: brotación, floración, envero y maduración.
- En pre-envero y envero: acidez, sólidos solubles e índice de madurez.
- En maduración: Forma y tamaño de racimo, forma y tamaño de baya, color de baya, textura, contenido en sólidos solubles y acidez, tipo y tamaño de semillas.
- Vigor y productividad (Índice de fertilidad)

Los resultados de esta actividad están siendo utilizados por el grupo de trabajo del CNB-CSIC para llevar a cabo el análisis genético cuantitativo que permita identificar las regiones genómicas más probables de ser responsables de los niveles de cada uno de los distintos metabolitos en estos grupos.

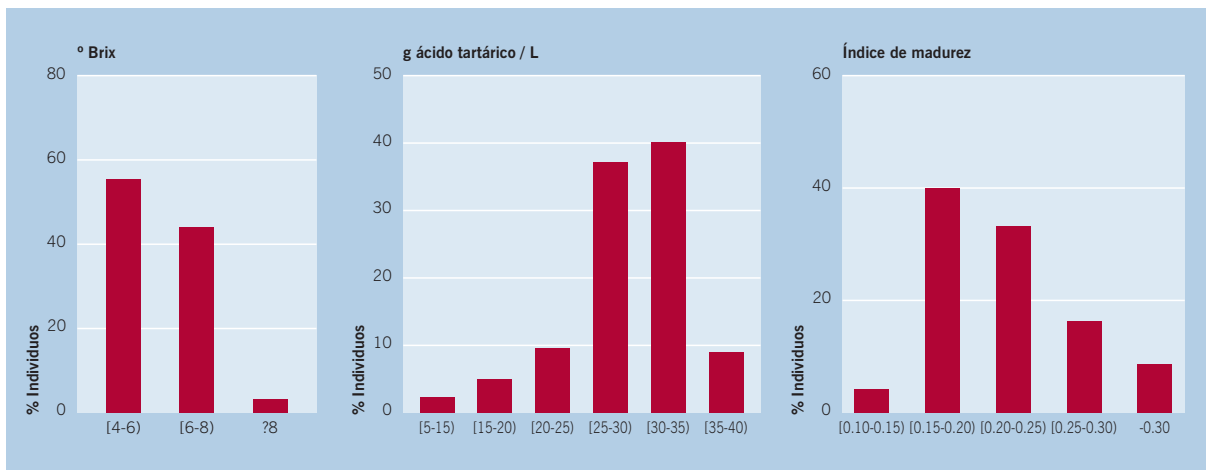
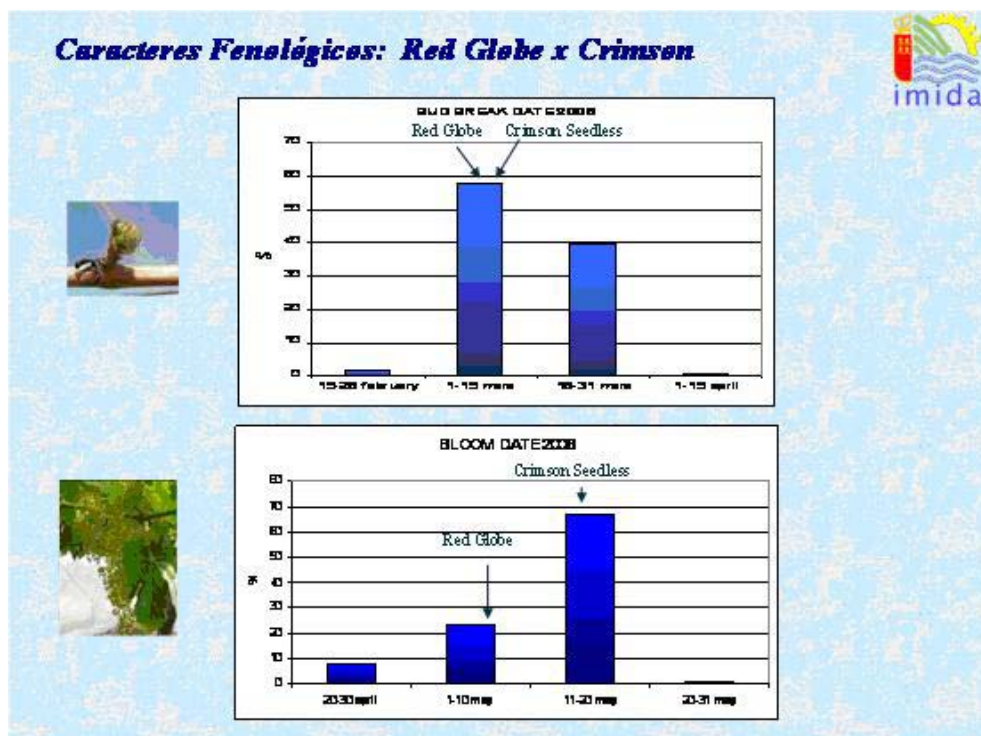
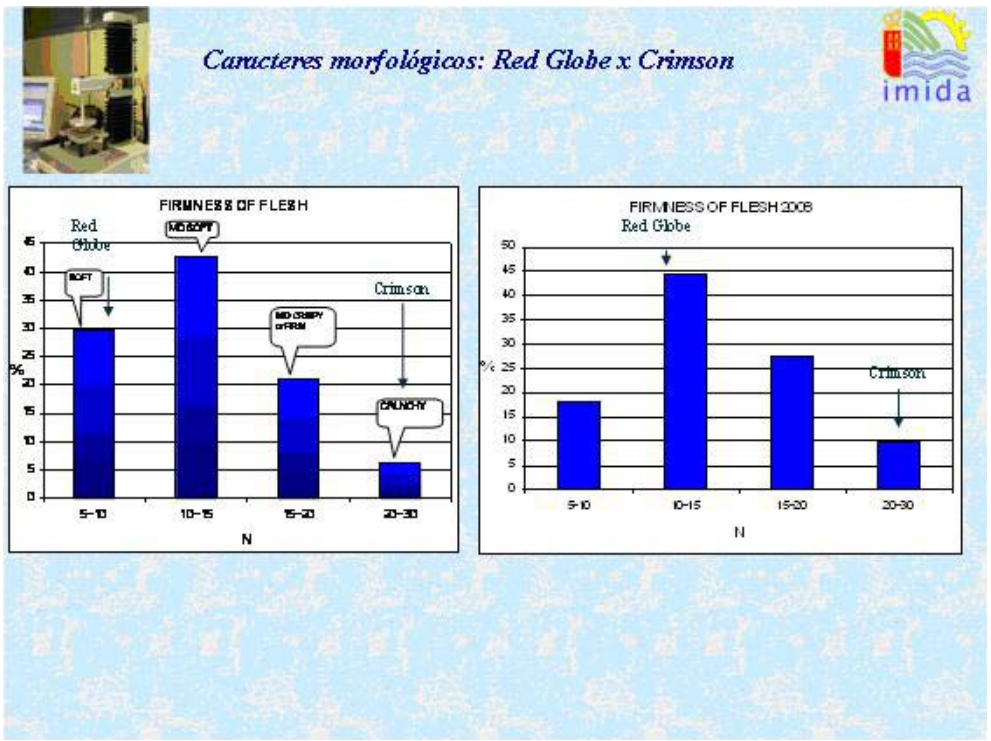
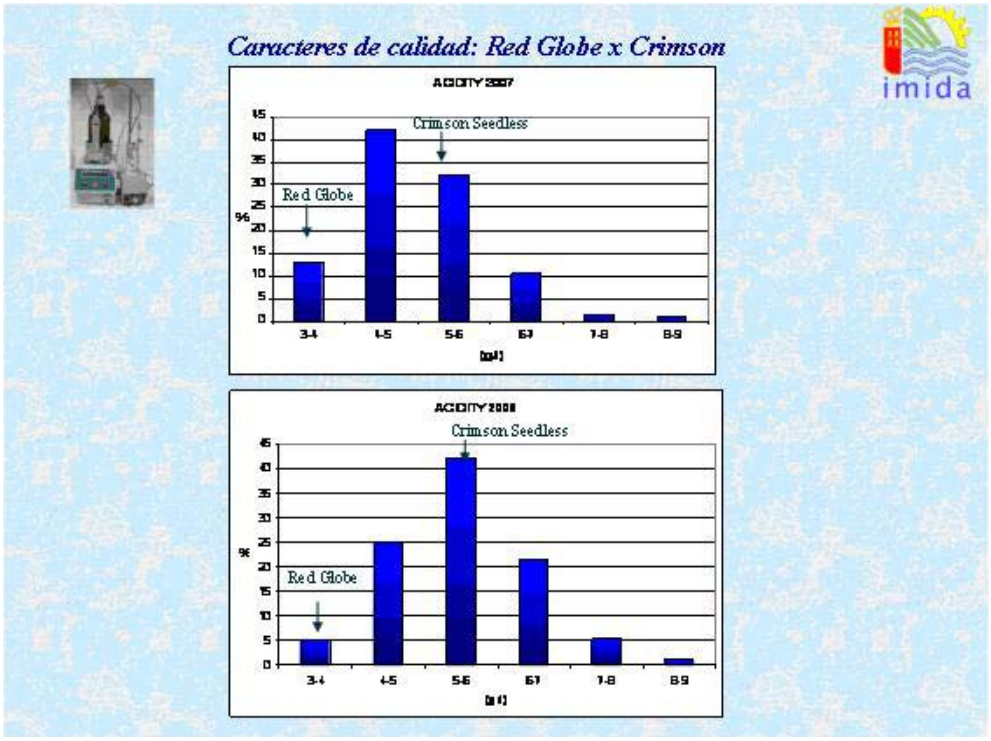
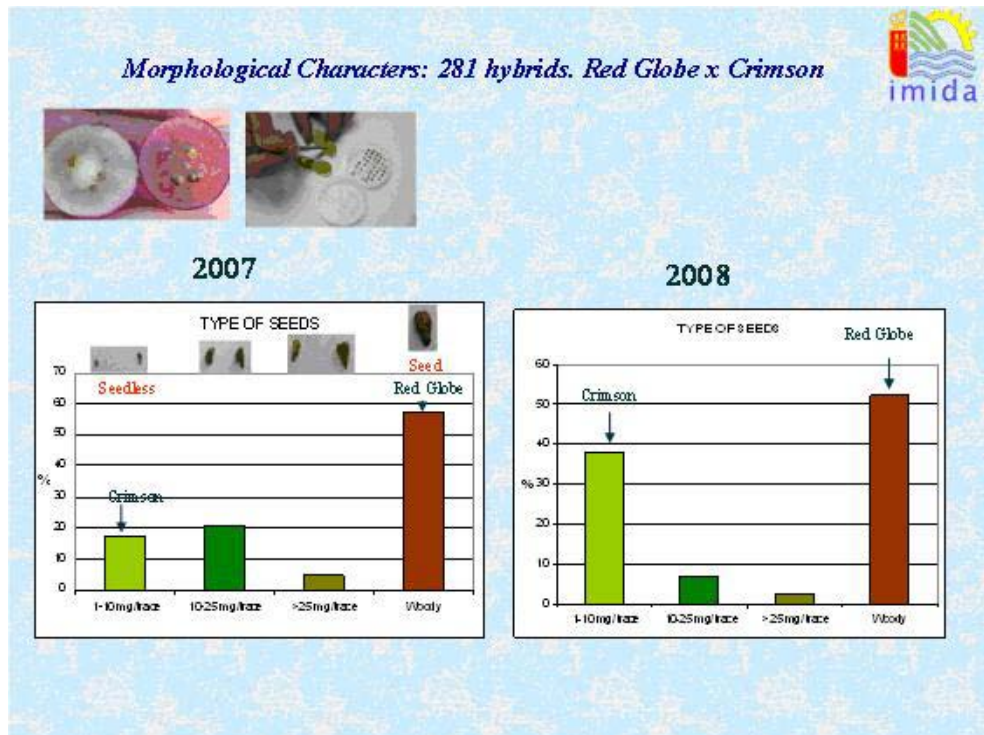


Figura 2 Caracterización química de la progenie Red Globe x Crimson Seedless en el estadio pre-enero.

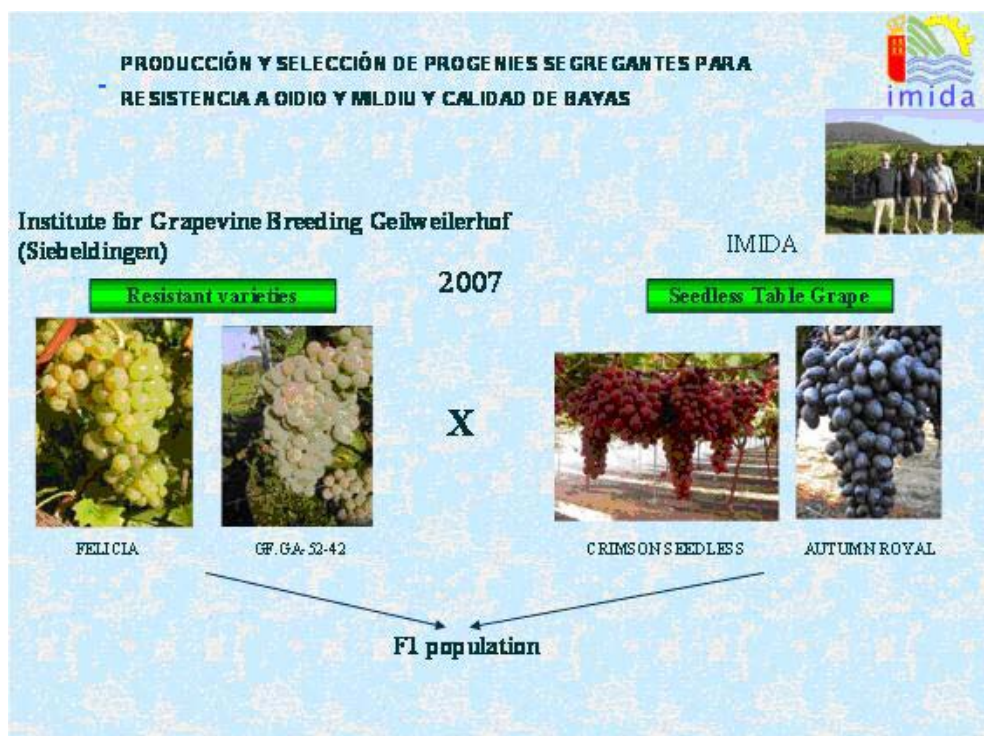


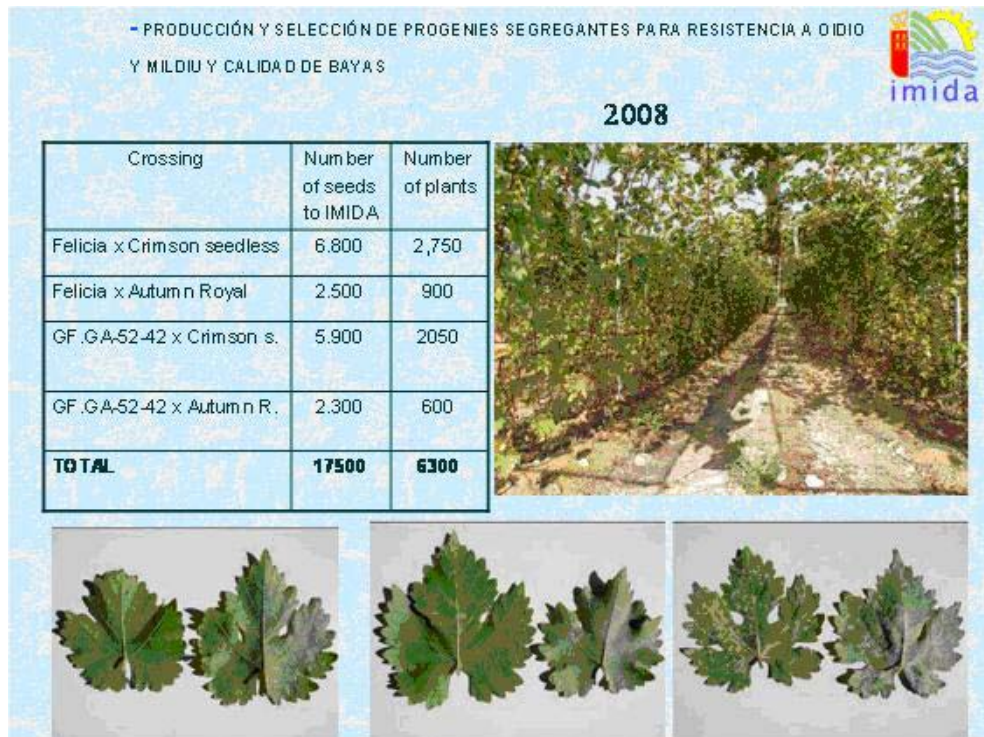




Producción y selección de progenies segregantes para resistencia a oidio y mildiu y calidad de bayas (Equipo de uva de mesa en colaboración con the Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof, Siebeldingen).

Se han hecho 4 cruces entre las variedades resistentes a oidio y mildiu Felicia y GFGA-52-42 del Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof, Siebeldingen, con las variedades de uva de mesa apirenas Crimson Seedless y Autumn Royal. Se han obtenido 6600 plantas que están siendo seleccionadas por su resistencia a los hongos oidio y mildiu. ■





■ Publicaciones científicas y de divulgación

CABEZAS, J. A.; CERVERA, M. T.; RUIZ-GARCÍA, L.; CARREÑO, J.; MARTÍNEZ-ZAPATER, J.M.; 2007: A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. *Genome*, 49: 1572-1585

CARREÑO, I.; MARTÍNEZ-MORA, C.; ARROYO-GARCÍA, R.; CARREÑO, J.; RUIZ-GARCÍA, L. 2008. Estudio Genético de Caracteres de Calidad de la Uva de Mesa. *Actas de Horticultura*. 51: 325-326

FORTEA, M.I.; LÓPEZ-MIRANDA, S.; SERRANO-MARTÍNEZ, A.; CARREÑO, J.; NÚÑEZ-DELICADO, E. 2008. Kinetic characterisation and thermal inactivation study of polyphenol oxidase and peroxidase from table grape (Crimson Seedless). *Food Chemistry*. 113 (4): 1008-1014



OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN





■ Red de Fincas Experimentales Cooperativas (OTRI)

Entidad financiadora y Referencia	IMIDA. POI 07-019
Investigador responsable	Regino Aragón Pallarés

COLABORADORES

Rafael López Técnico Responsable en Transferencia Tecnológica, Consejería de Agricultura y Agua.

Finca Aguamarga (Cieza)

Francisco J. Molina Técnico FECOAM
 Jerónimo Yépez Técnico de la Cooperativa Vega de Cieza
 José Molina Técnico de la Cooperativa ALIMER
 Joaquín Carrillo Técnico de la Cooperativa THADER
 Jesús Yelo Técnico de la Cooperativa Valle de Abarán
 M^a del Carmen Vázquez Técnico de la Cooperativa Campo Cieza
 Francisco Torrente Técnico de la Cooperativa AGRA
 Pedro Luis Pérez Técnico de la Cooperativa Campos de Jumilla
 Juan Sánchez Técnico de la Cooperativa Hondonera

Centro de demostración y Transferencia Tecnológica el Mirador (San Javier)

Antonio José García Técnico de la Cooperativa C.D.T.A. el Mirador
 Fernando Lozano Técnico de la Cooperativa HORTAMIRA
 Luisa Mingorance Técnico de la Cooperativa San Cayetano
 Pedro Martínez Técnico de la Cooperativa GREGAL
 Francisco Vicente OCA Torre Pacheco
 Fernando L. Condes OCA Torre Pacheco
 Antonio Pato OCA Torre Pacheco

Finca Lomo de las Suertes

Miguel Sánchez Técnico de la Cooperativa COATO
 Tomas Paredes Técnico de la Cooperativa COATO

Finca La Pílica

Alfonso Méndez Técnico de la Cooperativa COAGUILAS
 Alfonso Montalbán IMIDA

OBJETIVOS

Valorización de los resultados de la investigación, optimización en la aplicación de fertirrigación a los diferentes cultivos, diversificación de producciones y utilización de técnicas de agricultura sostenible.

RESULTADOS OBTENIDOS

Valoración de las diferentes técnicas y resultados de la Investigación en brócoli, coliflor mini, col lombarda mini, col repollo mini, lechuga romana mini, melón cantalupo, melón galía, sandía, romanesco, pimiento california, tomate, espárrago, uva de mesa, aromáticas, alfalfa, almendro, cítricos y subtropicales. ■



Plantación de Subtropicales en Invernadero (Finca La Piliica).

■ Réseau d'actions concertées en horticulture pour une conduite de l'irrigation précise et économique en eau en SUDOE

Entidad financiadora y Referencia	UE-SUDOE. PRECIRIEG
Investigador responsable	Manuel Erena
Equipo	Luis Rincon Joaquín F. Atenza Pedro García Pedro Pérez Pablo Botia Perez J.G. Consuelo Pellicer Isabel Baños Anabel Tudela

El riego de precisión para una mejor valorización de los recursos hídricos



Los socios:

- En Francia: ACMG, CEMAGREF, ANPN, HORTIS Aquitaine, CIREA.
- En España: IMIDA (Región de Murcia), IVIA (Comunidad Valenciana), IRTA (Cataluña).
- En Portugal: ISA (Lisboa).

Coordinados por la AREFLH.

Agradecimientos:

Quisiéramos agradecer a los responsables del programa INTERREG III B SUDOE su apoyo financiero, sin el cual esta fructífera colaboración no hubiera podido llevarse a cabo tan eficazmente. Esperemos que cuando vuelvan a producirse graves sequías los conocimientos que aquí presentamos ya estén siendo aplicados, de manera que se puedan mitigar las consecuencias.

1. UNA CRECIENTE ESCASEZ DE AGUA

Aunque sujeto al flujo oceánico, **el suroeste de Europa se ve afectado por el cambio climático, que aumenta la variabilidad de las precipitaciones y acrecienta las necesidades de agua** durante las cada vez más frecuentes olas de calor que nos llegan del sur. Se observa un desplazamiento hacia el norte de la escasez de agua, lo que aumenta el déficit medio durante el principal período de cultivo, de abril a septiembre, mientras que los recursos hídricos que aporta la lluvia de octubre a marzo siguen siendo insuficientes en toda la cuenca mediterránea

PRECIRIEG nació a raíz de las reuniones organizadas por la AREFLH. Estas reuniones ayudaron a tener en cuenta de manera más adecuada la enorme variedad que existe en los modos de gestión del agua de riego, diversidad que es resultado de las diferencias de historia, clima, suelo y cultura. Tras haber creado un grupo en el que participaban investigadores, técnicos y estructuras de asesoramiento en control del riego, un año y medio de reflexión, entre 2007 y 2008, permitió desarrollar la idea de:

- **Compartir la experiencia adquirida** y evaluarla de manera conjunta con los otros socios.
- **Seleccionar los métodos de control con mayor futuro**, que integren los principios de la agricultura de precisión y puedan ser aplicados a gran escala por los regantes o los servicios encargados de asesorarles.
- **Experimentar con uno o más de estos métodos** y elaborar guías de uso para los que se consideren más eficaces desde un punto de vista que integre la rentabilidad económica al tiempo que la reducción del consumo de agua y del riesgo de contaminación difusa.
- **Divulgar lo más ampliamente posible los resultados** entre los regantes, de forma directa o a través de los agentes que les aconsejan (técnicos, comerciales, etc.).

Este folleto intenta hacer conocer estos resultados mediante la presentación de las principales contribuciones de cada socio, sus conclusiones y las orientaciones adoptadas. Se pueden obtener más detalles en el sitio www.precirieg.net o directamente consultando con alguna de las diez instituciones que han participado en este trabajo, cuyos datos de contacto pueden encontrarse en la última página.

