

**PROYECTO MEJORA
INTEGRAL DEL CULTIVO
DE AZAFRÁN DEL JILOCA**

PROYECTO INIA PET2007-14-C05 MEJORA INTEGRAL DEL CULTIVO DE AZAFRÁN DEL JILOCA

Introducción general

Se conoce como azafrán los estigmas desecados de las flores de la especie *Crocus sativus* L. Probablemente el azafrán es la especia más cara del mundo, justificándose su elevado precio por la gran cantidad de mano de obra requerida para su recolección y acondicionamiento.

La producción mundial de azafrán se sitúa en unas 200 t / año aproximadamente, de las que Irán produce al menos el 80 % del total. España, que era tradicionalmente uno de los principales productores, únicamente contribuye ahora con unos 800 kg, que se producen en aproximadamente 80 ha, situadas fundamentalmente en comarcas de las provincias de Toledo, Ciudad Real, Cuenca, y Albacete.

En Aragón, la única zona productora se sitúa actualmente en la comarca del Jiloca, en la provincia de Teruel, donde su presencia es poco más que testimonial, ya que ocupa una superficie de 4-6 ha, que producen unos 21 kg anuales de azafrán. Si se tiene en cuenta que a principios de los años 80 del siglo pasado, todavía se cultivaban en la provincia más de 700 ha, han debido existir causas que han propiciado esta dramática caída del cultivo.

Ante esta situación, y dentro del Plan de Investigación Específico para Teruel, se ha financiado un proyecto de investigación que intenta estudiar, desde diferentes perspectivas, la problemática del cultivo en la comarca del Jiloca, así como establecer las bases que puedan propiciar una recuperación del cultivo.

Este proyecto, que ha sido apoyado por la Asociación de Productores de Azafrán (AZAJI), se estructura en los siguientes 4 subproyectos:

“Mejora integral del cultivo del azafrán del Jiloca”. Llevado a cabo en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (C.I.T.A.).

“Caracterización morfológica y agronómica del azafrán del Jiloca, mejora de las técnicas de cultivo y del sistema de producción”. Del que se responsabiliza la Universidad Politécnica de Valencia.

“Tipificación genética del azafrán del Jiloca: caracterización molecular, fotoquímica y de respuesta a patógenos”. Del que se hacen cargo investigadores de Universidad de Castilla-La Mancha.

“Estrategias de comercialización del azafrán de Teruel”. Realizado por el C.I.T.A.

En esta publicación se recogen las contribuciones presentadas en el transcurso de la Jornada Azafrán, que tuvo lugar en Monreal del Campo el 2 de marzo de 2010, básicamente sobre los subproyectos que se llevan a cabo en el C.I.T.A.

José M^a Álvarez Álvarez
Coordinador del Proyecto
Carlos Zaragoza Larios
Editores

MEJORA INTEGRAL DEL CULTIVO DE AZAFRÁN DEL JILOCA

J. M^a Álvarez y Cristina Mallor

Unidad de Tecnología en Producción Vegetal; Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA); Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza. (jmalvarez@aragon.es, cmallor@aragon.es)

1. Calidad del azafrán del Jiloca

De entre las muchas sustancias que constituyen la composición química del azafrán, las que mejor definen su calidad son los esteres de crocetina, la picrocrocina, y el safranal. Dentro de los esteres de crocetina, la crocina es el mayoritario y es el responsable del poder colorante del azafrán. La picrocrocina constituye la sustancia responsable del poder amargo del azafrán. El safranal es el principal componente del aceite esencial del azafrán y responsable de su aroma.

Se ha pretendido, en primer lugar estudiar la variación de estas características de calidad en azafranes de diferentes orígenes y formas de elaboración, comparándolos con azafrán procedente de la zona del Jiloca. Para lo cual se han utilizado 10 muestras de azafrán diferentes con las procedencias y modos de elaboración que se especifican en la Tabla 1.



La estimación de los contenidos en crocina, picrocrocina, y safranal, se realizó según los procedimientos espectrofotométricos descritos por Alonso y Salinas (1993) (Figura 1).

Figura 1.- Muestra de azafrán preparada para evaluar su contenido en crocina, picrocrocina y safranal mediante espectrofotometría.