Nueve socios de carácter técnico de Portugal, España y Francia, con la coordinación administrativa de la AREFLH, han contribuido al éxito de PRECIRIEG. Cada uno, en su ámbito de competencias, ha aportado conocimientos específicos y con frecuencia complementarios acerca de la gestión del agua y el control de riego. Vamos a presentarlos tratando de no destacar ninguna contribución, siguiendo en la medida de lo posible un recorrido que va de lo general a lo particular y de la investigación a la aplicación en el campo.



2. LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA A LOS REGANTES

El análisis realizado por el CEMAGREF, encargado de elaborar el cuestionario de la encuesta, ha puesto de manifiesto **diferencias significativas en las prácticas de las distintas regiones**, que pueden explicarse desde un punto de vista histórico.

En la larga historia de las de regiones mediterráneas, los recursos hídricos (alrededor de 4 000 m³/ha) **están vinculados a los terrenos y se incluyen en su precio de compra.**

El riego por gravedad es una técnica ancestral que tiene un bajo coste de explotación pero una mediocre eficiencia en el uso de agua. Más recientemente, el suroeste de Francia y la región de Lisboa se han desarrollado el riego a presión mediante redes y sistemas de aspersión o goteo. En estas zonas, los recursos hídricos no siempre están garantizados, porque los trabajos en infraestructuras de almacenamiento que deberían de permitir disponer de agua durante el estiaje se ven frenados desde hace diez años por restricciones medioambientales. Paradójicamente, estas zonas en las que empieza a desarrollarse el riego son las que presentan una mayor demanda de herramientas para una gestión precisa del agua.

En España, se están implantando sistemas de riego más eficientes que están reemplazando los existentes, pero en este momento ese proceso se enfrenta con la dificultad del coste creciente de la energía eléctrica, impulsado por una fuerte demanda de aire acondicionado. Las crisis climáticas, especialmente los largos períodos de sequía y las olas de calor, «despiertan» a los responsables de la gestión del agua y les incitan a hacer las inversiones necesarias.

De los 1.691 agricultores contactados, 366 respondieron, lo que representa una superficie agrícola de aproximadamente 23 300 hectáreas, de las cuales 17 500 hectáreas son de regadío. Los resultados de 66 formularios que se recibieron con retraso no pudieron tenerse plenamente en cuenta, pero se utilizarán en la publicación científica que analizará la encuesta. Todos los sistemas de riego están representados, aunque se observa que el riego localizado es mayoritario en todas las regiones.

Con respecto al asesoramiento técnico y a los incentivos, se constata que son un elemento importante a la hora de decidir si se adopta un control del riego más racional. Sin embargo, la continuidad de las actividades (asesoramiento técnico, trabajo de asociaciones y empresas, incentivos financieros o regionales), su regularidad y una frecuencia adaptada a las necesidades son esenciales para que el agricultor, por su parte, mantenga su esfuerzo y motivación. Entre las conclusiones del proyecto, este es un aspecto importante, y así se destaca en las recomendaciones destinadas a los organismos y autoridades. Un esfuerzo demasiado puntual pierde rápidamente su razón de ser, por lo que es preferible invertir menos pero hacerlo a largo plazo...

Para muchos agricultores, la **mejora** del material de distribución del riego está asociada con una sensibilización respecto a las técnicas de control. Se observa una tendencia hacia una (aún) mayor presencia del **riego localizado** que se acompaña de la construcción de **embalses**, esenciales en algunas zonas (Murcia) para garantizar la calidad del agua y el control de las frecuentes dosis, así como hacia un mejor control de los aportes (medidores de caudal, contadores).

En lo que se refiere al abastecimiento de agua, los sistemas colectivos y las tomas individuales aparecen en cantidad casi equivalente en el conjunto de la muestra, pero presentando

diferencias regionales. También es digna de mención la **marcada disparidad de los precios del agua citados** (cuadro siguiente):

	Precio medio / m ³	Precio mínimo / m ³	Precio máximo / m ³
Cataluña	0,123 €	0,030 €	0,900 €
Valencia	0,181 €	0,070 €	0,800 €
Murcia	0,246 €	0,240 €	0,300 €
SO Francia	0,064 €	0,030 €	0,150 €

Cuando se producen restricciones de agua, las regiones del sur (Murcia) tienden a reducir las superficies cultivadas cuando esto es posible (cultivos hortícolas), mientras que las situadas al norte (Francia) reducen las dosis de riego...

En cuanto a los **motivos que incitan a mejorar el control del riego**, una gran mayoría de los agricultores cita en primer lugar el deseo de utilizar eficazmente los recursos disponibles. En cuanto a las **modalidades prácticas de la recogida de datos**, si se toman medidas suele ser aún de forma muy tradicional, sobre el terreno, utilizando mayoritariamente la lectura manual registrada en papel.

La **demanda de los agricultores con respecto al asesoramiento técnico** consiste en primer lugar en un seguimiento personalizado «llave en mano» y sólo después en cursos de formación, con una marcada preferencia por el asesoramiento específico en determinados cultivos o parcelas. También destacamos que entre las razones que impulsan la intención de mejorar el control del riego aparecen, de forma significativa, los problemas de **riego excesivo**, sobre todo en el suroeste de Francia y en la región de Valencia.

Aunque muchos regantes conocen métodos de control del riego, pocos los aplican de manera sistemática, salvo cuando el agua es escasa, cara o insuficiente. Para unos, estos métodos son una guía, para otros, una manera de reajustar o decidir el mejor momento para iniciar, detener o retomar un turno de riego, y algunos expresan el deseo de disponer de un método sencillo para convertir de forma óptima el resultado de las mediciones en decisiones de riego.

La gran mayoría es consciente de la necesidad de mejorar la gestión de un recurso limitado. Muchos esperan ayudas públicas para poner en práctica métodos fiables y precisos de control del riego, mientras que solo unos cuantos se dan cuenta de que ya podrían haber comenzado a financiar esas mejoras con el ahorro de agua obtenido.

3. CONTROLAR EL RIEGO CON MAYOR PRECISIÓN UTILIZANDO EL CONCEPTO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ETP O ETO)

Dos equipos trabajan en este tema, uno en Lisboa (ISA) aborda la determinación de los flujos hídricos entre la superficie (suelo y plantas) y la atmósfera para calcular los coeficientes de cultivo ($ET_c = K_c \cdot ETo$) y otro en Francia (ACMG) propone una previsión de la ETP para ocho días.

El equipo del ISA ha medido con gran precisión, por encima de las copas de un campo de perales, los flujos instantáneos de vapor de agua (evapotranspiración) correspondientes a la evaporación de cultivo en condiciones de confort hídrico (ET_c), y los ha comparado con el flujo de savia medido directamente en los troncos de los árboles (método *Granier*) y con

las pérdidas por evaporación desde el suelo (método gravimétrico). El uso de técnicas complementarias garantiza la obtención de valores absolutos correctos para toda la temporada.



Después de haber establecido un balance claro entre las pérdidas de agua por evaporación, incluyendo el agua consumida por la hierba, y el agua que realmente transita en forma de savia hasta las hojas, donde se evapora, concluyen que **el consumo real de los árboles frutales** (perales en este caso) **es significativamente inferior a las recomendaciones** que se encuentran en los libros de texto generalmente utilizados (por ejemplo, FAO 56)¹. Por ejemplo, en agosto, se ha demostrado que la transpiración de los árboles alcanza un promedio diario de sólo 1,3 mm, a los que se añade 1,3 mm para la evaporación del suelo (que continúa durante la noche, sobre todo cuando la temperatura del suelo es superior a la del aire), lo que representa 2,6 mm/d de media, y no los 3,5 mm/d que se obtendrían calculando la ETo. **Por lo tanto, esta es una buena pista para ahorrar agua** ya que el coeficiente Kc obtenido es sólo 0,7 (en este caso, ajustado a las condiciones locales), comparado con el 1,0 que se utiliza a menudo. Se podría ir más allá en el ahorro por medio del riego deficitario, una posibilidad aún no suficientemente aplicada, como demuestra a continuación el trabajo del IVIA.

Paralelamente a este trabajo de experimentación especializada, la ACMG ha puesto en marcha en el suroeste de Francia un **modelo para el cálculo de la ETP** diaria basado en un algoritmo desarrollado por la Universidad de Davis en California. Este índice, que tiene una validez de ocho días, se **publica dos veces por semana en los boletines de la ACMG**, que es enviado a más de 3 500 personas (ver el ejemplo adjunto). El ensayo comparativo realizado con mediciones de estaciones Adcon y Cimet muestra un ligero optimismo, del orden del 10 %, que se ha corregido en 2008.

4. CONTROLAR EL RIEGO CON MAYOR PRECISIÓN EN CULTIVOS SIN SUELO EN INVERNADERO

La gestión del riego en cultivos sin suelo en invernadero ha sido abordada por el equipo de Hortis Aquitaine de Sainte-Livrade. Su objetivo es proporcionar a los agricultores instrumentos fiables que puedan automatizarse a fin de disminuir el consumo de agua y reducir los efluentes.

¹. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy, 300 p.

Este equipo ha probado varias sondas capaces de controlar la humedad utilizando tres tipos de sustratos (turba con corteza de pino, turba y lana de roca) y dos sistemas de riego (con 20 a 30 % de drenaje y sin drenaje).



Han llegado a la conclusión de que **estas sondas de tipo capacitativo son eficaces y permiten ahorrar entre un 20 y un 30 % del agua de riego**, aunque aún se ha de precisar el manejo en otros tipos de sustrato e integrar sensores de salinidad.

5. CONTROLAR EL RIEGO CON MAYOR PRECISIÓN EN CULTIVOS HORTÍCOLAS AL AIRE LIBRE

Este tema ha sido abordado por dos socios especializados en la horticultura: el IMIDA ha trabajado en el cultivo de la alcachofa y la lechuga en la región de Murcia y HORTIS Aquitaine en el cultivo del espárrago en las Landas.

El equipo del IMIDA ha demostrado en primer lugar **el interés de reducir el riego hasta un 50% de la ETc para evitar las pérdidas de nitratos por lixiviación hacia los acuíferos, garantizando al mismo tiempo una producción normal**. Para ello han utilizado lisímetros equipados con sensores capacitativos EnviroScan® para estudiar con precisión los cambios en la humedad volumétrica del suelo hasta 50 cm de profundidad.

Al mismo tiempo, Hortis Aquitaine estudiaba una parcela de espárragos en las Landas, en las que se instalaron 6 tensiómetros Watermark® con una grabadora Monitor y 14 tubos de medición con un Diviner® 2000, aparato portátil de medición de la humedad del suelo por capacitancia capaz de controlar 99 tubos de hasta más de un metro de profundidad.

Este equipo ha llegado a la conclusión de que, dada la heterogeneidad de las parcelas y la variabilidad del desarrollo radicular, **es aconsejable instalar tres puntos de medida**. Han demostrado que este cultivo, especialmente la variedad Darlise, es **capaz de adaptarse**



a las restricciones hídricas, recurriendo a un práctico sobreconsumo tras el riego o después de fuertes precipitaciones y a una capacidad de reducir sus necesidades durante los períodos secos. Sin embargo, no han podido determinar si estos períodos de estrés afectan al rendimiento del año siguiente, un aspecto que queda por estudiar.

El equipo del IMIDA ha estudiado con gran detalle el consumo de agua de la lechuga en primavera y la relación entre la superficie foliar y las necesidades de riego. Pretendían **ajustar los coeficientes de cultivo para el consumo de agua a la superficie sombreada por el follaje y al índice de vegetación.**

Vemos que 25 días después de la plantación la superficie foliar cubre aproximadamente el 20 % del suelo y alcanza el umbral del 50 %, según el dispositivo elegido, después de 70 días, llegando al máximo de 60 % a partir del día 80. **El método tensiométrico se aplica perfectamente a este tipo de manejo** en el que el umbral para el comienzo del riego se ha establecido entre 20 y 25 kPa.



6. CONTROLAR EL RIEGO EN ARBORICULTURA Y VITICULTURA

Cuatro socios han trabajado en las formas de controlar con mayor precisión el riego persiguiendo el objetivo, no tanto de reducir los volúmenes aportados, sino de utilizar «sólo el agua que sea necesaria, cuando sea necesaria y dónde sea necesaria»: el IVIA de Valencia en cítricos, el IRTA en vid, melocotonero y manzano, el CIREA en manzano y la ACMG en nogal, manzano y ciruelo de Ente.

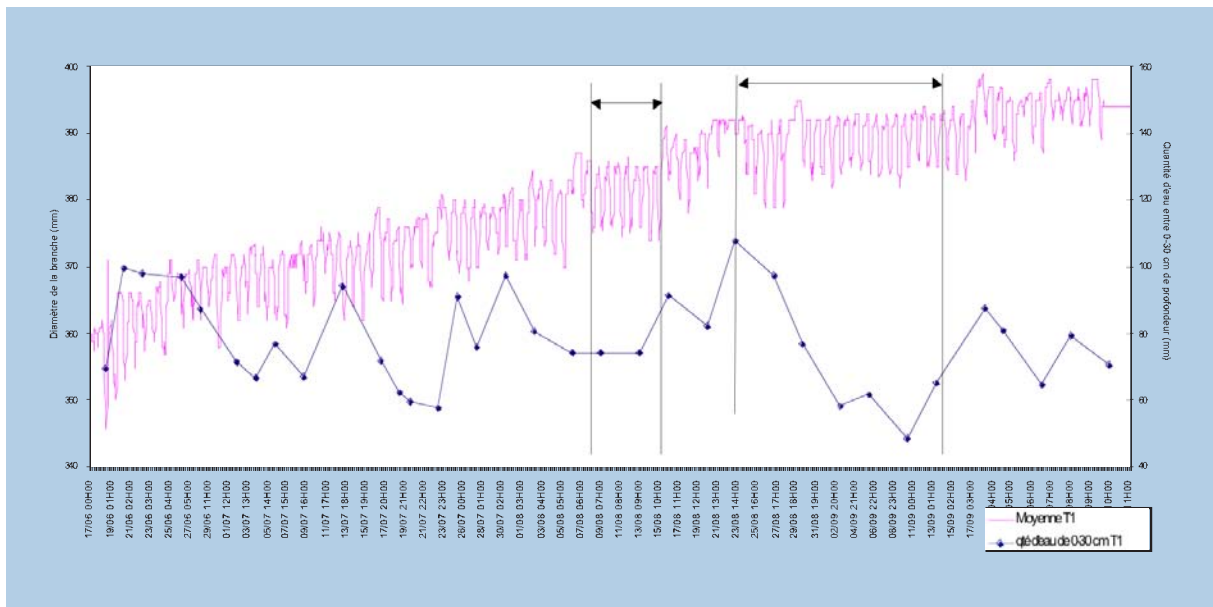
El IVIA ha aplicado los principios del **riego deficitario controlado para reducir los volúmenes aportados durante los períodos en los que un estrés limitado no reduce el rendimiento**, es decir, de julio a septiembre, cuando ha cesado el reflejo de caída fisiológica de los frutos. La idea consiste en vigilar el estado hídrico del suelo mediante sondas EnviroScan® mientras se retoman los riegos según las recomendaciones del Servicio de Tecnología de Riego del IVIA, es decir, cuando el potencial foliar, medido a mediodía en hojas guardadas durante al menos una hora antes de la medición en bolsas que reducen la fotosíntesis, alcanza $-1,3$ MPa.



La conclusión que se obtiene tras una serie de medidas realizadas en verano, incluyendo un período prácticamente sin lluvia desde mayo hasta agosto, es que el **riego deficitario controlado (RDC) permite ahorrar entre el 20 y el 33% del agua sin repercutir en el tamaño de la fruta**, con una ligera mejora de la calidad para una variedad y ninguna diferencia para otra. Ahora se han de estudiar las consecuencias en el crecimiento de los árboles y verificar la posibilidad de controlar el riego directamente con sondas EnviroScan®, puesto que utilizar cámaras de presión (potencial foliar) es un método engorroso si se quiere aplicar de manera rutinaria o en el marco de un servicio de asesoramiento.

Persiguiendo un objetivo similar, es decir, utilizar sólo la cantidad de agua necesaria, el CIREA ha comparado el rendimiento de parcelas experimentales de manzano controladas mediante Diviner® 2000 con los boletines de asesoramiento emitidos por la ACMG, realizando al mismo tiempo un seguimiento con tensiómetros y con un sensor de tipo PEPISTA para la micromedición del diámetro de las ramas.

Con una pluviometría relativamente alta durante el período de cultivo, **tanto los riegos como los resultados de rendimiento, calibre y calidad son prácticamente idénticos para los dos métodos**, aunque con el Diviner® el período de estrés es menor.



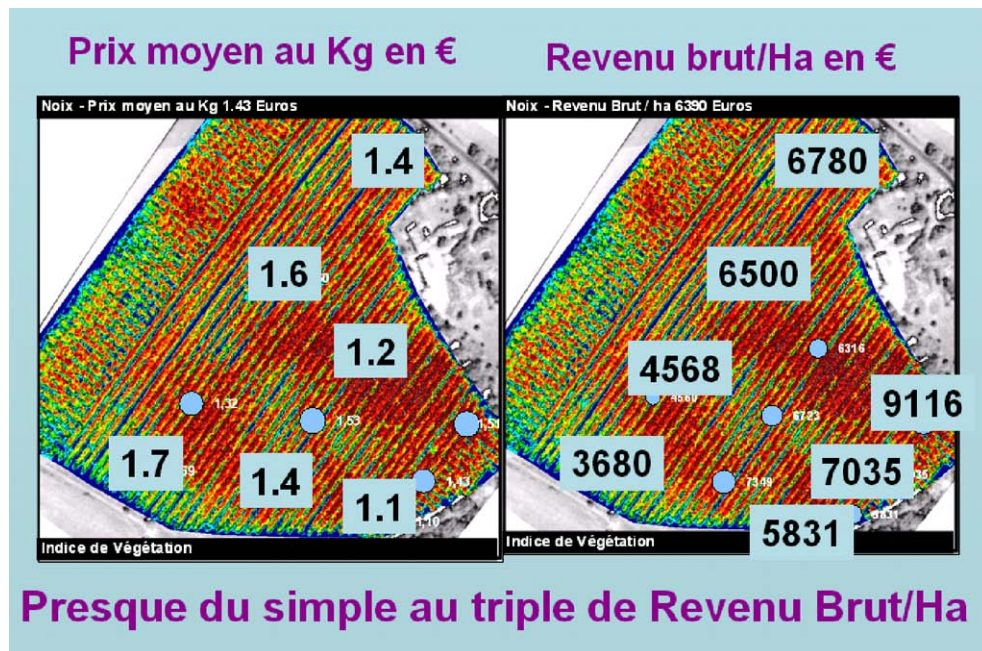
Relation entre les données du divineret du Pépista T1 DIVINER.

Este equipo demuestra así que el sistema portátil Diviner® 2000 permite seguir la evolución real del contenido de agua en el suelo sin perturbar el suelo en el lugar de la medida y aplicar la dosis de riego estrictamente necesaria. Dado que cada parcela presenta características particulares (variedad, tipo de suelo, profundidad de las raíces o densidad de cultivo), la ACMG considera que en ningún caso un boletín de las autoridades regionales alcanzará la misma precisión que una decisión objetiva tomada en función del análisis de las mediciones in situ que permiten efectuar las sondas y sensores actualmente disponibles.

La ACMG, que, junto con la Cámara Agrícola de Lot-et-Garonne, ha puesto en marcha estos boletines de información y asesoramiento técnico destinados a los regantes, es plenamente consciente de las limitaciones de un boletín general y, por ello, continúa modernizando sus servicios de gestión del riego adoptando técnicas de medición de la humedad del suelo con sondas capacitativas, como las que desarrolla en Australia la compañía Sentek con sondas fijas EnviroScan® y EasyAg o el sistema portátil Diviner® 2000.

En el marco de PRECIRIEG, la ACMG ha trabajado en el protocolo de instalación de sondas digitales fijas, para tener en cuenta la heterogeneidad del suelo y controlar con precisión la evolución real del consumo de agua de las plantas. Para ello, ha instalado en varias parcelas sondas fijas EnviroScan® y tubos para medidas complementarias mediante Diviner® 2000, con al menos tres puntos de medición en cada zona homogénea previamente identificada por teledetección aérea. En esas zonas se han llevado a cabo seguimientos localizados del rendimiento económico (véase la foto siguiente).

El primer paso consiste en establecer una zonificación uniforme en torno a uno o dos puntos representativos, en los que se realizan mediciones de forma continua para seguir con una precisión de una centésima los cambios en el contenido de agua en varias profundidades del suelo.



Cartografía del índice de vegetación de una parcela de nogal. Izquierda: precio medio por kilo. Derecha: ingresos brutos en €/ha. Esta imagen demuestra que el rendimiento sigue siendo el principal factor del que dependen los ingresos. Hay que destacar que las zonas con un alto índice de vegetación (rojo) son las que más producen.

Medir indicadores como la circunferencia de los troncos, la distribución del perfil radicular, el índice de vegetación, el porcentaje de arcilla del suelo, su contenido de agua o la carga de los frutales (calidad, cantidad y tamaño de los frutos al final del ciclo), permite precisar las modalidades del control del riego para evitar el riesgo de estresar a la planta. Sin embargo, diversos trabajos han demostrado que no siempre es el estrés hídrico el que más penaliza a los cultivos en las condiciones climáticas del suroeste de Francia, sino que, a menudo, es el estrés provocado por falta de aire cuando el contenido de agua del suelo supera la capacidad de campo. Se ha demostrado que, en estas condiciones, las raíces no pueden transferir a la parte aérea de la planta un flujo suficiente de agua, lo que resulta en un déficit de evapotranspiración que reduce su funcionamiento y puede, sin llegar a la asfixia, provocar una disminución de la eficiencia del sistema radicular. Esta situación suele producirse entre las 24 y 48 horas que siguen a una fuerte lluvia o cuando el riego suministrado supera el volumen disponible en el suelo.

La aplicación en 2008 de los principios del riego de precisión, incluyendo la previsión de la ETP con varios días de antelación, en las parcelas estudiadas en 2007, permitió reducir el consumo en riego por aspersión y por goteo entre un 30 y un 50% respecto a las dosis que hubiera empleado el agricultor, favoreciendo además el rendimiento y la calidad de la fruta. Gran parte del ahorro se debe a que siempre se pudo mantener la reserva de agua por debajo de la capacidad de campo, por lo que en ningún momento faltó aire en el suelo. Esto permite una actividad continua y eficaz del sistema radicular sean cuales sean las necesidades del árbol. Queda por confirmar este excelente resultado en condiciones climáticas más estresantes, como las que se vivieron en el verano de 2003.

Implantación de las sondas de medida.

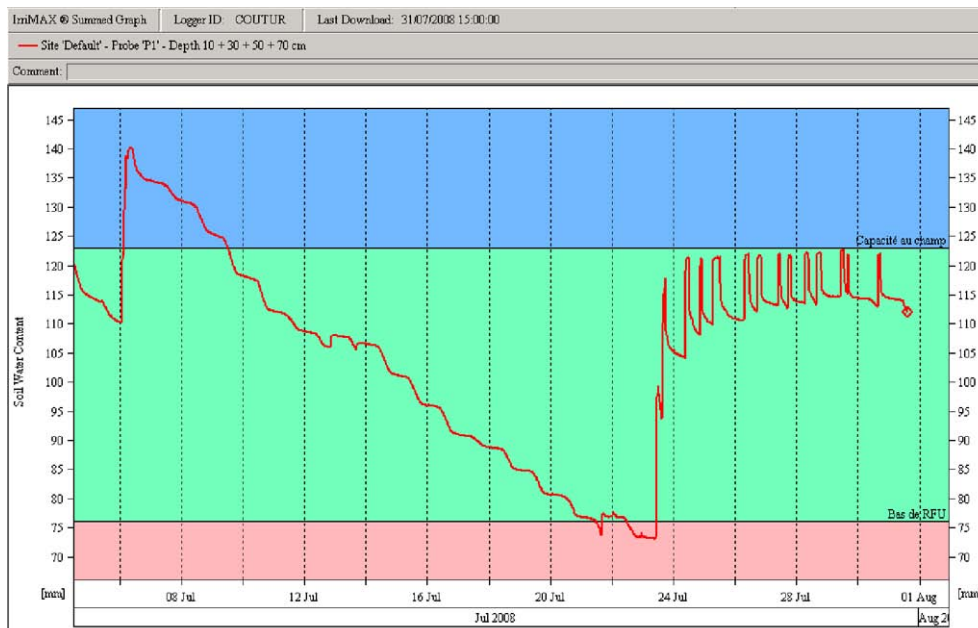
El IVIA también ha estudiado la cuestión del posicionamiento ideal de las sondas para

garantizar su representatividad. Han llegado a la conclusión de que es muy recomendable conocer las características del perfil del suelo antes de decidir en qué puntos se instalan las sondas. **Invertir el tiempo necesario** durante el período de reposo vegetativo para examinar el desarrollo de las raíces en distintos lugares representativos de una parcela de regadío **es esencial si queremos poder tomar decisiones objetivas** (véase la foto siguiente).

En total, en 2008, 220 regantes aplicaron, con el apoyo de la ACMG y de su filial Agralis Services, los principios del riego de precisión y, en particular, el protocolo de instalación de tubos de seguimiento y de control de precisión. El gráfico siguiente es un ejemplo de este sistema de manejo en una parcela manzano en riego por goteo con un suelo franco arcillo-arenoso.



Estudio del perfil radicular durante el período de latencia de los árboles.



Evolución de la capacidad acumulada en los cuatro horizontes de 10, 30, 50 y 70 cm sin interpolación, es decir, CC (capacidad de campo) = 123 mm = 12+35+36+40 mm, 76 mm de umbral RFU (reserva fácilmente utilizable, capacidad útil) = 7+18+18+32 mm y 56 mm de PF (punto de marchitamiento) = 4+15+14+23. El suelo es arenoso y tiene una baja RFU hasta 15 o 20 cm, pero a continuación es muy arcilloso y poco compacto, permitiendo una buena exploración de las raíces y que se pueda esperar hasta el 23 de julio para comenzar los riegos. Se puede observar que, posteriormente, los dos aportes diarios mantienen a las raíces afectadas por el riego justo por debajo de la capacidad de campo, el objetivo que se persigue.

Gracias a este trabajo, la ACMG ha recibido uno de los premios Alcyon de la Agencia del Agua de Adour-Garonne (véase <http://www.eau-adour-garonne.fr/page.asp?page=2467>).

7. OTROS INDICADORES PARA LA TOMA VISUAL DE DECISIONES

El equipo del IRTA en Lérida ha encabezado una iniciativa interesante. Se basa en el hecho de que los regantes no siempre pueden equiparse con sensores y sistemas de precisión para obtener datos objetivos acerca de la humedad del suelo o de la planta. Sin embargo, visitan las parcelas con mucha frecuencia y en esas ocasiones **pueden observar síntomas visuales**. Sin dejar en ningún momento de medir con precisión el estado de confort hídrico de las plantas utilizando la cámara de presión y otras sondas, el equipo

del IRTA ha tratado de caracterizar en melocotonero, vid y manzano, estados de las plantas que puedan alertar sobre su situación hídrica, tales como síntomas que anuncien un inicio de estrés.



Figura A Melocotonero con un potencial foliar a mediodía de $-0,8$.

Figura B Melocotonero con un potencial de $-1,9$ MPa.

En el caso del melocotonero, ya se han establecido varias fichas descriptivas de las situaciones de estado hídrico y se pueden solicitar al IRTA. Las fichas de la vid se están ultimando y se ha iniciado el trabajo para el manzano en una parcela equipada con un lisímetro, con el fin de establecer balances de consumo muy precisos.

8. RIEGO DE PRECISIÓN Y TELEDETECCIÓN AÉREA

Para reducir los costes que supone tomar decisiones objetivas en materia de riego de precisión, otra posibilidad es aplicar la información obtenida en un lugar concreto a un área tan extensa como sea posible. Basándose en la experiencia de la ACMG en el tratamiento de imágenes aéreas en el infrarrojo cercano, el ISA y, sobre todo, el IMIDA, que está especializado en el procesamiento de datos espaciales, puso en marcha un experimento para probar esta idea sobre el terreno. Seleccionaron, en una parcela de frutales, árboles a los que sometieron a diferentes tratamientos de riego para que expresaran síntomas que pudieran detectarse mediante el estudio de la reflectancia en el espectro visible e infrarrojo cercano.



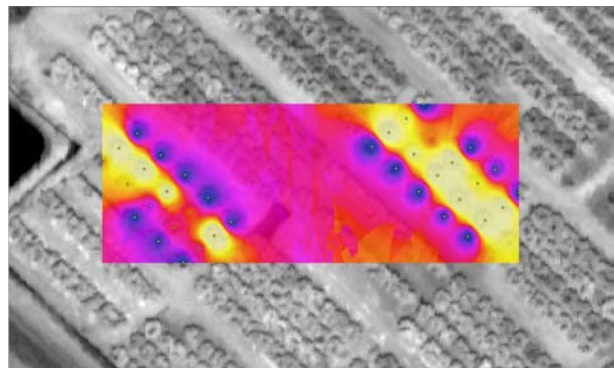
Imagen vertical en falso color con las longitudes de onda del verde, del rojo y del infrarrojo cercano de parcelas de frutales de la región de Murcia.

Se llevó a cabo un trabajo muy fino y preciso de medición del estado hídrico del limonero. Se utilizó

una cámara de presión para calcular el potencial foliar de base y, al mediodía, se midieron los intercambios de gases en las hojas a fin de calcular la tasa de fotosíntesis, la tasa de transpiración y la conductancia estomática. Asimismo se utilizaron sensores capacitivos para determinar el estado hídrico del suelo. Tras haber provocado un estrés

hídrico progresivo durante un período de 50 días, los valores de reflectancia y los índices de vegetación se compararon con ese conjunto de informaciones puntuales.

Se llegó a la conclusión de que el espectro visible no permite establecer una relación fiable entre un real estado de estrés y la imagen observada. Sin embargo, el canal infrarrojo presenta una correlación relativamente buena con la conductancia estomática y con la tasa de transpiración. Esto permite plantearse seriamente la posibilidad de utilizar la tele-detección por satélite o aérea para extender a zonas más amplias las informaciones precisas y bastante costosas que se obtienen en un lugar determinado. Esta es la ambición del programa TELERIEG, fruto del interés de algunos de los socios de PRECIRIEG por continuar con estos trabajos.



Ejemplo de cartografía de las tasas de fotosíntesis de árboles regados correctamente junto a árboles en situación de estrés hídrico, obtenida a partir del tratamiento de una imagen aérea en el infrarrojo cercano.

9. LA DIVULGACIÓN

Todo el equipo del proyecto PRECIRIEG ha participado en numerosas reuniones nacionales e internacionales (SIFEL), en conferencias que asociaban los temas de cambio climático y de gestión de los recursos hídricos (ACMG) o en demostraciones de material para el control del riego (CEMAGREF, CIREA, HORTIS). El CEMAGREF ha organizado Jornadas Científicas y Técnicas sobre equipos de riego, en las que se presentaron ponencias y experimentos sencillos sobre el control del riego y los sensores que miden el estado hídrico del suelo, así como un video sobre el proyecto Precirieg (publicado en el sitio www.precirieg.net/documentacion).

3 objectifs

- Reduire l'alternance
- améliorer les rendements et la qualité des noisettes
- économiser l'eau

Un Réseau de parcelles de référence

- 10 producteurs
- 18 parcelles
- 2 départements
- 4 types de sols
- 4 variétés
- 3 tranches d'âges
- 3 types d'irrigation : GG, MJ, GGE

PRINCIPE de fonctionnement du RESEAU

sondes Acquisition données → Transmission GSM → Centralisation des données → Analyse par service technique → Prévision de consommation → Ajustement des apports

170 producteurs → 10 par an → Bulletin 3 jours fax email

Uno de los socios, la ANPN, se ha dedicado especialmente a este tema con el objetivo de ayudar a los productores de avellanas y nueces de la cooperativa UNICOQUE a mejorar su gestión del riego. La ANPN, que desde el año 2005 utiliza sondas EnviroScan® conectadas mediante módem GSM, ha desarrollado un **procedimiento para la transferencia de información a todos los cooperativistas a partir de un conjunto de parcelas de referencia**. Utilizando las nuevas posibilidades que ofrece internet, han creado un servidor en el que se publican durante toda la temporada consejos actualizados que integran el pronóstico del tiempo y mediciones detalladas del consumo de agua en diferentes suelos representativos de las principales zonas pedoclimáticas de producción.

Su ambición de desarrollar las áreas de producción se ve obstaculizada por recursos hídricos a menudo limitados, lo que refuerza la idea de aplicar los principios del riego de precisión para ahorrar tanta agua como sea posible al mismo tiempo que se maximiza su eficiencia.

En cuanto a los socios españoles, cada uno de ellos dispone de un servidor que propone la información necesaria para adecuar los riegos a las características pedoclimáticas de cada zona. El IMIDA se encarga del alojamiento del sitio web www.precirieg.net, en el que se pueden encontrar fácilmente los informes redactados por cada uno de los socios y así completar este documento. ■

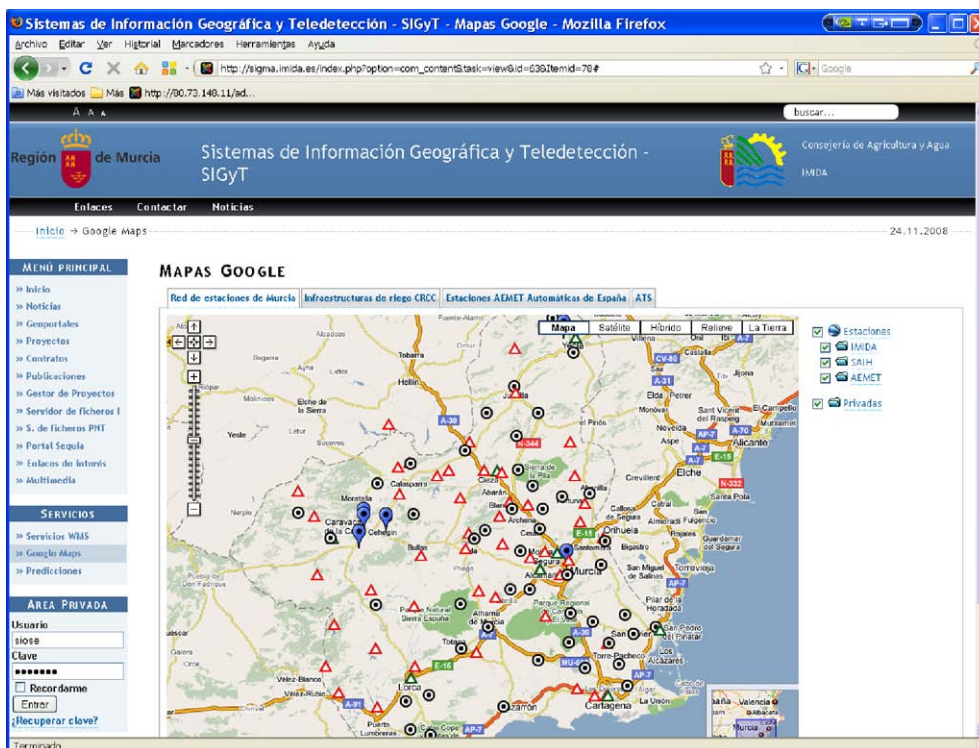
■ Geoportal de la sequía y los recursos hídricos

Entidad financiadora y Referencia	Proyecto Regional. GOSYD
Investigador responsable	Manuel Erena
Equipo	Enrique Correal Joaquín F. Atenza Pedro García Pedro Pérez Isabel Baños Diana Sanchez

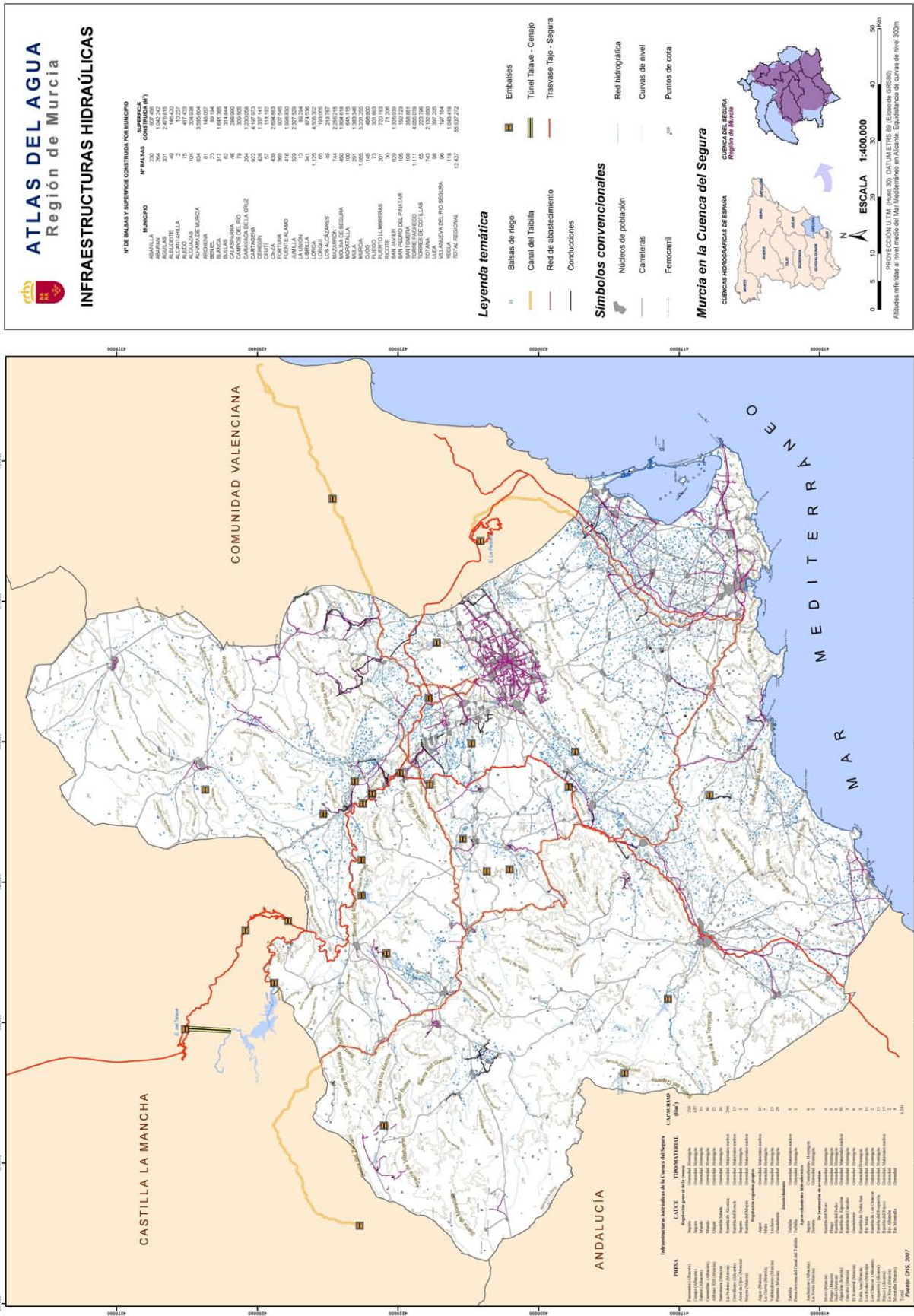
OBJETIVOS

Los objetivos se pueden resumir en:

- Desarrollo de la geodatabase del observatorio: Inventarios de centros de trabajos, redes de medida, imágenes de satélite, instituciones, proyectos de I+D+T sobre el uso del agua.
- Adecuación de la información cartográfica y agroambiental a la directiva INSPIRE
- Definición de los indicadores de sequía y riegos climáticos, .
- Desarrollo de servicios WPS basados en la información agrometeorológica y cartográfica:



Los resultados pueden consultarse en la dirección web del grupo <http://sigma.imida.es> ■



■ Mapa de cultivos de Murcia

Entidad financiadora y Referencia	Proyecto Regional. SIGEAM
Investigador responsable	Manuel Erena
Equipo	Enrique Correal Joaquín F. Atenza Pedro García Pedro Pérez Isabel Baños Diana Sanchez

OBJETIVOS

Se ha realizado un mapa de cultivos o censo de la superficie agrícola, que puede servir como herramienta de trabajo, consulta y orientación de cara a las iniciativas que tengan relación con la actividad agrícola de la Consejería de Agricultura y Agua. Como tal censo, constituye una foto del momento en que se elabora, siendo la fecha de referencia para este trabajo la campaña agrícola 2007/2008.

El nivel de detalle necesario para estos trabajos se ve condicionado por la tipología de las explotaciones regionales por lo que la escala adoptada para la mayoría de los municipios es 1:5.000.

Un aspecto destacado es que el mapa de cultivos es una capa de información georreferenciada, en la que los cultivos son identificados y se conocen su ubicación sobre el terreno y sus límites, por lo que se puede superponer gráficamente con otras capas de información georreferenciadas, como es el caso de ortofotos digitales o mapas temáticos, carreteras, parcelarios catastrales, etc. Esta característica, propia de las capas de información SIG, resultara de gran ayuda durante su elaboración, y es posiblemente el aspecto que más influye en la utilidad de los datos obtenidos, al facilitar contrastes con otras fuentes de información, lo que le confiere gran versatilidad, ya que permite la desagregación o agregación de su información en base a múltiples criterios (municipios, comarcas, UDAs, etc), según la naturaleza del análisis a realizar. Los resultados pueden consultarse en la dirección web del grupo <http://sigyt.imida.es> ■

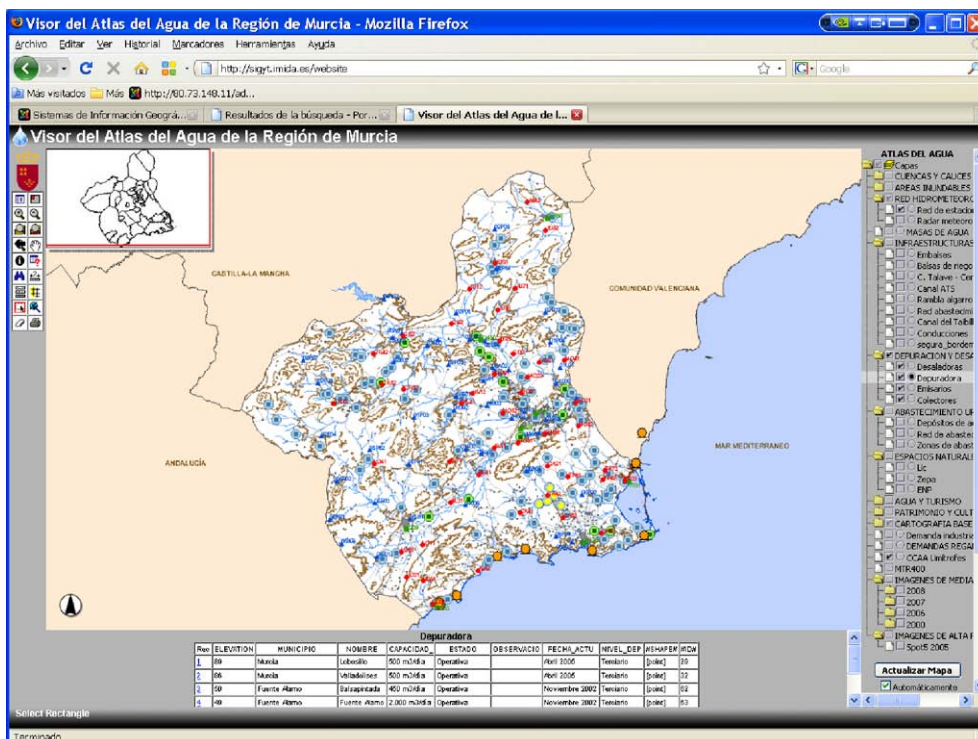
Evaluación de efectos de escenarios climáticos y de cambios de usos del suelo en el ciclo hidrológico y su relación con los eventos de sequía: desarrollo de metodologías de integración en planificación hidrológica

Entidad financiadora y Referencia	CICYT. EVISA
Investigador responsable	Sandra García
Equipo	Alen Baille Francisco Alhama Manuel Erena Joaquín F. Atenza Pedro García Pedro Pérez

OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto se pueden resumir en:

1. Mejora y validación del sistema SORPRESA (Sistema Operacional de Previsión de Sequías Agudas) que permite la previsión y seguimiento espacio-temporal de impactos de las sequías elaborado por la UPCT.



Geoportal donde se integra la información sobre la sequía y los recursos hídricos de Murcia.

2. Evaluación de los efectos en los componentes del ciclo hidrológico de los cambios de uso del suelo y escenarios climáticos, mediante un modelo distribuido avanzado en conexión con Sistemas de Información Geográfica (SIG).
3. Intercomparación de resultados. Validación espacial de los resultados obtenidos desde series históricas mediante la modelización con los derivados desde teledetección (evapotranspiración e indicadores) y otras fuentes (series de aportaciones históricas).
4. Integración de los resultados obtenidos con SORPRESA, en el Geoportal-IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) gestionado por el IMIDA para el seguimiento de la sequía. El mismo incorpora resultados de la presente propuesta junto a la información cartográfica y agroambiental del IMIDA, según la Directiva Europea INSPIRE.
5. Análisis de la aplicación y efectiva incorporación de las metodologías desarrolladas y resultados obtenidos, en los actuales procesos de planificación hidrológica y Planes de Sequía. ■

■ Sistema de Información y Ocupación del Suelo de España

Entidad financiadora y Referencia	IGN-Servicio de Cartografía de Murcia. SIOSE
Investigador responsable	Manuel Erena
Equipo	Joaquín F. Atenza Pedro García Pedro Pérez Isabel Baños Diana Sanchez José Pilar Rosa Daniel I. Paya Cristina Ortega Ramon García Francisco Alcon

OBJETIVOS

El proyecto esta coordinado a nivel nacional por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), dependiente del Ministerio de Fomento, y su principal objetivo es la creación de este nuevo Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), donde se integran información de las Bases de Datos de Ocupación del Suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado. Es un proyecto esta destinado a convertirse en un referente español y europeo en materia de información geográfica. El SIOSE se enmarca dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España, que también dirige y coordina el IGN, con la pretensión de establecer una gran infraestructura de información geográfica de uso multidisciplinar y actualizado periódicamente.

Los antecedentes de esta iniciativa se encuentra en el Proyecto Europeo "Image & Corine Land Cover 2000" y el compromiso de actualización de una Base de Datos de Ocupación del suelo para España. Los resultados obtenidos en este proyecto y la metodología de trabajo implementada, con la integración de las CCAA y de la AGE en los procesos de producción, de control y de gestión, hizo necesario lograr un acuerdo y metodología de colaboración entre la Administración General del Estado y la Consejería Obras Publicas y Ordenación del Territorio de la Región de Murcia.

El SIOSE pretende reunir en único sistema de información los datos precisos para el conocimiento integral de la ocupación del suelo en España de acuerdo a los principios de la iniciativa INSPIRE de la Unión Europea.

En este contexto, y para el ámbito de la Región de Murcia, el IMIDA en Coordinación con el Servicio de Cartografía se está encargando de la producción, el control y la gestión de las actuaciones técnicas del proyecto.