Parece claro, de los datos que aparecen en la Tabla 1, que el origen, y sobre todo el método de secado del azafrán, tienen una influencia decisiva en la determinación del poder colorante y el amargor del azafrán. Es decir, las condiciones ambientales en las que se produce el azafrán, y también las condiciones en que se realiza el secado de los estigmas, parecen afectar a los contenidos en crocina, picrocrocina y safranal. En particular, el secado tradicional, tal y como se efectúa en la comarca del Jiloca, tiende a favorecer los contenidos altos de crocina, y por tanto aumenta la calidad de la especia.

Tabla 1.- Valores medios de crocina (%), de ΔE_{PIC} y de E_{327} (estimación de los contenidos en picrocrocina y safranal, respectivamente) de azafranes con diferentes orígenes y formas de elaboración.

MUESTRA	% CROCINA*	ΔE_{PIC} *	E_{327} *
Jiloca (tosatado tradicional)	9,35a	6,43b	3,12ab
Jiloca (secado al aire libre)	6,80bc	5,70bc	2,22d
Jiloca (tostado en estufa)	6,30cd	7,45a	1,67 D.O.
“La Mancha”	7,95bc	5,14c	3,43 ^a
Azafrán en polvo	5,45de	3,01d	3,23ab
D.O. “Kozoni” (Grecia)	5,11de	3,62d	3,61 ^a
Sin D.O. (Novelda)	4,95ef	3,53d	2,74bc
China (1.900 € / kg)	3,85f	2,83d	2,35bcd
Sin D.O. (Málaga)	2,70g	1,62e	1,96de
China (1.400 € / kg)	2,10g	1,51e	1,13e

(*) Para cada columna las medias seguidas por letras diferentes son significativamente distintas al nivel 5%, según la prueba LSD.

Se sabe, por otra parte, que la especie *C. sativus* es genéticamente muy uniforme (Ghaffari, 1996). Debido a ello parece lógico que las diferencias entre azafranes de distintas procedencias se deban más a las características medioambientales de las zonas de producción, y/o a los métodos de elaboración del azafrán, que a diferencias genéticas en el material vegetal empleado.

2. Selección clonal.

Crocus sativus L. es una especie triploide y estéril que se propaga vegetativamente por medio de sus cormos (comúnmente conocidos como bulbos o cebollas). Esta circunstancia justifica la gran uniformidad genética de la especie, a pesar de la cual se ha iniciado una selección clonal, dentro de la población de azafrán del Jiloca, con dos objetivos fundamentales; aumentar el número de flores producidas por cormo, y aumentar el número de cormos hijos.

Con este fin se han llevado acabo las siguientes actuaciones:

- a) Se han colectado 389 cormos de diferentes productores de azafrán en la comarca del Jiloca, seleccionándose aquellos mejores en función de su tamaño y estado sanitario, eliminándose aquellos que presentaron incidencia de mal vinoso (*Rhizoctonia violacea*) Figura 2. Los seleccionados se plantaron en macetas en las instalaciones del C.I.T.A.



Figura 2.- Izquierda: cormos seleccionados, por su tamaño. Derecha: cormos descartados por su estado sanitario.

- b) Durante el primer año de producción se conservaron únicamente 15 cormos que habían producido más de una flor (Figura 3).



Figura 3.- Cormos seleccionados, en macetas, comenzando la floración.

- c) Se estudió durante el segundo año la producción de flores, y de cormos hijos, de cada uno de los 15 cormos seleccionados anteriormente, y de acuerdo con los resultados, se han seleccionado finalmente 4, que podrían constituir la base de clones selectos de azafrán. Los resultados de esas 4 selecciones se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2.- Número de flores y número total de cormos hijos, número de cormos hijos con diámetro superior a 20 mm, y diámetro medio de los cormos hijos, de las cuatro selecciones estudiadas en 2009.

Nº de selección	Nº de flores	Nº de cormos	cormos \geq 20 mm	% cormos \geq 20 mm	\varnothing medio \pm sd
2	3	24	15	62,5	17,89 \pm 4,24
3	9	35	16	45,71	13,67 \pm 4,42
8	2	33	21	63,63	15,01 \pm 4,14
13	2	23	14	60,86	15,63 \pm 4,09

3. Referencias bibliográficas

Alonso G.L., Salinas M.R., 1993. Color, sabor y aroma del azafrán de determinadas comarcas de Castilla-La Mancha. Universidad de Castilla-La Mancha. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha, 45 pp.

Ghaffari S.M., 1996. Cytogenetic Studies on cultivated *Crocus sativus* (*Iridaceae*). Plant System. and Evol., 153(3-4), 199-204.