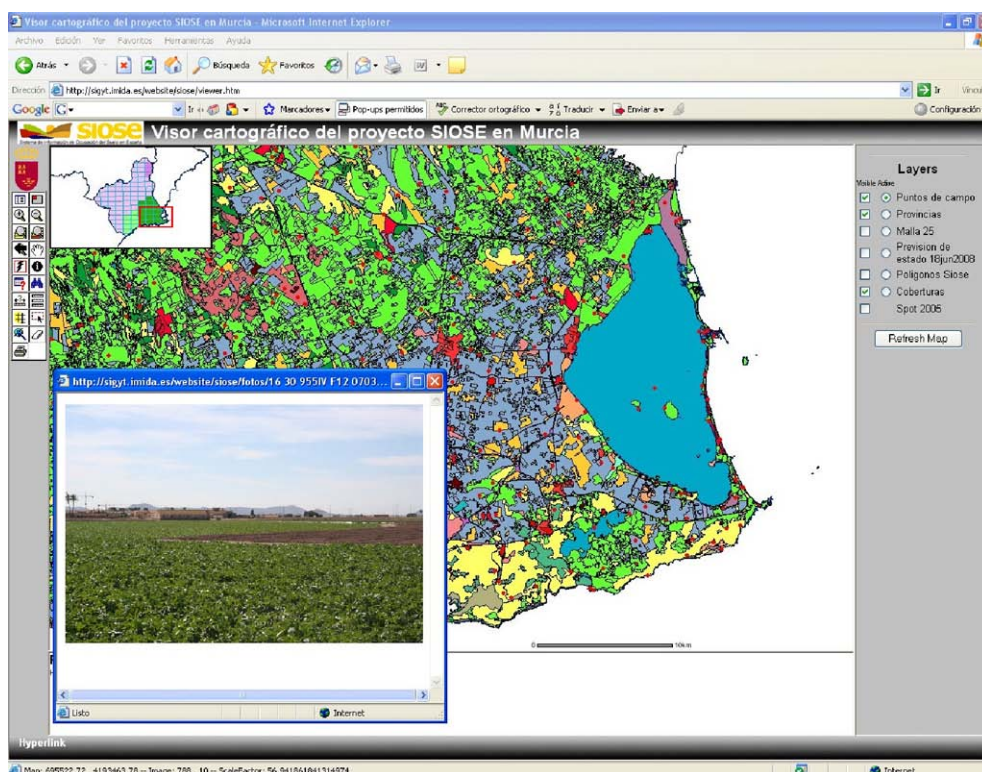
Entre los objetivos de este proyecto está el satisfacer los requerimientos de la Unión Europea en materia de ocupación del suelo, de modo que se consiga avanzar en la

integración y cooperación en políticas europeas, y un incremento de la convergencia y cohesión en Europa.

Algunas de las características técnicas del proyecto son:

- El sistema geodésico de referencia es el ETRS89
- La escala cartográfica de referencia es 1:25.000
- Empleo de imágenes procedentes de satélites multispectrales de alta resolución.
- Integración o recogida de información de las bases de datos de ocupación del suelo de la Administración General del Estado (MCA, MFE, SIGPAC, CATASTRO, etc.).

Un avance de la evolución del proyecto y de los resultados obtenidos puede verse en la siguiente dirección web <http://sigyt.imida.es/Portal> ■



Visor cartográfico en Internet del proyecto SIOSE en la Región de Murcia.



■ Uso de la teledetección de alta resolución en la evaluación de zonas cítricas afectadas por heladas y sequía

Entidad financiadora y Referencia	AGROSEGURO. AGROSEGURO-HELADA
Investigador responsable	Manuel Erena
Equipo	Pedro Pérez Joaquín F. Atenza Pedro García José Pilar Rosa Daniel I. Paya

OBJETIVOS

En este contrato se ha estudiado la viabilidad del uso de la teledetección de alta resolución y los sistemas de información geográfica en la evaluación y cuantificación de daños causados por las heladas y la sequía en dos zonas de gran interés cítrica. El objetivo principal del estudio establecer relaciones entre el nivel de daño a nivel productivo en las plantaciones de cítricos y las variables obtenidas a partir de imágenes de alta resolución espacial y/o por métodos estadísticos apoyados en los Sistemas de Información Geográfica.

Las zonas piloto utilizadas han sido dos áreas muy afectadas por las heladas del invierno del 2005, una en la Comunidad Valenciana correspondiente en la zona cítrica del municipio de Algemesí de unas 6.500 ha y otra en la Región de Murcia en la zona cítrica del municipio de Santomera con una superficie equivalente. Para el estudio de los efectos de la sequía se ha contratado un vuelo aerotransportado con la cámara multiespectral Leica ADS40 de 35 cm de resolución. en Julio de 2007

La época de sequía que se inició en el año 2005 afectó a todo el territorio nacional y especialmente a las cuencas hidrográficas del Sureste peninsular. La ausencia de lluvias, y de agua acumulada, provocó un período de carácter extremadamente seco, traducándose en un descenso de las precipitaciones que estuvieron en el intervalo del 10% de los años más secos del periodo 1947 - 2005, lo que ocasionó numerosos daños en la agricultura.

Con el avance y desarrollo de los nuevos sensores de captación de imágenes, que mejoran de manera extraordinaria la resolución espacial de las capturas y que aumentan en cantidad y calidad la información de los datos obtenidos, se abre una novedosa línea de estudio, que en nuestro ámbito se ha denominado “agricultura de precisión”, entendiéndose como un nuevo concepto agronómico que se basa en la gestión de parcelas agrícolas mediante el uso de tecnologías como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), captación masiva de datos (teledetección) y su uso combinado de los

Sistemas de Información Geográfica (SIG) que nos ayudan a estimar, evaluar y entender las variaciones de los datos obtenidos.

Región de Murcia

EMPLEO DE LA TELEDETECCIÓN DE ALTA RESOLUCIÓN PARA EL ESTUDIO DE LOS DAÑOS POR SEQUÍA EN CÍTRICOS

Pérez, P.(1) | Erna, M. (1) | Paya D. I. (1) | Ross J.P.(1) | García P.(1) | Montesinos, S.(2) | Bea, M. (1) | Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) | Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 30150. La Alfranca, Murcia (2) Geosys S. L. Sector Foresta, 23. 20060. Tres Cantos, Madrid.

ABSTRACT – This paper introduces the results obtained for an analysis performed for the definition of the existent relationship between the agricultural damages produced by olive grove by a extended drought situation and multispectral data contained in a high resolution image (35 cm pixel) acquired with the Leica ADS40 digital camera.

This study has been focused on the elaboration of a methodology based on the use of Earth observation techniques and GIS for the determination of the effects produced over agricultural establishments by a severe hydraulic stress. In this sense, an special emphasis has been made for the analysis of the potential application of this methodology in the improvement of the insurance companies management regarding economical losses in orchard groups.

Agricultural damages produced by a drought period have been estimated in order to develop selection criteria used for the generation of an unobscured classification of the remote sensing data. This procedure has allowed to obtain a gradient over the olive crop patch within the study area that characterizes trees condition caused by a lack of irrigation.

RESUMEN – En este trabajo se presentan los resultados del análisis realizado para relacionar los posibles daños sufridos por cultivos cítricos en zonas afectadas por un fenómeno de sequía y la información multispectral contenida en una imagen de alta resolución (35 cm píxel) adquirida con la cámara multispectral Leica ADS40.

El objetivo principal del estudio se ha centrado en la elaboración de una metodología basada en el uso de técnicas de observación de la Tierra adecuadas para la determinación de los efectos producidos en zonas afectadas por estrés hídrico prolongado, incidiendo en su aplicación para la mejora de la gestión de las posibles pérdidas por sequía por parte de las entidades aseguradoras.

Para ello, se han estimado los daños producidos en cultivos agrícolas por la sequía, desarrollando unos criterios de selección a partir de los cuales se ha generado una clasificación estadística de los datos procedentes de la imagen multispectral. Esto ha servido para obtener un gradiente de afectación por la falta de riego dentro del conjunto de parcelas de cultivos de la zona de estudio.

INTRODUCCIÓN
La posición geográfica en la que se encuentra la península Ibérica, unida a los constantes cambios experimentados en las constantes climáticas, hacen de nuestro territorio una zona de alta vulnerabilidad y extrema fragilidad ante los elementos meteorológicos, siendo la agricultura uno de los sectores más sensibles a estos cambios.

La época de sequía que se inició en el año 2005 afectó a todo el territorio nacional y especialmente a las cuencas hidrográficas del Sureste peninsular. La ausencia de lluvias, y de agua acumulada, provocó un periodo de carácter extremadamente seco, traduciéndose en un descenso de las precipitaciones que culminaron en primavera del 2006 de los años más secos del periodo 1947 – 2006, lo que ocasionó numerosos daños en la agricultura.

Con el avance y desarrollo de los nuevos sensores de captación de imágenes, que mejoran de manera extraordinaria la resolución espacial de las capturas y que aumentan una cantidad y calidad los datos obtenidos, se abre una novedosa área de estudio, que entraña dentro de la denominada "agricultura de precisión". Este nuevo concepto agronómico se basa en la gestión de parcelas agrícolas mediante el uso de tecnologías como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), captación masiva de datos (teledetección) y el uso combinado de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que nos ayudan a estimar, evaluar y entender las variaciones de los datos obtenidos.

En el presente trabajo se pretende utilizar una metodología basada en técnicas de clasificación estadística, acorde a los conceptos de agricultura de precisión, mencionados anteriormente, para estimar los daños producidos en cultivos agrícolas por la sequía, desarrollando unos criterios de selección en los que se pueda generar una clasificación estadística de los datos procedentes de la imagen para obtener un gradiente de afectación por la falta de riego en los cultivos de la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS
Para este trabajo se ha seleccionado una parte de la zona norte del municipio de Santarcomi, escalado en la parte Este de la Región de Murcia (imagen 1), que se caracteriza por ser un área de gran importancia en el cultivo de cítricos en regadío. Dentro de este espacio se ha seleccionado una superficie compuesta por parcelas con cultivos de cítricos, extraídas de la cobertura de suelos agrícolas, pertenecientes al Sistema de Información Geográfica de apoyo a la elaboración de la Estadística Agraria de Murcia (SIG-AM) realizado por el IMIDA, correspondiente a una superficie total de 410 hectáreas.

Los datos que se han utilizado en el proceso se han generado a partir de un vuelo, realizado el 3 de Julio de 2007. La cámara utilizada para la captura de imágenes ha sido la Leica ADS40 transportada en un avión tipo Patteriva P16C, lográndose una resolución espacial para la imagen de 35 cm y radiométrica de 16 bits por píxel. Las imágenes obtenidas cuentan con información espacial de los bordes del cultivo y del terreno circante.

Los análisis realizados se han efectuado siguiendo los pasos de una clasificación supervisada, siendo esta técnica un método más controlado por el usuario que otros tipos de clasificación automática. En este proceso, se pueden seleccionar los píxeles que representan patrones que el sistema informático reconoce o que puede identificar con la ayuda de otros fuentes. Por este motivo, se requieren un conocimiento previo de los datos, las clases a seleccionar y los algoritmos a utilizar, antes de empezar a seleccionar las muestras de entrenamiento.

Para la validación de los datos producidos por la estimación en las parcelas seleccionadas para este trabajo se han estimado cuatro niveles o grados de afectación por la falta de agua de acuerdo a las necesidades de los cultivos:

- 1º primer grado de afectación, en la que el cultivo se encuentra en condiciones óptimas de producción.
- 2º segundo grado, óptimo de cultivo, a pesar de tener ciertos problemas de desarrollo vegetal por la falta de riego puntual, se encuentra en condiciones aceptables dentro del proceso de crecimiento.
- 3º tercer grado, en la que los cultivos se ven claramente afectados por la falta de agua, mostrando elementos claramente visibles de pérdida de masa foliar y producción.
- 4º finalmente un cuarto grado de afectación, en el que se sequejan los cultivos que han sobrepasado el umbral de resistencia a la sequía, apareciendo como árboles secos y sin cobertura foliar.

Imagen 1

Imagen 2

Grado 1 Grado 2
Grado 3 Grado 4

Seguindo estos criterios, se han obtenido en campo 73 puntos de control de los diferentes grados de afectación. La toma de la información se realizó durante los días 22, 23 y 25 de enero de 2006, con la utilización de un GPS para la localización de las parcelas y cámara fotográfica para la toma de imágenes que posteriormente fueron escaladas en estos puntos de campo se han utilizado para validar cuales de ellos son los que mejor se ajustan al riesgo de valores que optimiza el proceso de selección de cada una de las muestras obtenidas en un total de 30 zonas de control.

En este proceso, teniendo presente de la alta resolución que aporta la imagen, se ha extraído información exclusivamente de las copas de los cultivos, eliminando datos provenientes de la zona de suelo, lo que nos ayuda a conseguir una información muy homogénea desprovista de "ruido" o datos que no concuerdan con dicha clase. Siguiendo estos pasos, se han obtenido una serie de polígonos (imagen 2) que definen las características respectivas de los cuatro grados de afectación en riego.

Para determinar la calidad o validez de las áreas de entrenamiento seleccionadas, se ha realizado un análisis de separabilidad entre las firmas espectrales (Tabla 2), proceso que analiza la distancia estadística entre esta información, estableciendo la existencia o no de una diferencia suficiente entre los datos muestrales, lo que nos asegura una considerable fiabilidad en la fase de asignación.

El último paso de este método, es la realización de una clasificación estadística supervisada. Este paso implica categorizar una imagen multibanda en términos estadísticos, lo que supone reducir la escala de medida de una variable continua (valores digitales - ND) a una escala nominal o categórica. La imagen multibanda se convierte en otra imagen en escala ND, que define a su vez los valores asignados de los niveles digitales de la imagen original en las diferentes categorías seleccionadas previamente.

La clasificación realizada sobre una superficie total de 410 hectáreas de cultivos cítricos, nos ofrece los siguientes resultados (Tabla 3). En este análisis se ha estimado la superficie correspondiente a suelo desnudo en cada parcela, como elemento para la estimación del área de copa de los árboles.

En la primera categoría, perteneciente a los cultivos en perfecto estado de producción, nos encontramos que aparecen el 11% de la superficie total de la parcela, y se acercan al 50% de la superficie correspondiente al área de copa de los cultivos. En la categoría de grado 2 y finalmente, los porcentajes de superficie ocupada por la categoría grado 3. Por el contrario, los porcentajes de superficie ocupada por la categoría grado 4, relacionados con los cultivos en desarrollo vegetativo deficiente y en estado debilitado, representan el 1% en la superficie total de la parcela y un 4% de superficie en copa.

Grado de afectación	Nº de polígonos	Superficie (píx)
Grado 1	73	1.005
Grado 2	45	773
Grado 3	36	357
Grado 4	24	246
Total	181	2.381

Categoría	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Suelo
Grado 1	0	1630,54	1262,81	2507,75	4036,26
Grado 2	1103,54	0	205,61	1178,05	3091,80
Grado 3	1282,61	205,61	0	1550,30	3795,47
Grado 4	2507,75	1798,05	1550,30	0	4125,35
Suelo	4106,26	3091,80	3795,47	4125,35	0

GRADO AFECTACIÓN	SUPERFICIE AFECTACIÓN (m²)	SUPERFICIE E (%)	SUPERFICIE DE COPA (%)
Grado 1	492.892,64	12,00	49,21
Grado 2	290.427,30	7,10	29,91
Grado 3	192.866,84	4,70	19,87
Grado 4	41.039,29	1,00	4,02
Suelo	3.090.204,84	75,21	0,00
Total	4.106.219,90	100,00	100,00

Imagen 3

Detalles de los resultados de la clasificación

En el presente trabajo se ha utilizado una metodología basada en técnicas de clasificación estadística, acorde a los conceptos de agricultura de precisión, mencionados anteriormente, para estimar los daños producidos en cultivos agrícolas por la sequía, desarrollando unos criterios de selección en los que se pueda generar una clasificación estadística de los datos procedentes de la imagen para obtener un gradiente de afección por la falta de riego en los cultivos de cítricos en la zona de estudio.

Los datos que se ha utilizado en el proceso se han generado a partir de un vuelo, con información del infrarrojo cercano, realizado el 3 de Julio de 2007. La cámara utilizada para la captura de imágenes es la Leica ADS40 transportada en un avión tipo Partenavia P68C, lográndose una resolución espacial para la imagen de 35 cm y radiométrica de 16 bits por píxel.

Para la valoración de los daños producidos por la sequía en las parcelas seleccionadas para este trabajo se han estimado cuatro clases o grados de afección por la falta de agua en las necesidades de los cultivos. Un primer grado de afección, en la que el cultivo se encuentra en condiciones óptimas de producción. Un segundo grado, donde el cultivo, a pesar de tener ciertos problemas de desarrollo vegetal por la falta de riegos puntuales, se encuentra en condiciones aceptables dentro del proceso de crecimiento. Un tercer grado, en la que los cultivos se ven claramente afectados por la falta de agua, mostrando elementos claramente visibles de pérdida de masa foliar y producción. Y finalmente un cuarto grado de afección, en el que se incluyen los cultivos que han sobrepasado el umbral de resistencia a la sequía, apareciendo como árboles secos y sin cobertura foliar. ■

■ Zonificación vitícola de la D. O. Jumilla

Entidad financiadora y Referencia	INIA
Investigador responsable	Rocío Gil
Equipo	Adrián Martínez José Ignacio Manuel Erena Joaquín F. Atenza Pedro García Pedro Pérez

OBJETIVOS

El clima es uno de los elementos que sirven para diferenciar zonas aptas para el cultivo, junto con los factores pedológicos y de paisaje. La posterior superposición cartográfica de las condiciones climáticas, edáficas y de paisaje, mediante sistemas de información geográfica, permite determinar unidades básicas de terreno con aptitud similar. El análisis a escala mesoclimática requiere circunscribir áreas de extensión más limitada donde exista un buen conocimiento de las condiciones locales, para lo que se necesita contar con un gran número de estaciones meteorológicas.

El objetivo principal del trabajo es determinar subzonas con distintas potencialidades vitivinícolas, basado en el análisis del mesoclima, en la Denominación de Origen Jumilla; definir su aptitud vitícola y delimitarlas geográficamente mediante mapas ligados a SIG (Sistemas de Información Geográfica), utilizando para este estudio la variedad Monastrell durante su ciclo vegetativo hasta el momento de ser vendimiada y elaborado el vino mediante vendimia selectiva.

El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas sintetizan las relaciones entre el Factor Edáfico (Drenaje, Contenido de Agua Disponible, Ph y Profundidad del suelo), el Factor Morfológico del Terreno (Modelo Digital de Elevaciones, Pendientes y Orientación) y el Factor Climático (Índice heliotérmico de Huglin). El tratamiento de la información generada en las capas tratadas por un Sistema de Información Geográfica (SIG) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico. Este método permite abordar importantes cuestiones planteadas actualmente en viticultura, como:

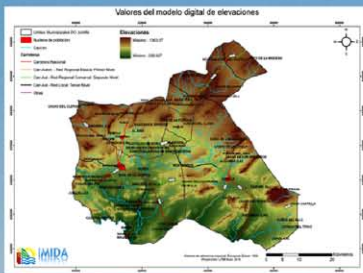
- Delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen el medio y que están implicados en la calidad del producto.
- Discriminación de zonas en función de la calidad.
- Ordenación del cultivo de la vid.
- Selección de parcelas experimentales localizadas en cada una de las zonas previamente discriminadas como base a la investigación. ■



ZONIFICACIÓN VITÍCOLA DE LA VARIEDAD MONASTRELL EN LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN JUMILLA

Atena Juárez, Joaquín Francisco
Irujo Arrabal, Manuel
Martínez Cullíav, Adrián

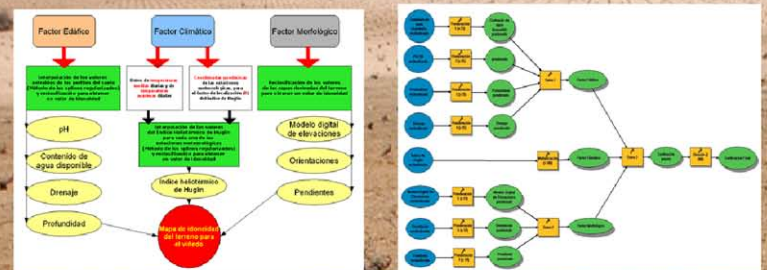
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA)



La Denominación de Origen vinos de Jumilla se encuentra situada en el territorio levantino, comarca de transición entre la llanura manchega y las tierras mediterráneas y las aproximadamente 42.000 ha, que constituyen su viñedo, se extienden por el municipio de Jumilla en Murcia y seis municipios del S.E. de Albacete: Ontur, Tóbara, Albatana, Hellín, Novesalgar y Territorio elevado, de 400 a 800 m.s.n.m, de clima claro, continental aunque influido por el relativamente próximo Mediterráneo. Muy seco, cálido en verano y frío en los meses invernales. Sus suelos son pardos y pardo-rojizo, calizos, suelos, pedregosos, que se han desarrollado sobre depósitos calizos pedregosos procedentes de derrumbos miocénicos de las sierras circundantes. La principal variedad de la zona es la tinta Monastrell que constituye más del 90% del viñedo.

La metodología tradicional relacionada con la zonificación en sus diversos aspectos ha sido considerada en los últimos años por diversos autores y se basa generalmente en las relaciones entre el medio y la calidad de los productos intermedios y del producto final, por lo tanto, parece obvio considerar que el objetivo general de la zonificación es la delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen tal medio y que están implicados en la calidad del producto. De la complejidad del tema da idea el elevado grado de interdisciplinariedad necesario (expertos en viticultura, enología, edafología, climatología, geología, cartografía, estadística, informática...) y las posibilidades de abordar el problema de forma global quedan limitadas principalmente por la carencia de datos básicos y enológicos relacionados con unidades determinadas del medio. A pesar de esta limitación, la metodología que se propone se adapta favorablemente a las bases teóricas para la caracterización del terroir de Morat y Asselin (1982) y a la consideración definitiva de que la zonificación debe valorar los elementos vitícolas en función de los objetivos productivos, siendo la calidad de la producción, de hecho, el resultado de la interacción entre el viñedo, el clima, el suelo y las técnicas culturales (Fregon, 1985). La delimitación y caracterización de zonas vitícolas plantea en España problemas específicos no sólo por las características peculiares del territorio, sino también por el tamaño, distribución e índice de ocupación vitícola en las distintas Denominaciones de Origen. En resumen, en el análisis de zonificación se caracterizan las zonas homogéneas principalmente desde el punto de vista del medio. El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas sintetizan las relaciones entre el Factor Edáfico (Drenaje, Contenido de Agua Disponible, Ph y Profundidad del suelo), el Factor Morfológico del Terreno (Modelo Digital de Elevaciones, Pendientes y Orientación) y el Factor Climático (Índice heliotérmico de Huglin). El tratamiento de la información generada en las capas tratadas por un Sistema de Información Geográfica (SIG), da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico. Este método permite abordar importantes cuestiones planteadas actualmente en viticultura, como:

El objetivo principal del trabajo es determinar subzonas con distintas potencialidades vitivinícolas, basado en el análisis del mesoclima, en la Denominación de Origen Jumilla; definir su aptitud vitícola y delimitarlas geográficamente mediante mapas ligados a SIG (Sistemas de Información Geográfica), utilizando para este estudio la variedad Monastrell durante su ciclo vegetativo hasta el momento de ser vendimiada. Tras el ajuste y verificación del modelo, este se extrapolará a otras zonas de producción vitivinícola como la Denominación de Origen de Bullas y la Denominación de Origen Yecla.

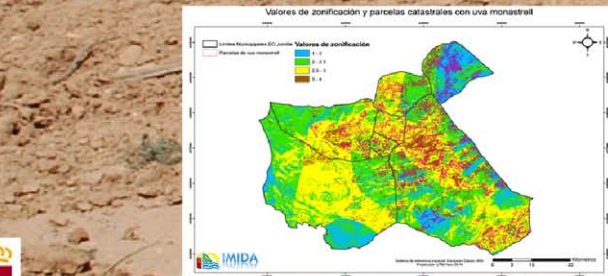


- Delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen el medio y que están implicados en la calidad del producto.
- Discriminación de zonas en función de la calidad.
- Ordenación del cultivo de la vid.
- Selección de parcelas experimentales localizadas en cada una de las zonas previamente discriminadas como base a la investigación.



Hay problemas conocidos y diferentes partes del modelo donde se puede actuar para mejorarlo y ajustarlo según los datos obtenidos en campo, este trabajo se está realizando actualmente, y tan solo disponemos de datos de calidad de la uva, y del viñedo de un solo periodo, el del 2007, pero ya se están recogiendo datos del periodo 2008, lo que nos dará una inmejorable herramienta para ajustar el modelo. Alguno de los problemas conocidos son la falta de información de suelos, sobre todo en la zona albaceteña de la denominación de origen, la escasa densidad de estaciones meteorológicas (tanto en Alcañete como en Alicante, ya que solo disponemos de datos del SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío), puesto que necesitamos datos externos al límite de la denominación de origen, para que la interpolación de datos sea correcta. En cambio en la zona de Jumilla disponemos de las estaciones meteorológicas del SIAM (Sistema de Información Agroalimentaria de Murcia) y de datos de analíticas de suelos con una densidad suficiente para hacer cartografía a escala 1:10000 de suelos, del proyecto LUCIDEME (Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo), aunque siempre es mejor tener información actualizada, pero el coste de obtención de ésta es muy elevado debido a la gran cantidad de trabajo de campo que conlleva.

El resultado final es un mapa continuo que explica una variable que va de 0 a 4 según sea menos o más idóneo para el cultivo de la uva de la variedad monastrell que pueda dar un vino de calidad.



Zonificación D.O. Jumilla.



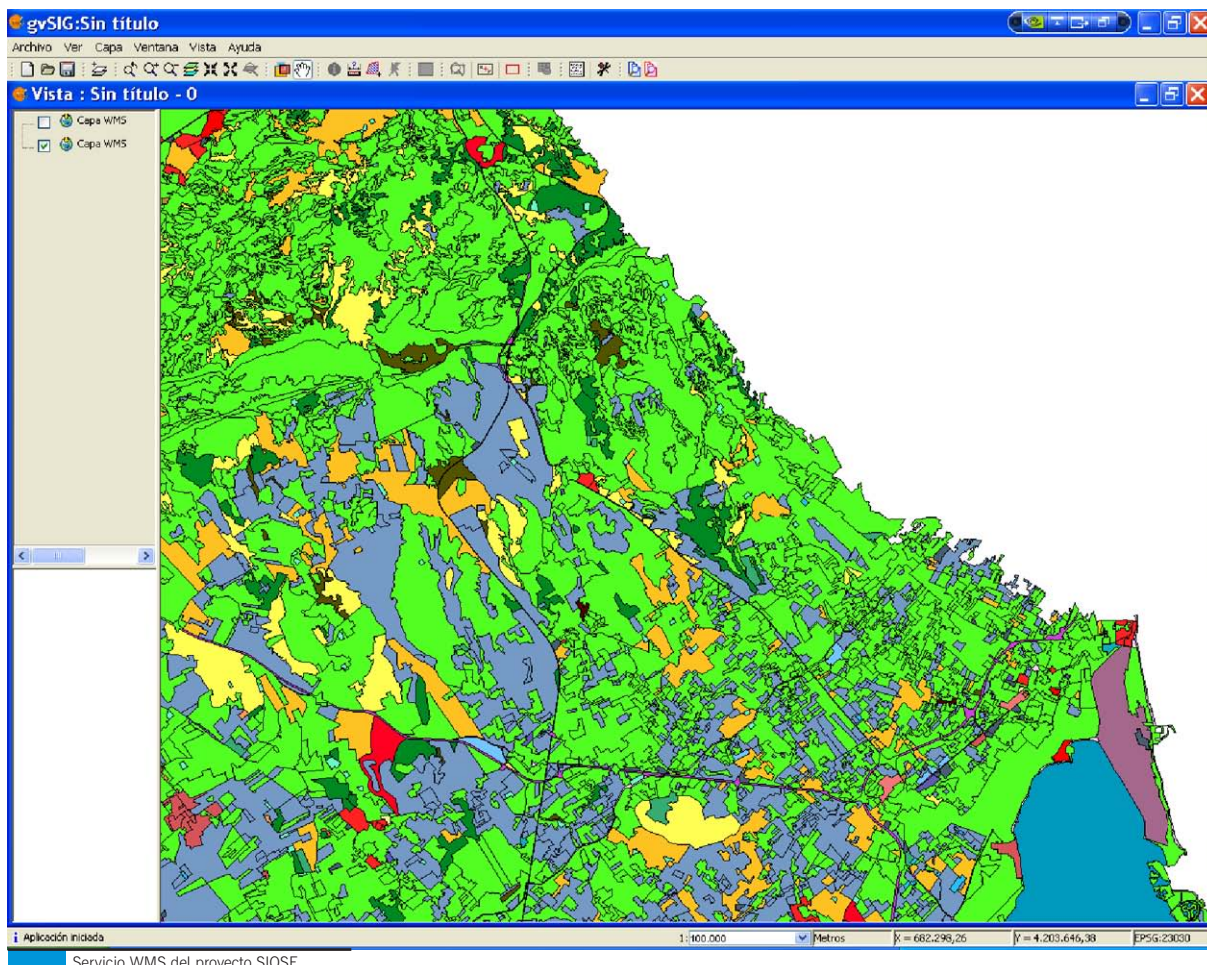
■ Analisis comparativo modelo de datos CORINE 2006 y SIOSE

Entidad financiadora y Referencia	Geoweb S. L. CORINE-SIOSE
Investigador responsable	Manuel Erena
Equipo	Pedro Pérez Joaquín F. Atenza Pedro García Isabel Baños Diana Sánchez

OBJETIVOS

El objetivo se pueden resumir en:

El estudio se uniciado en Diciembre 2008, y será desarrollado durante el primer trimestre del año 2009, segun la metodologia y modelo de datos propuesta por el IGN en el proyecto SIOSE y en el proyecto CORINE.



El proyecto esta coordinado a nivel nacional por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), dependiente del Ministerio de Fomento, y su principal objetivo es la comparacion del nuevo Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), donde se integran información de las Bases de Datos de Ocupación del Suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado y el Proyecto Europeo “Image & Corine Land Cover 2006-CORINE2006”. Los resultados obtenidos en este proyecto se realizan en colaboración con el Servicio de Cartografía de la Consejería Obras Publicas y Ordenación del Territorio de la Región de Murcia.

Como resultado del trabajo se va ha realizar un informe comparativo de los usos del suelo segun la metodologia SIOSE y la del CORINE definido por el IGN en los respectivos pliegos técnicos. ■

■ Proyecto Actualización mantenimiento y puesta en servicio del SIAM

Entidad financiadora y Referencia	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. POI 07-014
Investigador responsable	Manuel Caro Ayala
Equipo	Pedro González Perez Manuel Peinado López de Teruel José Ramón Polo Soriano José Lozano Puche Pedro José Chico Ruiz Francisco García Monreal Lino Sala Victoria José Burrueco Burgos José Piernas Hernandez Alfredo Soria Alfonso José Antonio Noguera García Antonio Pato Folgoso

OBJETIVOS

1. Actualización de la Red de Estaciones Agrometeorológicas de la Región de Murcia.
2. Mantenimiento de la Red de Estaciones
3. Puesta en servicio de la nueva página del SIAM.

RESULTADOS OBTENIDOS

A lo largo del año 2008, se ha alcanzado el tercer objetivo que es la puesta en servicio de la nueva página del Sistema de Información Agrario de Murcia, esta página comenzara a funcionar, de cara al público, el día tres de Diciembre de 2008.

Desde la publicación de la norma UNE 500550 “Redes de estaciones Meteorológicas Automáticas: Formato de intercambio de Registros Meteorológicos. Metadatos”, la página que estaba en funcionamiento desde el año 1.995, quedo obsoleta ya que no se publicaba el nivel de validación o calidad del dato y ni tampoco un sistema de exportación de los datos siguiendo los criterios de la norma citada.

Para la elaboración de esta nueva página se han empleado herramientas de programación que permiten obtener informes personalizados por el usuario, al que se le permite consultar datos de una o varias estaciones y de las variables que seleccione. Por otra parte, asociado al dato se puede obtener las características del sensor o sensores incluidos en el informe como: marca, modelo, referencia, fecha de instalación y las fechas de comprobación o calibración el sensor, de forma que el receptor del dato conozca las condiciones en las que se registra el mismo.

Así mismo se ha eliminado límite de la serie histórica a consultar, por lo que se pueden obtener datos desde 1996 hasta la fecha actual.

Acompañando a cada estación y en cumplimiento de la normativa, se incluyen fotos del recinto de la estación, tomada desde los cuatro puntos cardinales, y del entorno de la misma que comprende unas veinte imágenes. Todas estas imágenes pueden ser descargadas por el usuario.

Se incluyen como producto derivado de los datos agrometeorológicos, la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET₀) por el método de Penman - Monteith, déficit de presión de vapor, punto de rocío, índices de aridez y recuento de horas frío, teniendo este apartado las novedades de que se ha aumentado el número de métodos para su estimación y que el propio usuario puede modificar la fecha preestablecida por el sistema para comenzar el recuento.

El primer objetivo "Actualización de la Red de Estaciones Agrometeorológicas de la Región de Murcia", se incluyó para adaptar la red a la normativa UNE 500520 "Criterios de localización de emplazamientos e instalación de sensores. Características de adquisición y muestreo", en la que se especifican los criterios de localización de emplazamientos para las estaciones y las características que debe tener el recinto y los requerimientos mínimos de instrumentación que debe tener la estación.

Durante este primer año se han normalizado cinco estaciones ubicadas en Alhama de Murcia (AL41), Campo Tejar en Molina del Segura (MO22), La Carrichosa en Cieza (CI42), Cabezo de la Plata en Murcia (MU52) y San Cayetano en San Javier (TP73). En dichas estaciones se ha redimensionado el recinto y se han reemplazado los datalogger por otros programables lo que ha permitido instalar los sensores mínimos exigidos en la norma.

El segundo objetivo es el mantenimiento de la red de estaciones agrometeorológicas del IMIDA, para alcanzar este objetivo incluido en la norma UNE 500530 "Caracterización de la instrumentación. Criterios de mantenimiento de estaciones meteorológicas y calibración de sensores", se distribuyeron las cuarenta y ocho estaciones que hay en servicio en la actualidad en nueve rutas para realizar el mantenimiento preventivo mensual. Durante el año 2008 se han completado siete visitas a cada una de las estaciones.

Además del mantenimiento preventivo se realizan mantenimiento de emergencia que se llevan a cabo cuando una estación no envía datos durante cuarenta y ocho horas o los datos proporcionados son incoherentes. Se han realizado diez mantenimientos de este tipo a lo largo del año 2008 la mayoría de ellos para solucionar problemas del sistema de alimentación eléctrica de las estaciones y del sistema de comunicaciones. Solo se han realizado una salida por problemas con los sensores en el caso de la estación de Yechar ML12. ■

■ SUNRISE. Fomento de la motivación y las competencias de los formadores para una sociedad basada en el conocimiento: aprendizaje auténtico, competencias ya adquiridas para una formación personalizada, formación de tutores en centros de trabajo

Entidad financiadora y Referencia	Programa de Aprendizaje Permanente Leonardo da Vinci de la Comisión Europea. ES/07/LLP-LdV/TOI/149008
Investigador responsable	Fulgencio Contreras López

OBJETIVOS

SUNRISE es un Proyecto de Transferencia de Innovaciones cofinanciado por el Programa de Aprendizaje Permanente de la Dirección General de Educación y Cultura de la Comisión Europea (Leonardo da Vinci), que se desarrolla entre Noviembre de 2007 y Octubre de 2009.

Mediante **SUNRISE**, tres innovaciones en materia de Formación Profesional ya implantadas en sistemas europeos se adaptarán a las condiciones de otros, con un enfoque de formación continua de formadores. Las innovaciones se transfieren desde instituciones “proveedoras” en Holanda (Wellantcollege) y Finlandia (Svenska Yrkeninstitutet) a las receptoras en España (Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre Pacheco), Bulgaria (Land Source of Income y dos centros de Formación Profesional agraria), Letonia (EUROPA LV que agrupa a los centros de Formación Profesional agroalimentaria), Finlandia (SYI) y Holanda (Wellantcollege). La asociación incluye, además de a las instituciones mencionadas, al Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Agroalimentario (IMIDA) que actúa como coordinador del proyecto y ofreciendo apoyo técnico al CIFEA de Torre Pacheco. Las innovaciones educativas se refieren a tres temas concretos.

Aprendizaje Auténtico

Para que los estudiantes puedan aprender de cara a la vida real, el contexto del aprendizaje debe ser auténtico. Esta metodología educativa permite que los estudiantes exploren, discutan y construyan conceptos y relaciones plenas de significado en contextos que implican *problemas y proyectos de la vida real* de relevancia para el estudiante. El término “auténtico” se define como algo genuino, verdadero y real. Si el aprendizaje es auténtico, los estudiantes han de implicarse en problemas genuinos que les ofrezcan la oportunidad de conectar los nuevos contenidos a aprender con sus conocimientos previos. El verdadero poder del aprendizaje auténtico es la capacidad para implicar de forma activa a los estudiantes y para *tocar* su motivación particular.

Acreditación de competencias previamente adquiridas

Una de las prioridades de la Declaración de Copenhague (2002) es la validación del aprendizaje formal y no formal. Generar profesionales competentes y competitivos es una de las prioridades de las políticas de Formación Profesional. Sus competencias incluyen destrezas y actitudes a adquirir a través de un proceso de Aprendizaje Permanente, que en muchos casos no incluye la educación formal. Esa formación es valorada en algunos sistemas educativos, dando como resultado: 1) motivación para que jóvenes y adultos participen de sistemas formales de educación; 2) reconocimiento oficial de sus competencias; y 3) programas educativos más realistas y personalizados.

Formación de tutores en centros de trabajo

Las metodologías que separan los ámbitos del trabajo y la formación son seriamente cuestionadas desde hace mucho tiempo. Las tendencias modernas se centran en unirlos y en reforzar los vínculos entre la educación y el mundo empresarial. En diferente manera e intensidad, la mayoría de los sistemas educativos europeos incluyen prácticas de estudiantes en empresas, donde los tutores (formadores en el puesto de trabajo) proporcionan apoyo y hacen el seguimiento de los avances del alumno. En muchos países estos tutores han de adquirir una formación previa sobre destrezas educativas y sociales, mejorando competencias que permitan optimizar el tiempo de aprendizaje del estudiante en la empresa.

Estas innovaciones se implantarán en las instituciones receptoras mediante el establecimiento de equipos de trabajo mixtos (socio proveedor-socio receptor) bajo la filosofía de “aprender haciendo”, y contemplando las adaptaciones pertinentes a las circunstancias del socio receptor. Los resultados previstos incluirán modelos de aprendizaje y adaptaciones a diferentes circunstancias, formularios para la evaluación de competencias; y programación de un curso para tutores en empresa. ■

■ ALMOND PROSOIL

Entidad financiadora y Referencia	Unión Europea Programa LIFE. LIFE05 ENV/E/000288
Investigador responsable	Manuel Caro Ayala
Equipo	Eulogio Molina Navarro Jorge García Gómez María Teresa Martínez Vera

El proyecto «Protección del suelo en áreas mediterráneas mediante el cultivo de nuevas variedades de almendro» (ALMOND-PRO-SOIL) LIFE05 ENV/E/000288 comenzó sus actividades en octubre de 2005 y terminó en septiembre de 2008. Los socios de este proyecto han sido: IMIDA (coordinador), CEBAS, CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) (Pisa, Italia) y ALSIA-AZIENDA Pantanello (Región Basilicata, Italia).

OBJETIVOS

El principal objetivo de este proyecto es **«demostrar la viabilidad del cultivo de nuevas variedades de almendro como enfoque medioambiental capaz de proteger el suelo en zonas de la cuenca mediterránea (y similares) que presenten un riesgo elevado de degradación del suelo debido a sus condiciones climáticas y topográficas, así como a la ausencia de una gestión medioambiental adecuada»**. Estas nuevas variedades se obtienen a partir de los recursos genéticos locales, en un intento de demostrar que un uso sostenible del patrimonio vegetal local puede proteger el suelo frente a la degradación. Se han desarrollado ensayos demostrativos en Murcia y en la Región Basilicata (Italia) con diferentes variedades, condiciones de pendiente del terreno y prácticas culturales. Se ha prestado especial atención a la influencia de esas variedades en las características bio-geológicas del suelo, con el objetivo de determinar las prácticas agrícolas más adecuadas para la mejora de esas características.

RESULTADOS

Las actividades del proyecto han permitido demostrar la acción positiva sobre el suelo del cultivo del almendro en zonas con grave riesgo de desertificación. Además se ha evaluado la sostenibilidad del enfoque propuesto mediante un análisis estratégico de los aspectos socioeconómicos, técnicos y reglamentarios (centrado en la legislación aplicable a la agricultura, el desarrollo regional y la innovación) efectuado a escala europea, nacional y regional. Esta evaluación ha permitido proponer la aplicación de normas ya existentes o el desarrollo de nuevas medidas reglamentarias relacionadas con la protección del suelo.

■ Publicaciones científicas y de divulgación

CORREAL E., ERENA, M.; VICENTE M.; MARTINEZ F.; ROBLEDO A.; RÍOS S.; ALCARAZ F. 2007. Agroforestry system in southeastern of Spain. *Agroforestry systems in Europe*. Springer Publishers. (En prensa).

ERENA, M.; CORREAL E.; GRIS J. (EDITORES). 2008. Gestión Integrada del Agua en El Campo de Cartagena. *Documentos del Agua*. ESAMUR. (En prensa).

ERENA, M.; GARCIA P.; GARCIA S.; CORREAL E.; PEREZ P.; BAÑOS I.; SANCHEZ D.; MONTESINOS S.; ATENZA J. 2008. Geoportal de la sequia y los recursos hidricos de la Region de Murcia: Proyecto- GOSYD. *Cambio climatico y su interaccion con los recursos hídricos*. UPCT. Cartagena. (En prensa).

ERENA, M.; GARCIA S.; CORREAL E.; PEREZ P.; BAÑOS I.; MONTESINOS S.; GARCIA P.; ATENZA J. 2008. Geo-portal for drought and climate risks in the Region of Murcia: GOSYD project. *Drought management: Scientific and technological innovations*. IAMZ. Zaragoza.

GARCIA, J.; BARBERA G.; ERENA, M.; CASTILLO V. 2008. Calibration of model structure in distributed flash flood modelling: dynamic relief in a semi-arid agricultural watershed. *Journal of hydrology*. (En prensa).

GARCIA, J.; BARBERA G.; ERENA, M. ; CASTILLO V. 2008. Merging data from weather radar and raingauge networks: disagreements in the fractional coverage and implications for hydrological modelling. *Weather Radar and Hydrology*. Grenoble. 1:152

GARCIA, J.; CASTILLO V.; BARBERA G.; ERENA, M. 2008. Rainfall estimation by raingauge-radar combination: a concurrent multiplicative-additive approach. *Water resources research*. (En prensa).

GARCIA, R. P.; ERENA, M.; ALCON F. (EDITORES). 2008. Atlas del Agua de la Región de Murcia. *Documentos del Agua*. ESAMUR. (En prensa).

PEREZ P.; ERENA, M.; ROBLES J. M.; GARCIA M. I.; BOTIA P.; PEREZ. J.G. 2008. Relation between precision remote sensing and water relations and gas exchange parameters in "Verna" lemon. *Drought management: Scientific and technological innovations*. IAMZ. Zaragoza.

■ Participación en congresos y reuniones científicas

ALCÓN, F.; RINCÓN, L.; ORTEGA, C.; PAYA, D. I.; RINCON, A.; ERENA M. 2008 Situación actual del uso de las tecnologías de riego en el Campo de Cartagena. *XXXVI Congreso Nacional de Riegos*. Huesca.

ATENZA F.J.; ERENA M.; MARTINEZ, A. 2008. Zonificación vitícola de la variedad monastrell en la Denominación de Origen Jumilla. *XIII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Las Palmas.

CONTRERAS-LÓPEZ, F.; VICTORIA-COS, I. M.; COS, J.; SOTOMAYOR, J. A. 2008. Local habitats recreation in gardening as an environmental education tool. *The Third International Meeting on Environmental Biotechnology and Engineering (3IMEBE)*. Palma de Mallorca.

CONTRERAS-LÓPEZ, F.; VICTORIA-COS, I. M.; DABAUZA, M.; COS, J. 2008. Proyecto de jardín con flora silvestre de la Región de Murcia. *I Simposio Iberoamericano - IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental. Innovación y futuro en la jardinería*. Pontevedra.

ERENA, M.; ATENZA J.F.; GARCIA P.; SANCHEZ D.; PAYA D. I.; OCHOA, J.; ROSA J.P.; PORRAS I. 2007. El SIG citrícola de la Región Murcia: Proyecto SIGEAM. *IV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. Albacete.

ERENA, M.; PORRAS I.; GARCIA P.; ATENZA J.F.; OCHOA, J.; JOVER A.J. 2007. Primeros resultados del SIG citrícola de Murcia: Proyecto SIGEAM. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

ERENA M.; RINCÓN, L.; LARIO, N.; PÉREZ, P.; SOTO, M.; GARCIA P.; ALCÓN, F. 2008. La Gestión del Agua en el Campo de Cartagena. *IV Congreso Mundial de Ingenieros Agrónomos y profesionales de Agronomía*. Madrid

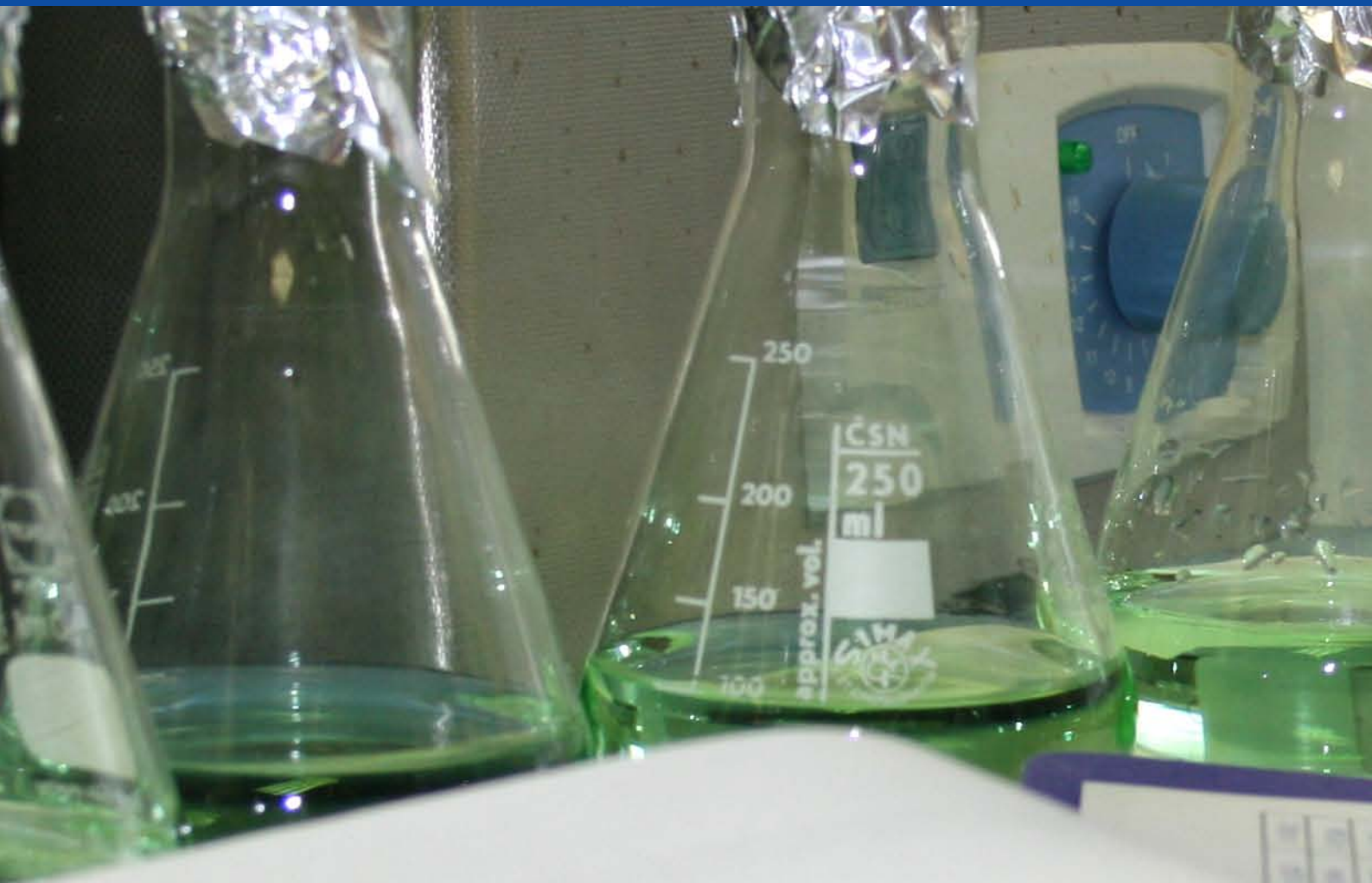
MARTÍN B.; TORREGROSA A.; GARCÍA BRUNTON J.; BERNAD GODINA J.J.; ARAGÓN R. Preliminary tests of mechanical thinning of peaches for processing industry. *International Conference on Agricultural Engineering, AgEng08*. Hersonissos, Creta (Grecia).