LA BIOTECNOLOGÍA EN LA MEJORA DEL AZAFRÁN (*CROCUS SATIVUS*)

María Luisa González Castañón

Unidad de Tecnología en Producción Vegetal; Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA), Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza.
(mlgonzalez@aragon.es)

1. Introducción

1.1 Características y problemática de la planta del azafrán

Crocus sativus que significa crocus cultivado no se ha encontrado en forma silvestre ni naturalizado. En los lugares que se abandona el cultivo degenera y muere. De esta forma la extinción de un amplio número de variedades de azafrán supone para su investigación la pérdida de unos genes que posiblemente aportarían cualidades agronómicas importantes.

Las flores del *Crocus sativus* contienen estigmas que una vez secos se conocen como azafrán. Se utilizan como condimento para colorear y dar sabor y aroma a los alimentos. El componente más importante de estos estigmas es la crocina, un pigmento amarillo que se utiliza como colorante natural en la alimentación y al que se le atribuyen otras muchas propiedades. Los pigmentos carotenoides responsables del color son la crocina y crocetina, también contienen sustancias incoloras, safranal, que es el que da un olor característico. La picrocrocina es el componente responsable del gusto amargo del azafrán.

El azafrán es una planta triploide y por lo tanto estéril, que el agricultor reproduce a través de su cormo.

La reproducción vegetativa conserva indefinidamente el genotipo. Por lo que la vía de la selección clonal está mermada, al haber desaparecido el cultivo en muchas zonas y no existir clones genéticamente diversos en los que buscar genotipos de interés.

Tampoco existen colecciones o bancos de germoplasma de azafrán, y además, no resulta fácil el intercambio de material de élite.

Los nuevos genotipos en el azafrán han de conseguirse necesariamente por técnicas *in vitro*. Las técnicas de cultivo *in vitro* han sido incorpora-

das con éxito a los programas de mejora en plantas con propagación vegetativa.

Es posible que se hayan producidos variaciones en el azafrán pero estas son difíciles de detectar en un genotipo triploide. Las mutaciones no se distribuyen entre cormos porque no existe multiplicación sexual por semillas. A lo largo de los años se fueron acumulados en poblaciones y fueron guardadas por los agricultores de los distintos países.

La selección clonal y la combinación con especies afines silvestres es el futuro.

Por lo tanto los nuevos genotipos y su detección han de conseguirse por técnicas de cultivo *in vitro* en las que se consigan individuos haploides en los que puedan manifestarse los caracteres recesivos de interés.

1.2 Descenso en la producción por problemas económicos

- Mano de obra.
- Problemas de mercados.
- Competencia con otros Países.

Se corre el riesgo de que no sólo se pierda la hegemonía en Europa para venta del azafrán con fines culinarios sino que otros países aprovechen el vacío actual de un desarrollo del producto para la industria farmacéutica y usos médicos.

1.3 Descenso en la producción por Problemas agronómicos

Entre las causas se pueden citar.

- el estado de los cormos con diversas infecciones internas,
- el uso inadecuado de tierras,
- las enfermedades propias del cultivo,
- la competencia con otros cultivos.

2. Mejora del cultivo

Para mejorar la producción del azafrán se necesitaría actuar en varios campos.

- Dentro de la propia planta:
 - Incrementando el número de flores por planta,
 - Aumentando el tamaño del estigma en longitud y espesor.
- Aumentando el porcentaje de colorante y aromas.
- En la elección de los cormos sanos y más vigorosos.
- Obteniendo un proceso de multiplicación eficaz.

2.1 La biotecnología en la mejora del azafrán

La elección de los cormos sanos y más vigorosos para realizar las nuevas plantaciones es el factor más importante para mantener un cultivo productivo.

Se necesita un proceso de multiplicación eficaz poniendo a disposición de los agricultores el material de plantación en un periodo más corto que el utilizado tradicionalmente (ciclos de tres o cuatro años).

El cultivo de tejidos *in vitro* es una herramienta apropiada para lograrlo.

2.2 Para incentivar el cultivo se propone

Una propagación masiva y eficaz de cormos libres de patógenos. Obteniendo cormos saneados utilizando el cultivo de meristemos y ovarios *in vitro*.

Incrementar la tasa de multiplicación mediante técnicas de cultivo *in vitro*, en concreto la embriogénesis somática.

Diversificar la utilidad de los productos extraídos del azafrán para usos en parafarmacia y medicina con la producción de crocina sobre callos y estigmas crecidos *in vitro*.

3. Multiplicación de *Crocus sativus*

- *Crocus sativus* sólo se multiplica vegetativamente.
- Cada año nuevos cormos hijos se desarrollan encima del cormo madre.
- El índice de multiplicación es de 3-4 cormos por cormo madre y por año.

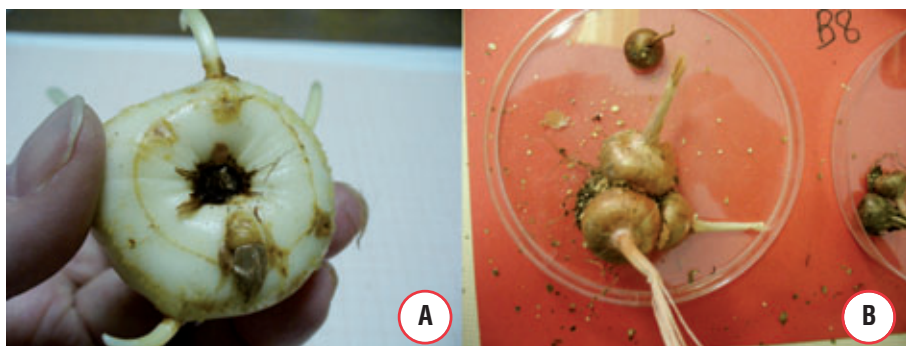


Figura 1 A. Cormo de azafrán mostrando por dónde va a dividir. B. Tres cormos hijos sobre cormo madre ya seco.

4. Trabajos realizados

4.1 Ciclo del azafrán

Se ha estudiado el desarrollo y funcionamiento de esta especie

- La formación de los cormos hijos comienza durante el periodo de crecimiento vegetativo de noviembre a abril.
- La brotación de los nuevos cormos requiere un periodo de maduración que tiene lugar durante el verano.

Se puede resumir en el esquema siguiente

- noviembre—marzo—junio—agosto—octubre.
- Periodo vegetativo Periodo generativo Letargo Floración

4.2 Factores climáticos y floración

- La oscuridad constante no impidió la floración. En condiciones de oscuridad y a 9 °C los cormos florecieron a las cuatro semanas de su plantación
- La iluminación constante inhibió la floración.
- Temperaturas constantes de 25 °C inhibieron la floración.

4.3 El sustrato y la floración

La iniciación floral resultó independiente del sustrato utilizado (figura 2)



Figura 2 A. Flores de *Cr. sativus* en perlita. B. flores en vermiculita.

4.4 Selección de cormos según el número de tallos, flores y hojas

- Existe una gran variabilidad entre cormos de una misma especie tanto para número de tallos como para número de hojas. (Tabla 1)
- Dentro de cada especie, el número de tallos está relacionado con el diámetro del cormo de partida y refleja el número de cormos hijos.
- Sobre 16 *C. sativus* seleccionados, el número medio de cormos hijos obtenidos fue $3,56 \pm 0,7$ variando de 3 a 5.

Tabla 1 Número de tallos, flores y hojas por cormo obtenidos al año de cultivo

Especie	nº cormos	Tallos/ cormo	Flores/ cormo	Hojas/ tallo
<i>C. cartwrightianus</i> "Albus"	20	$1,9 \pm 0,9$	$3,3 \pm 0,6$	$15,2 \pm 7,5$
<i>C. sativus</i>	60	$4,4 \pm 1,6$	$5,7 \pm 0,7$	$19,8 \pm 5,5$
<i>C. sativus</i> selección	44	$2,7 \pm 1,4$	$3,2 \pm 0,9$	$14,3 \pm 13,1$

4.5 Obtención de cormos saneados utilizando el método de micro propagación in vitro

Embriogénesis somática.

Se estableció un protocolo para la clonación, vía embriogénesis, de los cormos seleccionados.

El material utilizado fue:

- Ovarios de cormos antes de la apertura floral.
- Ovarios de cormos después de la apertura floral.