MARTÍN B.; TORREGROSA A.; GARCÍA BRUNTON J.; BERNAD J.J.; ARAGÓN R.; SÁNCHEZ C. 2007. Empleo de vibradores de ramas para el aclareo mecánico de melocotoneros. *IV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. Albacete.

PÉREZ, P.; ERENA, M.; PAYA D. I.; ROSA J.P.; GARCIA P.; MONTESINOS, S.; BEA, M. 2008. Empleo de la teledetección de alta resolución para el estudio de los daños por sequía en cítricos. *XIII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Las Palmas.

TORREGROSA A.; PORRAS I.; MARTÍN B.; ARAGÓN R. 2007. Recolección mecánica de limón cv. fino mediante vibradores de ramas y la aplicación de abscisores. *IV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. Albacete.

TORREGROSA A.; PORRAS I.; MARTÍN B.; ARAGÓN R. 2008. Mechanical harvesting of lemons in Murcia-Spain. *International Conference on Agricultural Engineering, AgEng08*. Hersonissos, Creta (Grecia).



OTRAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS





SCHOTT
DURAN
250 ml

West Germany

SCHOTT
DURAN
250 ml

West Germany

250
200
150
CSN
250 ml

West Germany



■ Tesis doctorales dirigidas

ANDRÉS CONESA BUENO. Pimiento procesado en fresco. Universidad: Politécnica de Cartagena, Facultad/Escuela: Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Fecha presentación: 17 diciembre 2008 . Director de tesis o trabajo: Francisco Artés Calero.

M^a DOLORES LOPEZ BELCHI. Toxicidad volátil de monoterpenoides y mecanismos bioquímicos en insectos plaga del arroz almacenado. Facultad de Química. Universidad de Murcia. 23 Octubre 2008. Directora: María Jesús Pascual Villalobos.

MARÍA ÁNGLES MARTÍNEZ FRANCÉS . La microbiota fúngica de los suelos de los invernaderos de pimiento. Universidad Politécnica de Cartagena, E.T.S.I. Agronómica. Febrero 2008. Directores: Alfredo Lacasa Plasencia y Javier Tello Marquina.

MIGUEL GALIÁN JIMÉNEZ. Características de la canal y calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con Ibérico. Efecto del sistema de manejo. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Julio 2007. Director/es: Ángel Poto Remacha, Begoña Peinado Ramón y Gaspar Ros Berruezo.

ROSA MARÍA MARTÍNEZ RODRÍGUEZ. Influencia del riego sobre el rendimiento y calidad del aceite esencial en el género *Thymus*. Estudio de la variabilidad intraespecífica y selección clonal. Fac. Biología. Universidad de Murcia. Mayo 2008. Directores: José Antonio Sotomayor y María José Jordán.

■ Tesinas y trabajos fin de carrera dirigidos

ANA ÁLVAREZ TRUJILLO. Influencia del tiempo de ayuno previo al sacrificio sobre la calidad de dorada (*Sparus aurata*) de tamaño comercial. Tesis de Master. Biología de peces: aspectos básicos y aplicados. Cultivo de Peces Mediterráneos. Curso 2007-2007. Universidad de Murcia. Junio 2007. Directores: María Dolores Hernández y Benjamín García García.

ANA MARÍA GUILLÉN PARDO. Efecto de fitorreguladores sobre la floración, conservación y calidad del fruto del limonero. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. 26 septiembre de 2008. Director/es: Ignacio Porras Castillo y Agustín Conesa Martínez.

ANTONIO ARNAU ILLÁN .Utilización de variedades tradicionales de melón en agricultura ecológica, efecto de la localidad sobre las características de calidad y producción. Ingeniería Técnica Agrícola. EPSO UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ. Diciembre 2007. Director: Joaquín C. Costa García. Codirector: M^a Soledad Catalá Giménez

ANTONIO BALIBREA MELERO. Características de la Calidad en fresco y tras la conservación de la pera “Ercolini” en la D.O. protegida pera “Ercolini” de Jumilla (Murcia). Ingeniero Agrónomo. EPS de Orihuela. Universidad “Miguel Hernández” de Elche. Febrero 2007. Director: Jesús García Brunton.

ARACELI RUIZ GUILLAMÓN .Utilización de variedades tradicionales de tomate en agricultura ecológica, efecto de la localidad sobre las características de calidad y producción. Ingeniería Técnica Agrícola. EPSO UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ. 2007. Director: Joaquín C. Costa García. Codirector: M^a Soledad Catalá Giménez

ELENA SÁNCHEZ LÓPEZ. Tesis final de Master en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y alimentario. Contenido en clorofilas y carotenoides en fruto de variedades mejoradas de pimiento para pimentón. ETSIA. Universidad Politécnica de Cartagena. Septiembre 2008. Directores: M^a Soledad Catalá Giménez y Joaquín C. Costa García

FELIX ANTONIO PLASENCIA MARTÍNEZ. Efectos de la época de aclareo y nivel de agua de riego en la nectarina “Casasil” extratemprana (*prunus persica* L. Batsch). Ingeniero Técnico Agrícola. EUITA de Orihuela. Universidad “Miguel Hernández” de Elche. Diciembre 2007. Director: Jesús García Brunton.

INMACULADA MOÑINO FRUTOS. Incorporación de hoja destilada de romero y tomillo en la dieta de oveja Segureña: una vía para la obtención de alimentos con alto valor añadido. Fac. Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Murcia. Directores: José Antonio Sotomayor y María José Jordán.

JOSÉ FRANCISCO ROMEU SANTACREU. Características agronómicas y de calidad de variedades de melocotonero y nectarina de maduración precoz. Ingeniero Agrónomo. EPS de Orihuela. Universidad “Miguel Hernández” de Elche. Enero 2007. Director: Jesús García Brunton.

JOSÉ JUAN SÁNCHEZ MARTÍNEZ. Estudio sobre floración y fructificación en pomelo. Universidad: Miguel Hernández de Elche. Escuela de Ingenieros Agrónomos de Orihuela. 31 de mayo de 2007. Director/es: Ignacio Porrás Castillo.

JOSÉ LUIS SÁEZ MARTÍNEZ. Factores que afectan a la producción de amoníaco en el centollo (*Maja brachydactyla*): efecto del peso, temperatura, ingesta de proteína y concentración de amoníaco en el medio. Tesis de Master. Biología de peces: aspectos básicos y aplicados. Cultivo de Peces Mediterráneos. Curso 2007-2008. Universidad de Murcia. Junio 2008. Directores: Jesús Cerezo Valverde y Benjamín García García.

JOSÉ MIGUEL PIÑERO GUILLÉN. Estudio sobre floración y fructificación en limonero Fino 49 y Chaparro. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela de Ingenieros Agrónomos de Orihuela. 4 de julio de 2007. Director/es: Ignacio Porrás Castillo.

JUAN CARLOS TOVAR ALCARAZ. Efectos de la salinidad y la sequía sobre las relaciones hídricas, ajuste osmótico y parámetros de intercambio gaseoso en limonero "Fino 49". Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela de Ingenieros Agrónomos de Orihuela. 7 de mayo de 2008. Director/es: Ignacio Porrás Castillo. Juan Gabriel Pérez Pérez.

JUAN SALAZAR MARTINEZ. Caracterización de selecciones de albaricoque en la comarca del noroeste (Murcia). Ingeniero Técnico Agrícola. EUITA de Orihuela. Universidad "Miguel Hernández" de Elche. Diciembre 2007. Director: Jesús García Brunton.

LAURA ALMELA VERACRUZ. Estudio sobre la situación actual de cuatro razas en peligro de extinción en la Región de Murcia: cerdo Chato Murciano, vaca Murciana, gallina Murciana y cabra Blanca Celtibérica. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández. Diciembre 2006. Director/es: Ángel Poto Remacha y M^a Jesús Navarro Ríos.

LUÍS ABELLÁN CARRILLO. La rotura de las glándulas de aceites esenciales en limón temprano. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. 26 septiembre de 2008. Director/es: Ignacio Porrás Castillo y Juan Gabriel Pérez Pérez.

M^a DEL MAR CAMACHO TRAVEL. Disipación de los fungicidas azoxistrobin y procimidona en lechuga en campo y bajo condiciones de almacenamiento en frío. Facultad de Química/Universidad Murcia. Octubre 2007. Director: José Fenoll Serrano.

M^a PILAR DE HARO GONZÁLEZ. Productos Naturales de Origen Vegetal: una Alternativa a los Aditivos Antimicrobianos en Alimentación Porcina. Fac. Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Murcia. Directores: José Antonio Sotomayor y Cristina Martínez Conesa.

MARÍA PINTADO INIESTA. Influencia de la refrigeración en la disipación de fenitrotion en albaricoque y lechuga. Facultad de Química/Universidad Murcia. Junio 2007. Director: José Fenoll Serrano.

MIRIAM SÁNCHEZ HERNÁNDEZ. Influencia del tipo de alimento sobre la utilización de los lípidos por el pulpo común, *Octopus vulgaris*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Noviembre 2007. Directores: María Dolores Hernández y Benjamín García García.

MOUNA BEN FARHAT. Estudio de la calidad aromático y medicinal del género *Salvia* en Túnez. Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias de Bizerte (Túnez). Directores: José Antonio Sotomayor y María José Jordán.

PAULA CUADRA CRESPO. Determinación de los enzimas responsables de la pérdida de textura en uva mesa. Facultad de Tecnología de Alimentos/ UCAM. Octubre 2007. Director: M^a Pilar Hellín García.

ROSA MARÍA SERRA LLINARES. Comunidades bentónicas en estructuras artificiales en mar abierto. Influencia de los cultivos marinos de peces en jaulas flotantes. Tesis de Master. Biología de peces: aspectos básicos y aplicados. Cultivo de Peces Mediterráneos. Curso 2007-2008. Universidad de Murcia. Septiembre 2008. Directores: Felipe Aguado Giménez y Benjamín García García

TERESA BERENQUER GONZÁLEZ. Epoca de inducción y diferenciación en yemas de flor de melocotonero (*prunas persica* L. Batsch) en las condiciones de la Región de Murcia. Ingeniero Técnico Agrícola. EUITA de Orihuela. Universidad "Miguel Hernández" de Elche. Diciembre 2007. Directores: Encarna Ortega / Jesús García Brunton.

VANESA LAX VIVANCOS. Caracterización química y selección de poblaciones silvestres de *Rosmarinus officinalis* L. de la flora española, atendiendo a su riqueza en aceite esencial y componentes polifenólicos. Fac. Biología. Universidad de Murcia. Directores: José Antonio Sotomayor y María José Jordán.

■ Conferencias, cursos y seminarios

AGUADO GIMÉNEZ, F. Julio 2007. Acuicultura y su desarrollo en la Región de Murcia. *Semana de Ecología Marina*. CEMACAM, Torre Guil, Murcia.

AGUADO GIMÉNEZ, F. Noviembre 2007. Ordenación del territorio y medio ambiente. Tecnología de jaulas en Mar Abierto. Engrase de Atún (10 horas). *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados"* (2007-2008). Universidad de Murcia. Murcia.

AGUADO GIMÉNEZ, F. Noviembre 2008. Ordenación del territorio y medio ambiente. Tecnología de jaulas en Mar Abierto. Engrase de Atún (10 horas). *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados"* (2008-2009). Universidad de Murcia. Murcia.

AGUADO GIMÉNEZ, F. Enero 2008. Impacto ambiental de la acuicultura marina (4 horas). *Master en "Acuicultura y Pesca: Recursos Marinos y sostenibilidad"* (2007-2008). Universidad de Cádiz. Cádiz.

CÁNOVAS, J. Conferencia: *Gestión del Dominio Público Hidráulico y Procedimientos Sancionadores en la cuenca del Segura*. Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia. Murcia. 16 de mayo de 2008.

CÁNOVAS, J. Conferencia: Modernización de los Regadíos. Ahorro de Agua. *Jornada sobre ahorro, eficiencia en el uso del agua y gestión de la demanda*. Foros de Ciencia y Tecnología. Universidad de Alcalá de Henares. 26 de marzo de 2008.

CÁNOVAS, J. Conferencia: Water desalination in the Mediterranean Basin. *Seminaire International sur le dessalement des eaux: perrees technologiques et maîtrise des coûts*. Túnez. 30 de junio de 2008.

CARO, M. Diciembre 2007. *Jornadas sobre Assistência Técnica ao Regante*. Beja, Portugal.

CARO, M. Marzo 2007. *Consultor técnico en gestión del agua*. Sangonera la Verde, Murcia.

CARO, M. Octubre 2007. *Diferentes modelos de asesoramiento en riego*. Tarrega, Tarragona.

CARREÑO, J. Agosto 2008. Programa de obtención de variedades de uva de mesa. *Consejería de Agricultura y Agua*. Murcia.

CARREÑO, J. Diciembre 2008. El cultivo de la uva de mesa con coberturas plásticas. *Jornada organizada por SOLPLAST*. Ica, Perú.

CARREÑO, J. Marzo 2007. Influencia del cambio climático en las características de la uva de mesa. *O.I.V., Subcomisión de uva de mesa y pasas*. París.

CARREÑO, J. Marzo 2007. Variedades, técnicas de cultivo, problemas técnicos y económicos en uva de mesa. *Curso de producción y comercialización de uva de mesa*. IberCaja. Escuela Agraria de Cogullada. Zaragoza.

CARRIZOSA, J. A; Mayo-junio 2007 Consolidación de esquemas de selección del ganado caprino mediante el empleo de inseminación. *Curso de formación continuada en Reproducción de pequeños rumiantes*. Murcia.

CARRIZOSA, J. A; Noviembre 2008. La inseminación artificial en los sistemas de selección del ganado caprino. *XXXI Curso Internacional de Reproducción Animal*. I.N.I.A. Madrid.

CENIS, J.L. Mayo 2007. *Opportunities for cooperation between China and Spain on new developments on biotechnology of silkworm*. Universidad de Zhejiang, Hangzhou, China.

CENIS, J.L. Noviembre 2008. *New applications of silkworm in biotechnology and biomedicine*. Universidad de Catania, Italia.

CEREZO VALVERDE, J. Noviembre 2007. Explotaciones de acuicultura en sistemas de recirculación. Diversificación de especies. Aplicación de modelos biológicos (10 horas). *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados"* (2007-2008). Universidad de Murcia. Murcia.

CEREZO VALVERDE, J. Noviembre 2008. Explotaciones de acuicultura en sistemas de recirculación. Diversificación de especies. Aplicación de modelos biológicos (10 horas). *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados"* (2008-2009). Universidad de Murcia. Murcia.

CORREAL, E. Abril 2007. *Bituminaria bituminosa breeding in semiarid Spain*. Perth, Universidad de Western Australia.

CORREAL, E. Abril 2007. *Breeding strategies for saltbush: experience with Atriplex halimus*. Perth, Universidad de Western Australia.

CORREAL, E. Junio 2008. New energy crops in Murcia. *Semana Internacional de los Biocarburantes*. ARGEM-CEMACAM. Murcia.

CORREAL, E. Octubre 2008. Cultivos energéticos para producción de biomasa lignocelulósica en tierras de cultivo marginales. *Desarrollo rural sostenible en cooperación transnacional. Proyecto Selva-Monte energético*. Baden-Württemberg / Murcia. Consejería de Agricultura y Agua.

CORREAL, E. Abril 2008. La agroenergética: posible solución para mantener la actividad agraria y la vida rural en zonas actualmente deprimidas. *Energías Limpias y Desarrollo Sostenible*. Concejalía Medio Ambiente del Ayuntamiento de Mula y Aula cultural de la C.A.M.

CRESPO LEÓN, F. Diciembre 2007. Estrategias para la erradicación de enfermedades de baja prevalencia: brucelosis. *I Jornada internacional sobre estrategias para la erradicación de enfermedades de baja prevalencia: tuberculosis y brucelosis en ganado vacuno*. Madrid.

CRESPO LEÓN, F. Mayo 2007. Situación actual de los proyectos del Comité director de la lengua española de la OIE. *Reunión de la Comisión Regional de la OIE para las Américas. 77ª Sesión General de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Comité Internacional*. París.

CRESPO LEÓN, F. Mayo 2008. Comentarios sobre el Comité director de la lengua española. *Reunión de la Comisión Regional de la OIE para las Américas. 76ª Sesión General de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Comité Internacional*. París.



CRESPO LEÓN, F. Octubre de 2007. Directrices generales de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en el ámbito de las zoonosis y de las enfermedades emergentes y reemergentes. *I curso internacional sobre zoonosis y enfermedades emergentes y reemergentes*. Valencia.

CRESPO LEÓN, F. Septiembre de 2007. Directrices Generales de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre evaluación de Servicios Veterinarios. *Actos conmemorativos del I Centenario del Cuerpo Nacional Veterinario*. Murcia.

DABAUZA, M. Julio 2008. La transformación genética como herramienta para la mejora de la vid. CIALE: *Centro Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias*. Universidad de Salamanca.

DABAUZA, M. Junio 2007. Embriogénesis somática y semillas artificiales. *Curso de Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas (II edición)*. Universidad de Murcia.

DABAUZA, M. Junio 2007. Embriogénesis somática y Transformación Genética de la vid. *Conferencia en la 2ª Reunión de la Red Temática de Cultivo in vitro y Transformación Genética de Especies Frutales*. Alcalá de Henares.

DABAUZA, M. Junio 2008. Embriogénesis somática y semillas artificiales. *Curso de Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas (III edición)*. Universidad de Murcia.

DABAUZA, M. Junio 2008. Las plantas transgénicas como biofactorías. *Curso de Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas (III edición)*. Universidad de Murcia.

DABAUZA, M. Mayo 2008. La transformación genética como herramienta para la mejora de la vid. *Escuela Politécnica Superior de Orihuela*. Universidad Miguel Hernández.

DABAUZA, M. Noviembre 2007. Transformación Genética de la vid. *Facultad de Biología*. Universidad de Vigo.

DUCHI, N., PEINADO, B., POTO, A., ALMELA, L. Junio 2008. *Extracción seminal al palomo deportivo de Murcia*. Difusión audiovisual del Canal 7. Murcia.

ERENA, M., ATENZA F. J., PÉREZ, P., GARCIA, P. Noviembre 2008. *Curso EAP sobre la Aplicación de los sistemas de información geográfica (GVSIG) y los GPS a la investigación agraria*. Murcia.

ERENA, M., ATENZA F. J., PÉREZ, P., GARCIA, P. Junio 2007. *Curso de EAP de Aplicación de los sistemas de información geográfica (GVSIG) a las oficinas comarcales agrarias*. Murcia.

ERENA, M., ATENZA F. J., PÉREZ, P., GARCIA, P. Junio 2008. *Curso de EAP de Actualización en la aplicación de los sistemas de información geográfica (GVSIG) a las oficinas comarcales agrarias*. Murcia.

ERENA, M., ATENZA F. J., PÉREZ, P., GARCIA, P. Octubre 2007. *Curso de EAP de Metodología para el cálculo y transmisión de superficies agrícolas. Métodos innovadores para el cálculo*. Murcia.

ERENA M.; GARCIA R. P. Mayo 2007. El proyecto SIOSE en la Region de Murcia. *Jornadas SIG de la UPV*. Valencia.

ERENA, M. Febrero 2008. *Drought management: Scientific and technological innovations*. IAMZ-CIHEAM. Zaragoza

ERENA, M. Junio-Noviembre 2007. *Curso de creación de empresas de base tecnológica*. EOI-COIMUM. Murcia.

ERENA, M. Noviembre 2008. *Conferencia en las Jornadas de colaboración internacional en estudios de cambio climático y su interacción con los estudios hídricos regionales sobre las oportunidades para la cooperación empresarial en I+D+i*. CEMACAM. Murcia

FENOLL, J. 2007 Efectos de la biosolarización sobre los residuos de plaguicidas que contaminan el suelo. *Jornada Técnica Avances en la biosolarización y el injerto en pimiento*. Murcia.

FENOLL, J. ABRIL 2008. Residuos de plaguicidas en productos hortofrutícolas. *Curso de Formación de la Consejería de Hacienda y Administración Pública* (Escuela de Administración Pública de la Región de Murcia. Murcia.

FENOLL, J. Junio 2007. Espectrofotometría III. I Master de tecnología de alimentos de la Universidad Católica de Murcia. Murcia.

FLORES, P. Junio 2007. Espectrofotometría II. I Master de tecnología de alimentos de la Universidad Católica de Murcia. Murcia.

FRUTOS, D.; CARO, M., Mayo 2008. Xaj assessment in four walnut plantations of Murcia's Region. *Presentación oral. Meeting of the Committee of Practitioners, COST Action 873 "Stone Fruits & Nuts Health"*. Floirac du Lot, Francia.

FRUTOS, D.; LÓPEZ, G.; COS, J; CARRILLO, A ., 2008. *Organización de la reunión COST 873*, celebrada en Murcia los días 23 a 25 de Octubre de 2007.

FRUTOS, D.; LÓPEZ, G.; COS, J; CARRILLO, A ., 2008. *Preparación del Short Term Scientific Mission de la Acción COST 873 sobre propagación del nogal*.

FUENTES S. Octubre 2008. Morphological characterization of Red Globe and Crimson Seedless progeny at preveraison and veraison stage. *Reunión científico-técnica Proyecto Internacional GRASP-ERA-PG*. Lisboa, Portugal.

GARCIA BRUNTON, J. Abril 2008. *Curso sobre Cultivo Producción del Albaricoquero en Gran Canaria*. Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana y Cabildo Insular de Gran Canaria. San Bartolomé de Tirajana. (Gran Canaria).

GARCIA BRUNTON, J. Abril 2008. Incidencia de las bajas temperaturas en los frutales de hueso y aspectos generales sobre el programa de ayudas para la reconversión varietal. *I Jornada Técnica de fruticultura*. Fundación AgroMutua. Abarán (Murcia)

GARCIA BRUNTON, J. Marzo 2008. Comportamiento de patrones y variedades de melocotonero en condiciones de estrés hídrico. *Jornada de Transferencia de Tecnología en Fruticultura*. IMIDA - La Alberca (Murcia).

GARCIA BRUNTON, J. Marzo 2008. Consideraciones agronómicas de la adaptación de variedades de melocotonero a las condiciones ambientales de la Región de Murcia. *Jornada de Transferencia de Tecnología en Fruticultura*. IMIDA - La Alberca (Murcia).



GARCÍA GARCÍA B. Mayo 2008. Nuevas especies de Espáridos. *Master Interuniversitario de Acuicultura. Programa Sistemas Producción: Peces Marinos (2007-08)*. Universidad de Valencia.

GARCÍA GARCÍA J. Julio 2008. Viabilidad económica de la acuicultura marina en España. *3ª Conferencias de Acuicultura Sostenible*. Cabildo de Gran Canaria. Gran Canaria.

GARCÍA GARCÍA J. Mayo 2008. Economía en acuicultura. (2 horas). *Master Interuniversitario de Acuicultura. Programa Sistemas Producción: Peces Marinos (2007-08)*. Universidad de Valencia. Valencia.

GARCÍA GARCÍA, B. Enero 2008. Alimentación sostenible en piscicultura marina. *Master en "Acuicultura y Pesca: Recursos Marinos y sostenibilidad (2007-2008)*. Universidad de Cádiz. Cádiz.

GARCÍA GARCÍA, B. Julio 2007. Artes de pesca en el Mar Menor. *Semana de Ecología Marina*. CEMACAM, Torre Guil. 9 a 13 de julio de 2007.

GARCÍA GARCÍA, B. Noviembre 2007. Evolución y situación actual de la acuicultura. Plan de explotación de piscifactorías y alimentación sostenible. Prospección de mercados mediante el análisis sensorial. *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados" (2007-2008)*. Universidad de Murcia. Murcia.

GARCÍA GARCÍA, B. Noviembre 2008. Evolución y situación actual de la acuicultura. Plan de explotación de piscifactorías y alimentación sostenible. Prospección de mercados mediante el análisis sensorial. *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados" (2008-2009)*. Universidad de Murcia. Murcia.

GARCÍA GARCÍA, B. Septiembre 2007. Análisis sensorial de peces de crianza. *Acuicultura II: Cultivo y Alimentación de Peces*. Universidad Internacional del Mar. Universidad de Murcia. Cartagena, 10 al 14 de septiembre de 2007.

GARCÍA GARCÍA, J. Febrero 2007. Economía (8 horas). Master de Acuicultura. Curso: Economía aplicada en acuicultura, de la Universidad de Las Palmas, curso 2006-2007. *IV Master Universitario Internacional en Acuicultura*. (2006-2007). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y el Instituto Canario de Ciencias Marinas.

GARCÍA GARCÍA, J. Noviembre 2007. Economía (10 horas). Master de Acuicultura: aspectos básicos y aplicados, Curso: El sector industrial de engorde de peces en el mediterráneo, de la Universidad de Murcia, curso 2006-2007. *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados" (2007-2008)*. Universidad de Murcia. Murcia.

GARCÍA GARCÍA, J. Noviembre 2008. Economía (10 horas). *Master de Acuicultura: aspectos básicos y aplicados, Curso: El sector industrial de engorde de peces en el mediterráneo*, de la Universidad de Murcia, curso 2006-2007. *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados" (2008-2009)*. Universidad de Murcia. Murcia.

GUERRERO, MM. Agosto 2008. Ensayos previos a la eliminación del bromuro de metilo en pimiento de invernadero en Murcia, España. Taller UNIDO de "Evaluación y planeamiento del proyecto de eliminación de bromuro de metilo en Mexico (suelos y estructuras)". Guadalajara, México.

GUERRERO, MM. Mayo 2007. Principios y estrategias para residuos cero. *Jornada Técnica Feria Agrícola de Torre Pacheco*. Torre Pacheco, Murcia.

HELLÍN, P. Junio 2007. Espectrofotometría I. *Master de tecnología de alimentos de la Universidad Católica de Murcia*. Murcia.

HERNÁNDEZ, M.D. 2007. El cultivo de una especie omnívora: El sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). *Acuicultura II: Cultivo y Alimentación de Peces* Universidad Internacional del Mar. Universidad de Murcia. Cartagena, 10 al 14 de septiembre de 2007

HERNÁNDEZ, M.D. Noviembre 2007. Calidad del pescado: influencia de las condiciones de cultivo. Materias primas para la elaboración de los piensos comerciales (10 horas). *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados"* (2007-2008). Universidad de Murcia. Murcia.

HERNÁNDEZ, M.D. Noviembre 2008. Calidad del pescado: influencia de las condiciones de cultivo. Materias primas para la elaboración de los piensos comerciales (10 horas). *Master de "Acuicultura: aspectos básicos y aplicados"* (2008-2009). Universidad de Murcia. Murcia.

JORDÁN, M.J y SOTOMAYOR J.A. Octubre 2008. Alimentación animal con subproductos de PAM una vía para la obtención de alimentos con alto valor añadido. *La I+D+i en la cadena de valor ovina: Sistemas Productivos y Calidad del Producto*. BADAJOZ

JORDÁN, M.J. Junio 2008. Mejora que induce la hoja destilada de romero y tomillo en la producción y calidad de carne de cordero, leche y queso de cabra. *Jornada Técnico-Científica sobre Biomasa-biocarburantes*. JAEN

LACASA, A. Abril 2008. El injerto en tomate frente a enfermedades del suelo y colapso. *Jornada técnica de injertos. Tomate*. Aguadulce, Almería.

LACASA, A. Abril 2008. Herramientas para el control integrado de plagas: Muestreos. *Curso IMIDA sobre: Control Integrado de Plagas*. La Alberca, Murcia.

LACASA, A. Abril 2008. Los métodos de control de plagas. *Curso IMIDA sobre: Control Integrado de Plagas*. La Alberca, Murcia.

LACASA, A. Abril 2008. Manejo biológico de moscas blancas y trips en cultivos hortícolas baja abrigo. *Jornada Técnica EXPONIJAR, Feria Agrícola y Ganadera Expo-Levante*. Nijar, Almería.

LACASA, A. Abril 2008. Principios básicos del control integrado de plagas. *Curso IMIDA sobre: Control Integrado de Plagas*. La Alberca, Murcia.

LACASA, A. Abril 2008. Reconocimiento de enemigos naturales. *Curso IMIDA sobre: Control Integrado de Plagas*. La Alberca, Murcia.

LACASA, A. Abril 2008. Situación actual y perspectivas del manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas bajo invernadero en España. *Jornada Técnica*. Salto Grande, Uruguay

LACASA, A. Abril 2008. Situación actual y perspectivas del manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas bajo invernadero en España. *Jornada Técnica*. Estación Experimental INIA "Las Brujas", Canalones, Uruguay

LACASA, A. Enero 2007. Los trips: daños y control en vid. *Curso sobre plagas y enfermedades de la vid*. Orihuela, Alicante.

LACASA, A. Enero 2008. Daños de trips en vid y su control. *Curso sobre plagas y enfermedades de la vid*. Orihuela, Alicante.

LACASA, A. Febrero 2007. Desinfección de suelos de invernadero en agricultura ecológica. *Curso sobre Agricultura Ecológica*. Pilar de la Horadada, Alicante.

LACASA, A. Febrero 2007. Métodos de lucha contera enfermedades del suelo en pimiento: El injerto. *Curso sobre Agricultura Ecológica*. Pilar de la Horadada, Alicante.

LACASA, A. Julio 2007. Manejo de los ácaros en cultivos de tomate. *Curso ASAJA sobre tomate*. Águilas, Murcia.

LACASA, A. Julio 2007. Manejo de los minadores de hojas en cultivos de tomate. *Curso ASAJA sobre tomate*. Águilas, Murcia.

LACASA, A. Julio 2007. Manejo de los trips en cultivos de tomate. *Curso ASAJA sobre tomate*. Águilas, Murcia.

LACASA, A. Julio 2007. Virosis del tomate no transmitidas por insectos. *Curso ASAJA sobre tomate*. Águilas, Murcia.

LACASA, A. Julio 2007. Virus transmitidos por los trips en cultivos de tomate. *Curso ASAJA sobre tomate*. Águilas, Murcia.

LACASA, A. Junio 2007. Biofumigación, solarización y biosolarización . Eficacia desinfectante en cultivo de pimiento. *Taller del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica sobre: Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas protegidos*. San José de Costa Rica.

LACASA, A. Junio 2007. Manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas protegidos del Suereste de España. *Taller del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica sobre: Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas protegidos*. San José de Costa Rica.

LACASA, A. Junio 2008. Control biológico de plagas en los cultivos hortícolas protegidos. *Curso SEAE sobre: Protección vegetal en horticultura ecológica*. Cartagena, Murcia.

LACASA, A. Junio 2008. Control biológico de plagas en los cultivos hortícolas protegidos. *Curso SEAE sobre: Protección vegetal en horticultura ecológica*. Nijar, Almería.

LACASA, A. Marzo 2007. Desinfección química de los suelos en el pimiento del Campo de Cartagena. *Jornada Técnica sobre: Desinfección de suelos*. El Ejido, Almería.

LACASA, A. Marzo 2007. Estrategias globales y principios para residuos cero. *Jornada Técnica: Residuos cero. Un reto para la agricultura murciana*. Molina de Segura Murcia.

LACASA, A. Marzo 2007. Plagas del tomate: importancia de daños y medios de control. *Curso sobre tasación de pérdidas ocasionadas por plagas, enfermedades y accidentes en el cultivo del tomate*. Almería.

LACASA, A. Mayo 2007. Manejo de los sistemas para el control de enfermedades en agricultura ecológica. *VIII Curso de Agricultura Ecológica FECOAM*. Murcia.

LACASA, A. Mayo 2007. Manejo de los sistemas para el control de plagas en agricultura ecológica. *VIII Curso de Agricultura Ecológica FECOAM*. Murcia.

LACASA, A. Mayo 2008. Epidemiología del virus del mosaico del pepino dulce y manejo del cultivo. *Jornada Técnica sobre tomate*. Las Palmas de Gran Canaria.

LACASA, A. Septiembre 2007. Características y propiedades de los formulados a base de dicloropropeno y cloropicrina. *Curso para aplicadores de dicloropropeno + cloropicrina*. Torre Pacheco, Murcia.

LACASA, A. Septiembre 2007. Toxicología y precauciones de manejo en la utilización de formulados a base de dicloropropeno y cloropicrina. *Curso para aplicadores de dicloropropeno + cloropicrina*. Torre Pacheco, Murcia.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. *XXXVIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Sitges (Barcelona)

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. GÁLVEZ, A.; GUERRERO, L.; RODRÍGUEZ, C.M. Noviembre 2007. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. Marzo 2008. *III Seminario Internacional sobre Polímeros Biodegradables y Composites Sostenibles*. Valencia

M^a SOLEDAD CATALÁ GIMÉNEZ. 2007. *Curso "Agricultura Ecológica"*. La Alberca (Murcia).

M^a SOLEDAD CATALÁ GIMÉNEZ. 2008. *Curso "Agricultura Ecológica"*. La Alberca (Murcia).

M^a SOLEDAD CATALÁ GIMÉNEZ. 2008. *Curso "Básico de Agricultura y Ganadería Ecológica"*. La Alberca (Murcia).

MARTÍNEZ, J.A.; CARBONELL, M. 2007. Estudio comparativo de cultivares de alcachofa de propagación sexual o vegetativa. *XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Almería .

PADILLA, V. Diciembre 2007. Virus de la vid, selección clonal y sanitaria. *Programa Sanidad del Viñedo*. Universidad Miguel Hernández. Orihuela, Alicante.

PADILLA, V. Febrero 2008. Virosis de la vid. *Programa Sanidad del Viñedo*. Universidad Miguel Hernández. Orihuela, Alicante.

PADILLA, V.; HITTA, I. Abril 2008. Reunión Red de Laboratorios. *Armonización de Diagnósticos Serológicos*. Oficina Española de Variedades Vegetales. Madrid.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Abril-Mayo 2007. Domesticación, mejora y agronomía de nuevos cultivos. *Curso de doctorado*. E.P.S.Orihuela, Universidad Miguel Hernández.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Abril-Mayo 2008. Domesticación, mejora y agronomía de nuevos cultivos. *Curso de doctorado*. E.P.S.Orihuela, Universidad Miguel Hernández.



PEINADO, B. Enero 2008. Producción de carne. *Master Oficial de Nutrición y Seguridad Alimentaria de la UCAM*. Murcia.

PEINADO, B. Enero 2008. Producción de huevos. *Master Oficial de Nutrición y Seguridad Alimentaria de la UCAM*. Murcia.

PEINADO, B., ALMELA, L., POTO, A., DUCHI, N. Abril 2008. Extracción seminal al gallo Murciano. *Difusión audiovisual del Canal 7*. Murcia.

PEINADO, B., POTO, A. Marzo 2008. Biotecnología de la Reproducción aplicada a la Recuperación de Razas en Peligro de Extinción. *Master Oficial Universitario en "Biología y Tecnología de la Reproducción"*. Murcia.

PEINADO, B., POTO, A., ALMELA, L., DUCHI, N. Enero 2008. Extracción seminal de toro Murciano-Levantino. *Difusión audiovisual del Canal 7*. Murcia.

PÉREZ-TORNERO, O. Junio 2007. Micropropagación de plantas. Teoría y práctica. *Curso de Formación en Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas (2ª Edición)*. *Curso de Postgrado*. Universidad de Murcia.

PÉREZ-TORNERO, O. Junio 2008. Biotecnología de plantas: Antecedentes y terminología. *Curso de Formación en Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas (3ª Edición)*. *Curso de Postgrado*. Universidad de Murcia.

PÉREZ-TORNERO, O. Junio 2008. Micropropagación de plantas. Teoría y práctica. *Curso de Formación en Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas (3ª Edición)*. *Curso de Postgrado*. Universidad de Murcia.

PORRAS CASTILLO, I. 2008. Noviembre de 2008. Nuevas variedades de limonero. *Semana de cooperativismo*. Cooperativa Agrícola de Callosa d'en Sarriá, c.v. Callosa d'en Sarriá (Alicante).

POTO, A. Abril 2008. Producción de ganadería ecológica. *Curso sobre Agroecología y Agricultura Ecológica. Estado actual y perspectivas de investigación*. Murcia.

POTO, A. Abril de 2007. Perfil lipídico del cerdo Chato Murciano. *III Conferencia Internacional Mediterránea sobre Riesgo Cardiovascular*. Murcia.

POTO, A. Enero 2008. Mejora Genética Porcina. *Master Oficial de Nutrición y Seguridad Alimentaria de la UCAM*. Murcia.

POTO, A. Enero 2008. Producción de miel. *Master Oficial de Nutrición y Seguridad Alimentaria de la UCAM*. Murcia.

POTO, A. Octubre 2008. Chato Murciano: un modelo de recuperación. Evolución y situación actual. Referencias de otras razas porcinas autóctonas. *II Jornadas sobre el Cochino Negro Canario*. Gran Canaria.

POTO, A. Octubre 2008. Transformados cárnicos del cerdo Chato Murciano. Referencia a otras razas porcinas autóctonas. *II Jornadas sobre el Cochino Negro Canario*. Gran Canaria.

POTO, A. Septiembre de 2008. Incidencias de las razas autóctonas en el desarrollo de la Comarca del Noroeste de Murcia. *Proyecto de Cooperación Transnacional COVALPRIM (Cooperación para la Valorización Local de Productos Rumanos, Ibéricos y Magyares)*. Bullas, Murcia.

POTO, A., ALMELA, L., PEINADO, B., DUCHI, N. Marzo 2008. La gallina de raza Murciana. *Difusión audiovisual del Canal 7*. Murcia.

POTO, A., PEINADO, B. Enero 2007. Biotecnología de la Reproducción aplicada a la Recuperación de Razas en Peligro de Extinción. *Master Oficial Universitario en "Biología y Tecnología de la Reproducción"*. Murcia.

POTO, A., PEINADO, B. Enero-Febrero 2007. Crioconservación de gametos y embriones en animales domésticos. *Master Oficial Universitario en "Biología y Tecnología de la Reproducción"*. Murcia.

POTO, A., PEINADO, B., ALMELA, L., DUCHI, N. Febrero 2008. Extracción seminal al cerdo Chato Murciano. *Difusión audiovisual del Canal 7*. Murcia.

RUIZ-GARCÍA, L. Junio 2007. Prácticas de Amplificación de ADN mediante PCR y Análisis de los fragmentos obtenidos por electroforesis. *II Curso de Biotecnología e ingeniería genética de plantas (2ª edición)*. Murcia.

RUIZ-GARCÍA, L. Junio 2007. Tipos de marcadores moleculares y su aplicación en la caracterización molecular de plantas. *II Curso de Biotecnología e ingeniería genética de plantas (2ª edición)*. Murcia.

RUIZ-GARCÍA, L. Junio 2008. Tipos de marcadores moleculares y su aplicación en la caracterización molecular de plantas. *II Curso de Biotecnología e ingeniería genética de plantas (3ª edición)*. Murcia.

RUIZ-GARCÍA, L.; MARTÍNEZ-MORA, C. Junio 2008. Prácticas de Extracción de ADN, Amplificación de ADN mediante PCR y Análisis de los fragmentos obtenidos por electroforesis. *II Curso de Biotecnología e ingeniería genética de plantas (3ª edición)*. Murcia.

SÁNCHEZ JÁCOME M.C. Marzo 2008. Resultados del efecto del manejo del riego en melocotonero de maduración precoz. *Jornada de Transferencia de Tecnología en Fruticultura*. IMIDA. La Alberca (Murcia).

SÁNCHEZ LÓPEZ E. 2007. *Curso "Manejo de parcelas experimentales para investigación y experimentación agraria"*. La Alberca (Murcia).

SÁNCHEZ LÓPEZ E. 2008. *Curso "Fundamentos estadísticos para diseño de experiencias en investigación"*. La Alberca (Murcia).

SOTOMAYOR, J. A. 2008. Plantas aromáticas, medicinales y condimentarias del Levante español: un poco de su historia, presente y futuro. *Master oficial en agroecología, desarrollo rural y agroturismo*. Escuela Politécnica Superior de Ingenieros Agrónomos. UMH. ORIHUELA (Alicante).



SOTOMAYOR, J. A.; JORDÁN, M^a J.; LAFUENTE, A.; MARTÍNEZ, C. y MOÑINO, I. 2007. Alimentación de pequeños rumiantes con subproductos de PAM: una vía para la obtención de alimentos con alto valor añadido. *XL Semana Nacional de Ganado Porcino Feria ganadera*. LORCA (Murcia)

SOTOMAYOR, J. A.; JORDÁN, M^a J.; MARTÍNEZ, C.; MOÑINO, M^a. I.; MARTÍNEZ, R. M^a y LAX, V. Mayo 2008. Alimentación de pequeños rumiantes con subproductos de plantas aromático-medicinales. *Jornadas Técnicas sobre plantas aromáticas, medicinales y tintoreras de AGRIVAL*. PALENCIA

TORNEL, M. Abril 2008. Mejora genética de la uva de mesa. *5º curso de Genética, Ingenieros Agrónomos*. Orihuela.

TORNEL, M. Julio 2007. Programa de obtención de variedades de uva de mesa. *Visita de un grupo de agricultores de Valencia*. Salón de actos IMIDA, Murcia.

■ Organización de congresos y jornadas

- CARO, M. Diciembre 2008. *II Simposio Nacional de Agrometeorología*. Murcia.
- CENIS, J.L.; ARANDA, M. Octubre 2007. *II Workshop BioMur: Recent advances and techniques in Molecular Pharming*. Murcia.
- DABAUZA, M. Junio 2008. El futuro de los transgénicos. CEBAS, Murcia.
- ERENA, M., ATENZA F. J., PÉREZ, P., GARCIA, P. 2007. *Reuniones con los técnicos de las OCAS para la elaboración del Mapa de Cultivos de Murcia*. La Alberca. Murcia.
- ERENA, M., ATENZA F. J., PÉREZ, P., GARCIA, P. 2008. *Reuniones con los técnicos de las OCAS para la elaboración del Mapa de Cultivos de Murcia*. La Alberca. Murcia.
- GARCIA BRUNTON, J. Julio 2008. *Muestra pomológica de Variedades de melocotonero*. IMIDA. La Alberca (Murcia).
- GARCIA BRUNTON, J. Marzo 2008. *Jornada de Transferencia de Tecnología en Fruticultura*. IMIDA. La Alberca (Murcia).
- GARCIA BRUNTON, J. Mayo - Junio 2008. *Muestras pomológicas de Variedades de melocotonero*. Finca "Agua Amarga" Cieza.
- GARCIA BRUNTON, J. Noviembre 2007. *Jornada técnica sobre Mejora genética del melocotonero en el I.N.R.A. de Francia*. Murcia.
- GARCÍA GARCÍA, B. 2007. *Curso Función Pública: Selección de un panel de catadores para el análisis sensorial de alimentos que constituyen la dieta Mediterráneo*. La Alberca.
- GARCÍA GARCÍA, B. y MARTÍNEZ CUTILLAS, L. 2007. *II Jornadas de transferencia de tecnología en acuicultura marina*. San Pedro del Pinatar.
- GARCÍA GARCÍA, B. y MARTÍNEZ CUTILLAS, L. 2008. *III Jornadas de transferencia de tecnología en acuicultura marina*. San Pedro del Pinatar.
- GUERRERO, M.M. Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada. XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Cartagena (Murcia).
- HERNÁNDEZ, M.D. y GARCÍA GARCÍA, B. 2008. *Curso IMIDA homologado por Función Pública: Formación de un panel de catadores semientrenado de pescado de crianza*. La Alberca.
- LACASA, A. Julio 2007. *Jornada Técnica sobre "Avances sobre la biosolarización y el injerto en pimiento*. Centro Cívico San Javier, Murcia.
- LACASA, A. Julio 2008. *Jornada Técnica sobre "Injerto en pimiento. Plan Piloto regional"*. CIFEA Torre Pacheco, Murcia.
- LACASA, A. Mayo 2008. *Jornada Técnica sobre "Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento"*. CIFEA Torre Pacheco, Murcia.

LACASA, A. Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada. XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Cartagena (Murcia).

LACASA, A. Septiembre 2008. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas (Murcia).

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. (Vicepresidenta del Comité Organizador y Miembro del Comité Científico) 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

PEINADO, B., POTO, A. Enero 2007. Marzo 2008. *Master Oficial Universitario en "Biología y Tecnología de la Reproducción"*. Murcia.

PÉREZ-TORNERO, O. Miembro del Comité Organizador de la *VIII Reunión de la Sociedad Española de Cultivo In Vitro de Tejidos Vegetales (SECIVTV)*.

POTO, A. Septiembre de 2008. *Proyecto de Cooperación Transnacional COVALPRIM (Cooperación para la Valorización Local de Productos Rumanos, Ibéricos y Magyares)*. Bullas, Murcia.

POTO, A. Octubre 2008. *II Jornadas sobre el Cochino Negro Canario*. Gran Canaria.

POTO, A. Septiembre 2008. *Preparación de certámenes ganaderos: vaca Murciano-Levantina y cerdo Chato Murciano*. La Azacaya, Murcia.

POTO, A. Septiembre de 2008. *VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica*. Bullas, Murcia.

■ Asistencias a reuniones científicas

ATENZA, F. J. Septiembre 2008. *XIII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Las Palmas.

BOTIA ORDAZ, P. Junio 2008. *1st international Conference on "drought management: Scientific and Technological Innovations"*. Zaragoza.

BOTIA ORDAZ, P. Octubre 2008. *IX Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas*. Lloret de Mar. Gerona. (España)

BOTIA ORDAZ, P. Septiembre 2007. *XVII Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal y X Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal*. Alcalá de Henares (Madrid).