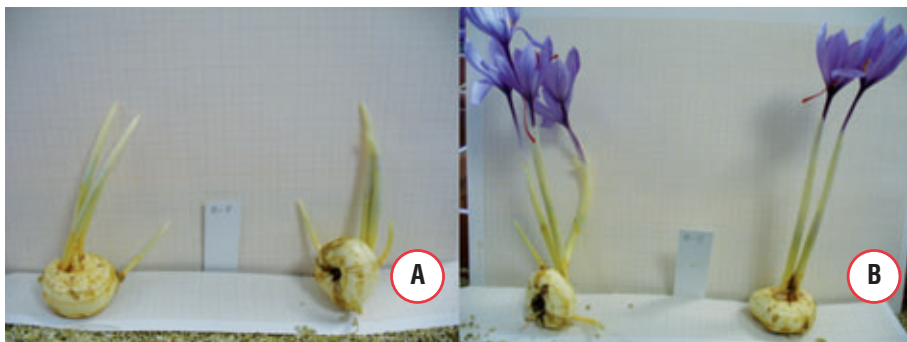


Figura 3 A. Cormos de azafrán antes de la apertura floral. B. cormos de azafrán con flores abiertas.

Obtención de cormos in vitro.

Se utilizaron cormos de 0,8 -1,0 cm de diámetro.

Se estudian tres especies: *C. sativus*, *C. cartwrightianus* “Albus” y *C. serotinus* (azafrán serrano).Figura 4

Los medios de cultivo utilizados contenían auxinas y citoquininas.

El material sembrado se mantuvo en oscuridad a 8-10 ° C.

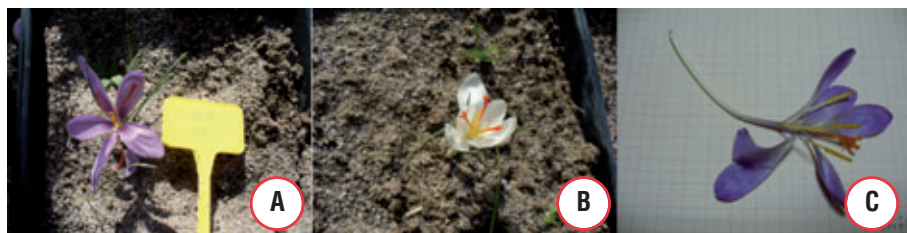


Figura 4 A. *C. sativus*, B. *C. cartwrightianus* “Albus”, y *C. C. serotinus* (azafrán serrano).

4.5.1 Resultados

Embriogénesis somática

- Un 3% de los ovarios sembrados y tomados de flores antes de abrir produjeron callos embriogénicos, Figura 5A
- Sólo se obtuvieron 1,5% de callos embriogénicos cuando los ovarios se tomaron de flores abiertas.

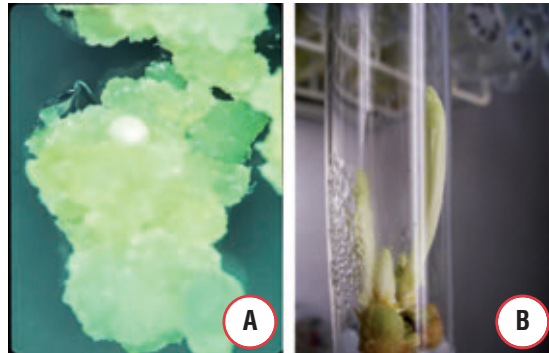


Figura 5 A. Callos cormogénicos B. Cormos con tallos de *Crocus serotinus*.

Multipliación de cormos in vitro.

- 32 cormos, de los 130 sembrados desarrollaron cormos hijos a los tres meses de cultivo.
- En la figura 5 B se muestran los obtenidos de *C. serotinus*.

4.5.2 Ventajas de la micropropagación

- La técnica de micropropagación ofrece una alternativa que permitiría la producción de cormos de material seleccionado en ciclos más rápidos de 3-4 meses. El material obtenido será homogéneo y saneado desde el punto de vista fitosanitario.
- El crecimiento de callos *in vitro* ofrece la posibilidad de obtener material de *Crocus sativus* y de otros *Crocus* afines para la extracción de crocina.

4.6 Recolección de otras especies de *Crocus* afines al azafrán *Crocus sativus*

En la tabla 2 se recogen los lugares y número de cormos recolectados.

Tabla 2 Especies de *Crocus* recolectadas y multiplicadas

Espece	Nº cormos	Lugar	Fecha	Multiplicado
<i>C. nudiflorus</i>	7	Asturias	Oct.2008	si
<i>C. serotinus</i>	10	Cantabria, Asturias	Set 2010	no
<i>C. vernus Subsp. albiflorus</i>	5	Huesca	Junio 2010	no

Agradecimientos

A D. Jose Antonio Fernández por su amable suministro de material vegetal de cormos de *Crocus sativus* seleccionados de su colección de Castilla La Mancha.