CARREÑO, J. Diciembre 2007. Reunión coordinación grupos investigadores de Alemania, Holanda, Francia, Italia, Portugal y España del proyecto GRASP. *Istituto Agrario di San Michele all'Adige*. San Michele all'Adige, Italy.

CARREÑO, J. Marzo 2007. Reunión de la subcomisión de uva de mesa y pasas. de *Organización Internacional de la Viña y el Vino*. París.

CARREÑO, J. Mayo 2007. Reunión coordinación grupos investigadores de Alemania, Holanda, Francia, Italia, Portugal y España del proyecto GRASP. *Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof*. Siebeldingen, Alemania.

CARREÑO, J., CARREÑO, I., FUENTES, S. Octubre 2008. Reunión coordinación grupos investigadores de Alemania, Holanda, Francia, Italia, Portugal y España del proyecto GRASP. *Instituto de Tecnología química e biológica*. Oeiras, Lisboa.

CARREÑO, J., HELLÍN, P., RUIZ, L. Junio 2007. Reunión de resultados y coordinación grupos investigadores proyecto GRAPEGEN. *Fundación Genoma España*. Madrid.

CEREZO VALVERDE, J. Marzo de 2008. *Sistemas de recirculación y su aplicación en acuicultura*. IRTA-CIHEAM, San Carlos de la Rápita, Tarragona.

CORREAL, E. Abril 2008. *12th Meeting of the Sub-network on Mediterranean Forage Resources of the FAO-CIHEAM Inter-regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops*. Elvas (Portugal)

CORREAL, E. Junio 2008. *16th European Biomass Conference & Exhibition*. Valencia.

DABAUZA, M. Junio 2007. *2^a Reunión de la Red Temática de Cultivo in vitro y Transformación Genética de Especies Frutales*. Alcalá de Henares.

DABAUZA, M. Noviembre 2008. *3^a Reunión de la Red Temática de Cultivo in vitro y Transformación Genética de Especies Frutales*. Valencia.

DEL AMOR, F.M. Abril 2008. *Gestión del nitrógeno en los sistemas agrícolas del valle del Guadalquivir*. Universidad de Córdoba.

DEL AMOR, F.M. Junio 2008. Instituto Europeo del Mediterráneo (IEMed) /Instituto de Prospectiva Económica del Mundo Mediterráneo (IPEMed). Los Encuentros del Mediterráneo. *Encuentro anual de empresas y redes profesionales*. Barcelona.

ERENA, M. Abril 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Albacete.

ERENA, M. Octubre 2008. *IV Congreso Mundial de Ingenieros Agrónomos y Profesionales de la Agronomía*. Madrid.

ERENA, M. Septiembre 2007. *IV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. Albacete.

ERENA, M., PAYA D. I., ORTEGA C. Junio 2008. *XXXVI Congreso Nacional de Riegos*. Huesca

ERENA, M., PÉREZ P., BAÑOS I., GARCIA P. Junio 2008. *First International Conference. Drought management: Scientific and technological innovations*. Zaragoza.

ERENA, M., PÉREZ P., BAÑOS I., GARCIA P., SANCHEZ D., PAYA D. I. Noviembre 2008. *4ª Jornadas GVSIG. Avanzando Juntos*. Valencia.

ERENA, M., PÉREZ P., GARCIA P. Noviembre 2007. *3ª Jornadas Nacionales GVSIG*. Valencia.

ERENA, M., PÉREZ P., GARCIA P., RINCON L. Noviembre 2007. *Reunión del Comité Técnico del Proyecto PRECIRIEG*. Lisboa.

ERENA, M., PÉREZ P., GARCIA P., RINCON L. Febrero 2008. *Reunión del Comité Técnico del Proyecto PRECIRIEG*. Agen.

ERENA, M., PÉREZ P., GARCIA P., RINCON L. Mayo 2008. *Reunión del Comité Técnico del Proyecto PRECIRIEG*. Lleida

FRUTOS, D., 22 Octubre 2008. *COST Action 873 Management Commettee*, Atenas, Grecia.

FRUTOS, D., 25 Octubre 2007. *COST Action 873 Management Commettee*, Murcia.

FUENTES S. Octubre 2008. *Reunión científico-técnica Proyecto Internacional GRASP-ERA-PG*. Lisboa.

GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C.M. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas (Murcia).

GUERRERO, M.M. 16-20 Septiembre 2008. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

GUERRERO, M.M. 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

GUERRERO, M.M. 24-27 Mayo 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Universidad de Castilla La Mancha, Albacete.

GUERRERO, M.M. 4-6 Junio 2008. *XI Jornadas de Horticultura de la SECH*. Paiporta, Valencia.

HELLÍN P. Junio 2007. *Reunión científico-técnica del grupo español del Proyecto GRAPEGEN*. Madrid.

LACASA, A. 16-20 Septiembre 2008. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

LACASA, A. 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

LACASA, A. 24-27 Mayo 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Universidad de Castilla La Mancha, Albacete.

LACASA, A. 4-6 Junio 2008. *XI Jornadas de Horticultura de la SECH*. Paiporta, Valencia.

LACASA, A. Junio-Julio 2008. *VII Encuentro del Foro de los INIA de Iberoamérica*. Huesca-Zaragoza.

LACASA, C.M. 15-19 Septiembre 2008. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo.

LACASA, C.M. 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

LACASA, C.M. 24-27 Mayo 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Universidad de Castilla La Mancha, Albacete.

LACASA, C.M. 4-6 Junio 2008. *XI Jornadas de Horticultura de la SECH*. Paiporta, Valencia.

LOPEZ BELCHI, M.D. 18-19 Noviembre 2007. *Reunión del proyecto RTA08-00002. IRTA* Cabriels, Barcelona.

LOPEZ BELCHI, M.D. 20-23 Agosto de 2007. *Conference of the IOBC WPRS Working Group on Integrated Protection of Stored Products*. Poznan, Polonia.

LOPEZ BELCHI, M.D. 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

LOPEZ, J.; GONZALEZ, A. 2007. *International Symposium ISHS GreenSys Octubre2007*. Naples. Italy.

LOPEZ, J.; GONZALEZ, A. 2007. *VI International Symposium on New Floricultural Crops*. Madeira. Portugal. Mayo 2007

LOPEZ, J.; GONZALEZ, A. 2008. *International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate*. Antalya Turkey.

LOPEZ, J.; GONZALEZ, A. Febrero 2008. *I Symposium on Horticulture in Europe*. Viena. 2008

LOPEZ, J.; GONZALEZ, A. *I Simposio Iberoamericano. IV Jornadas Ibericas de Horticultura Ornamental*. Pontevedra

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. *IX Jornadas de Sustratos de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Pamplona.

LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. Junio 2008. *XI Jornadas del Grupo de Horticultura de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Valencia

LOPEZ, J.; GONZALEZ, A. Septiembre 2007. *III International Symposium on Acclimatization and Establishment of Micropropagated Plants*. Faro.

MARTÍNEZ, J.A. Junio 2007. *Varietades de césped, tratamientos y abonados*. La Serena. Los Alcáceres-Murcia.

MARTÍNEZ, M.A.. 24-27 Mayo 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Universidad de Castilla La Mancha, Albacete.

MARTÍNEZ, M.C. 16-20 Septiembre 2008. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Bullas, Murcia.

MARTÍNEZ, M.C. 24-27 Mayo 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Universidad de Castilla La Mancha, Albacete.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 18-19 Noviembre 2007. *Reunión del proyecto RTA08-00002*. IRTA Cabriels, Barcelona.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 3-4 Septiembre 2007. *5th International Symposium on New Crops and Uses: their role in a rapidly changing World*. The University of Southampton, Southampton, UK.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 7-11 Septiembre 2008. *20th Annual Meeting The Association for the Advancement of Industrial Crops (AAIC), New Crops and Bioproducts Development*. Hilton College Station and Texas A & M University, College Station, Texas, USA.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 9-10 Julio 2008. *Reunión del Grupo de Mejora y Agronomía del Arroz*. EEE-IRTA, Amposta, Tarragona.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Abril 2007. Preparación de un proyecto de investigación coordinado. IRTA. Cabriels.

PÉREZ PÉREZ, J.G. Abril 2007. *Congreso de la SECH*. Albacete.

PÉREZ PÉREZ, J.G. Junio 2008. *1st International Conference on drought management: Scientific and Technological Innovations*. Zaragoza.

PÉREZ PÉREZ, J.G. Octubre 2008. *IX Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas*. Lloret de Mar. Gerona. (España).

- PÉREZ PÉREZ, J.G. Octubre 2008. *XII Simposio Ibérico de Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada.
- PÉREZ PÉREZ, J.G. Septiembre 2007. *XVII Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal y X Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal*. Alcalá de Henares (Madrid).
- PÉREZ-TORNERO, O. Abril 2007. *Congreso de la SECH*. Albacete.
- PÉREZ-TORNERO, O. Octubre 2008. *11th International Citrus Congress. Diversity and Development*. Wuhan (China)
- PORRAS CASTILLO, I. Abril 2007. *Congreso de la SECH*. Albacete.
- PORRAS CASTILLO, I. Septiembre 2008. *XII Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Granada.
- PORRAS CASTILLO, I. Mayo-junio. 2007. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones*. Cartagena (Murcia).
- PORRAS CASTILLO, I. Septiembre 2007. *IV Congreso Nacional I Congreso Ibérico de Agroingeniería*. Albacete.
- PORRAS CASTILLO, I. Septiembre 2007. *VIII Congreso Nacional del Color*. Madrid.
- ROMERO, P. Febrero 2008. *Reunión del grupo de trabajo del Proyecto ECOSAT*. ETSIA. Madrid.
- ROMERO, P. Mayo 2008. *XXIII Reunión anual del grupo de trabajo de experimentación en Viticultura y Enología*. CIHEAM Zaragoza.
- ROS, C. 15-19 Septiembre 2008. *XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Lugo.
- ROS, C. 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- ROS, C. 24-27 Mayo 2007. *XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Universidad de Castilla La Mancha, Albacete.
- ROS, C. 4-6 Junio 2008. *XI Jornadas de Horticultura de la SECH*. Paiporta, Valencia.
- RUIZ, L. Noviembre 2007. *Reunión final proyecto Grapegen*. Fundación Genoma España. Madrid.
- RUIZ-GARCÍA, L. Abril 2008. *3^{ème} Journée Scientifique Vigne & Vin*. Montpellier, Francia.
- SANCHEZ BAÑOS, M. Abril 2007. *Congreso de la SECH*. Albacete.
- SOTOMAYOR J.A. Enero 2007. Comité técnico. *Jornadas técnicas dedicadas a plantas aromáticas y medicinales*. BRIHUEGA (Guadalajara).

■ Mesas redondas

AGUADO GIMÉNEZ, F. Septiembre de 2007. *¿Gestión ambiental?*. XI Congreso Nacional de Acuicultura. Vigo.

ERENA, M. Abril 2008. Jornadas presentación Dictamen Sección Especializada de Agricultura, Desarrollo Rural y Medio Ambiente sobre la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. *Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea*. Comité Economico y Social Europeo. Murcia.

ERENA, M. Febrero 2007. *Jornadas sobre las oportunidades para la cooperación empresarial en I+D+i*. Murcia.

ERENA, M. Marzo 2007. *Jornadas de la Fundación Cluster del Mar Menor*. San Pedro Murcia.

GARCÍA GARCÍA, B. Abril 2008. *Nuevos Retos*. IV Jornadas de Acuicultura en el Litoral Suratlántico. Cartaya, Huelva.

GARCÍA GARCÍA, B. Octubre 2008. *Cultivo del Pulpo*. Jornadas Técnicas de Expo-Rápita 2008. San Carlos de la Rápita, Tarragona.

GARCÍA GARCÍA, B. Septiembre 2007. *Espáridos y Peces Planos*. XI Congreso Nacional de Acuicultura. Vigo.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. (Moderadora de la Sesión de Comunicaciones Orales IIIb Otros temas) 22-26 Octubre 2007. *V Congreso Nacional de Entomología Aplicada, XI Jornadas Científicas de la SEEA*. Universidad Politécnica de Cartagena.

PÉREZ-TORNERO, O. *El futuro de los transgénicos*. Coordinadores: L. Burgos y M. Dabauza. Junio 2008. Dentro del Curso de formación en Biotecnología e ingeniería genética de plantas (3ª Edición). Universidad de Murcia.

■ Asesorías

CRESPO LEÓN, F. Marzo 2008. Informe para la Dirección General de Ganadería y Pesca sobre temas relacionados con la Sanidad animal de rumiantes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Dirección General de Ganadería y Pesca de la Consejería de Agricultura y Agua*. Murcia.

CRESPO LEÓN, F. Mayo 2007 y 2008. Programa de Prevención de la Rabia en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Itre. Colegio Oficial de Veterinarios de Murcia*. Murcia.

ERENA, M. Comisión de Sistemas de Información Geográfica de la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia. 2007. Murcia.

ERENA, M. Comisión de Sistemas de Información Geográfica de la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia. 2008. Murcia.

ERENA, M. Comisión mixta de seguimiento del convenio de colaboración entre el Ministerio Medio Ambiente y la Comunidad Autónoma de Murcia en materia de meteorología. 2007. Murcia. (Murcia).

ERENA, M. Comisión mixta de seguimiento del convenio de colaboración entre el Ministerio Medio Ambiente y la Comunidad Autónoma de Murcia en materia de meteorología. 2007. Murcia. (Murcia).

ERENA, M. Comisión mixta de seguimiento del convenio de colaboración entre el Ministerio Medio Ambiente y la Comunidad Autónoma de Murcia en materia de meteorología. 2008. Madrid.

ERENA, M. Comisión Plan de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia 2007-2010 Cluster TICs de la Comunidad Autónoma de Murcia. 2007. Murcia.

ERENA, M. Comisión redactora de los Documentos del Agua de la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia para la EXPO ZARAGOZA. 2008. Murcia.

ERENA, M. European Regional Process of World Water Forum: Water scarcity and droughts. 2008. Madrid.

ERENA, M. Vocal representante de la Consejería de Agricultura y Agua en el grupo de trabajo de de Sistemas de Información de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la elaboración del nuevo Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura. 2008. Murcia.

ERENA, M., ATENZA F. J., PEREZ, P., GARCIA, P. Comisión de desarrollo del proyecto SIOSE. 2007. Instituto Geográfico Nacional. (Madrid).

ERENA, M., ATENZA F. J., PEREZ, P., GARCIA, P. Comisión técnica del proyecto SIOSE. 2008. Instituto Geográfico Nacional. (Madrid).

ERENA, M., PEREZ, P., GARCIA, P. Comisión del Plan nacional de Teledetección-PNT. 2008. Instituto Geográfico Nacional. (Madrid).

GARCIA BRUNTON, J. 2007. Asesoramiento a Técnicos de AGROSEGURO en la evaluación de daños por frío en melocotonero y albaricoqueros. Carlet y Luchente (Valencia).

GARCIA BRUNTON, J. 2008. Asesoramiento a Técnicos de AGROSEGURO en la evaluación de daños por frío en melocotonero precoz. Carlet (Valencia).

LOBERA, JB. Asesoramiento a Ayuntamiento de Lorca. 2007. Lorca (Murcia).

LOBERA, JB. Asesoramiento a BIOFUEL SYSTEMS. 2008. S. Vicente del Raspeig (Alicante).

LOBERA, JB. Asesoramiento a LORCAPOR. 2008. Caravaca de la Cruz (Murcia).

LOBERA, JB. Asesoramiento a PIENSOS JYSAPS. 2008. Pulpí (Almería).

LOBERA, JB. Asesoramiento a Planta de Tratamiento Sanitario La Tercia. 2008. Lorca (Murcia).

LOBERA., JB. Asesoramiento a COTEVISA. 2008. Valencia (Valencia).

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2008. Editor-in-Chief de la Revista Científica *Industrial Crops and Products*. ELSEVIER, Amsterdam, Holanda.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2008. Vocal de la Junta Directiva de la Sociedad Española de Entomología Aplicada (SEEA). ETSI Agrónomos, Madrid.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Diciembre 2007. Evaluador Externo de la Tesis Doctoral *La microbiota fúngica de los suelos de los invernaderos de pimiento* de M^a Ángeles Martínez Francés. ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Cartagena.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Diciembre 2007. Vocal del Tribunal de Defensa de Tesis Doctoral *La resistencia a spinosad en Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)* de Vicente Basilio Quinto García. ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Cartagena.

■ Visitas recibidas

DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

Prof. Xiaofeng Wu, College of Animal Sciences, Universidad de Zhejiang, 2-11 de noviembre de 2007.

M. Samiha Kalaouih, Universidad de Túnez, 1 de junio a 1 de septiembre de 2007.

Prof. Angel Guerrero, Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales. CSIC, Barcelona. 23 Octubre 2008.

Dra. RUTH LEÓN. INTA Costa Rica. Pasantía del Programa de Colaboración INIA España e INTA Costa Rica. 1 al 12 de mayo de 2007.

Ana María Etchevers. Ingeniero Agrónomo. Departamento Laboratorios Biológicos, Área Virología. Uruguay. 5-16 noviembre 2007.

Escuela de Viticultura y Enología de Requena. 4 de mayo de 2007.

EQUIPO DE CITRICULTURA Y CALIDAD ALIMENTARIA

Ernesto Caram de Citrusvil Tucumán Argentina. 16 febrero de 2007.

4 directivos del Grupo Ferrero Rocher: Mario Vacchetti; Aldo Tesio, Dante Balla, Marcello Bongiovanni, de Soremartec Italia S.R.L., Gruppo Ferrero, Alba (Cuneo) Italia. 21 de febrero de 2007.

Delegación mejicana de 26 miembros encabezada por D. Ausencio Mata Medina, Presidente del Consejo Citrícola Mejicano. Le acompañaban entre otros Pedro Montalvo Gómez, Manuel del Río Virgen, Iñigo Laviada, Guadalupe Rivera, Roberto Orsi, Miguel González Salud, David Lara, María Jesús Martínez Díaz, Antonio del Valle Foca, Diputado Federal; Juan Adolfo Orcí Martínez, Diputado Federal; David Carrillo Estrada, presidente Municipal, el Ingeniero J. Renato Rivas Valdez, Director General de Viveros Everfresh, Adrián Villagómez Presidente del Consejo (Profrut), E. Enrique Merino Orellana del Grupo Altex, entre otros.. 14 y 15 de junio de 2007.

Técnicos mejicanos del estado de Tamaulipas. Alejandro Valdez Villareal. 13 diciembre de 2007.

Profesor Vaughan Hatting de la Univ. de Stellenbosch (Sudáfrica). 30 de mayo de 2007.

Técnicos e investigadores argentinos. Beatriz Stein y Hernán Salas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes y D. Eduardo Tan Jun gerente agrícola de Citromax de Tucumán. 5 de noviembre de 2008.

Comité ejecutivo de la International Society for Horticultural Science (ISHS). Mayo 2008.

Alumnos de la Universidad Católica de San Antonio. 20 noviembre 2008.

Alumnos Master Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid. Abril 2007.

Alumnos Master Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid. Abril 2008

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Rafael Muñoz Rubio, veterinario colegiado de Córdoba. Octubre de 2007.

Nelson Duchi Duchi, zootecnista de la Universidad de Riobamba, Ecuador. Octubre-Diciembre 2007. Enero-Diciembre 2008.

Bettina Wagner, veterinaria de la Universidad de Hungría. Septiembre 2007.

María Martínez Salinas, bióloga de la Universidad de Murcia. Marzo-Junio 2007

Paula Cristina Pereira Martins, ingeniera agrónoma zootecnista de la Federación Nacional de las Asociaciones de Razas Autóctonas (FERA), Guimaraes, Portugal. Noviembre 2008.

Susana María Marqués Cerdeira Lopes, veterinaria de la Asociación de Criadores de Bovinos de la Raza Barrosa (AMIBA), Vila Verde, Portugal. Noviembre 2008

AGROSEGUROS. 17 de enero de 2007.

Biogas Nord (Alemania). 10 de octubre de 2007.

MT-Energie GmbH (Alemania) y HRS-Spiratube (Murcia). 31 de enero de 2008.

WELtec BioPower (Alemania) y HRS-Spiratube (Murcia). 26 de mayo de 2008.

PvT Capital (Alemania) y HRS-Spiratube (Mucia). 3 de julio de 2008.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

Dr D.Real, de la Universidad de Western Australia, 4-8 Agosto 2008.

Miloud Aouissat (Centro Universitario de Saïda, Argelia). Estancia de 9 meses, enero-octubre 2007, para estudiar la tolerancia a los estreses ambientales en Atriplex halimus, un trabajo que forma parte de los estudios para su tesis doctoral.

Mokhtar Ben Abdrrahmane. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Djillali Liabès. Sidi-Bel-Abbès (Argelia). Noviembre 2007

Hcini Kheiria. Facultad de Ciencias de Gafsa (Túnez). Diciembre de 2007 y enero 2008.

Mouna Ben Farhat. Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias de Bizerte (Túnez). Mayo-Agosto 2008

Facundo Tassara. Centro Universitario Villa de Merlo. Universidad San Luis (Argentina). Septiembre-Diciembre 2008.

EQUIPO DE VITICULTURA

Ingrid Poblet, profesora de la Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile. 3 semanas de Marzo de 2007.

Grupo de cultivadores de uva de mesa de Méjico y Chile. Julio de 2007.

Grupo de cultivadores de uva de mesa de Valencia. Julio de 2007.

Phyllis Burger, investigadora del programa de mejora de uva de mesa del ARC-Fruit, Vine and Wine Research Institute. Nietvoorbij Centre for Vine and Wine. Stellenbosch. Sudáfrica. Octubre de 2007.

David Cain. Investigador del programa de mejora genético de uva de mesa del International Fruit Genetics. Bakersfield, California. Agosto de 2007.

Grupo de productores de uva de mesa (socios de ITUM), Consejero de Agricultura y Agua y medios de comunicación de Murcia. Octubre de 2007.

Grupo de productores de uva de mesa (socios de ITUM), de Murcia. Septiembre de 2008.

Visita a la finca experimental de técnicos de las diferentes oficinas de capacitación agraria de Murcia. Mayo 2007. Jornada de puertas abiertas.

Visita a la parcela experimental de Jumilla. 17 de Abril 2008. Investigadores visitantes: Dr. Ian Dodd (Universidad de Lancaster), Dr. Aurelio Gómez Cadenas (Universidad de Castellón), Dr. Gregorio Egea (Universidad Politécnica de Cartagena).

Visita Ian Dood (Universidad de Lancaster) 7 de Julio 2008.

Visita a la parcela experimental de alumnos de la escuela de capacitación agraria (Austria). Junio 2008.

Visita al Laboratorio de Cultivo de Tejidos de una representación de la Asociación Murciana de Mujeres con cáncer de mama. 13 de noviembre de 2008.

EQUIPO DE FRUTICULTURA

Agricultores y Técnicos de la zona de Carlet (Valencia) y Alumnos de la Escuela Familiar Agraria de Llombay (Valencia). Marzo 2007.

Thierry Pascal y Christophe Tuero del INRA de Avignon. Noviembre de 2007.

Maria do Carmo Bassols Raseira de CPAT - EMBRAPA (Brasil). Junio 2008.

Jóvenes agricultores de las Escuelas de Capacitación Agraria de Alfarrás y Tárrega (Lleida). Noviembre 2008.

OTRI

Delegación de Técnicos de la UPV y AGROSEGURO. 24 de Mayo de 2007.

Coordinadores del proyecto SIOSE del Instituto Geográfico Nacional. 12 de Marzo de 2008.

Delegación de Técnicos de AGROSEGURO. 31 de Enero de 2008.

Delegación de Técnicos de AGROSEGURO. 12 de Abril de 2008.

Delegación de Técnicos del Instituto Cartográfico de Valencia. 7 de Mayo del 2008.



Instituto **M**urciano de **I**nvestigación y **D**esarrollo Agrario y **A**limentario