ESTUDIO PROSPECTIVO DE LOS INVERTEBRADOS POTENCIALMENTE PLAGAS O TRANSMISORES DE ENFERMEDADES EN EL AZAFRÁN DEL JILOCA (TERUEL)

M^a Milagro Coca Abia

Unidad de Sanidad Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (C.I.T.A.) Av. Montañana, 930, 50059 Zaragoza. (mcoca@aragon.es)

1. Introducción

Este estudio posee una característica fundamental que es la de iniciarse en el estudio de los insectos transmisores de enfermedades o productores potenciales de plagas en el azafrán del Jiloca (Teruel).

En un principio este trabajo estaba dirigido a la identificación de los insectos productores de plagas y transmisores de enfermedades, sin embargo, después de tres años de investigación, se ha podido constatar que otros invertebrados también podrían estar causando daños en este cultivo. Por ello, además del estudio de los insectos inicialmente planteado, el rango taxonómico de los organismos implicados ha sido ampliado a ácaros y nematodos.

Por tanto el objetivo que aborda esta investigación es el estudio prospectivo de los invertebrados: artrópodos (insectos, ácaros) y nemátodos, plagas potenciales y/o transmisores de enfermedades en el azafrán del Jiloca (Teruel).

2. Metodología

Para llevar a cabo este estudio se han realizado investigaciones de tipo observacional en el que se ha tenido en cuenta el invertebrado (artrópodo o nematodo) que interacciona con el cultivo del azafrán y la zona donde se produce.

La metodología se ha planteado teniendo en cuenta: A) la estructura vertical y B) la estructura horizontal del cultivo.

a) Estructura vertical.

Se han considerado básicamente dos categorías: parte epigea (flor, tallos y hojas) y parte hipogea (cormo y suelo que rodea al cormo).

Para los muestreos de artrópodos (insectos y ácaros) a estos niveles se han usado las siguientes técnicas de captura:

1) Parte epigea: manguero en época de no floración (marzo-abril) y de floración (noviembre) con manga entomológica pentagonal de 25cm de diámetro.

2) Parte hipogea:

- El estudio del cormo se ha llevado a cabo mediante cortes y observación bajo binocular.
- El estudio del suelo se llevó a cabo con embudo Berlese.

Para el estudio de nematodos se enviaron muestras de hojas, cormo y suelo, procedentes de las distintas localidades estudiadas, al Laboratorio de Referencia de Nematodos del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

b) Estructura horizontal.

Se han seleccionado estaciones de muestreo de distintas características, estas son:

1) Fuentesclaras. Se muestrearon dos parcelas, una con cultivo de secano (UTM: 30T 0642846/4524306. Altitud 930 m) y otra con cultivo de regadío (UTM: 30T 0641754/4525601. Altitud 913 m.). En ninguna se usaron herbicidas.

2) Blancas. Como en el caso anterior se muestrearon dos parcelas, una con cultivo ecológico de secano (UTM: 30T 0627198/4520315. Altitud 1075 m) y otra con cultivo de tres años donde no se usaron herbicidas (UTM: 30T 0626923/4520454. Altitud 1090 m).

3) Monreal del Campo (Los Ojos). Se muestreó una parcela de cuatro años con cultivo de regadío (UTM: 30T 0639010/4514884. Altitud 938 m) donde se observaban rodales o calvas.

4) Peracense. Parcela muestreada de cuatro años con cultivo de regadío (UTM: 30T/0630317/4499764. Altitud 1231 m).

3. Resultados

3.1) Los muestreos en época vegetativa (marzo-abril) de la parte epigea del cultivo nos permitieron obtener los siguientes resultados:

Artrópodos (Insectos)

- En Fuentesclaras (secano) y Blancas (cultivo de tres años) la identificación de las muestras ha revelado la presencia mayoritaria de insectos del Orden Coleoptera. Entre ellos los Curculionidae son los más abundantes, encontrándose mayoritariamente *Ceutorhynchus pulvinatus* Gyllenhal, 1837 (Ceutorhynchinae: Ceutorhynchini), especie citada en Zaragoza y Teruel sobre plantas de Brassicaceae. Otros Órdenes de insectos, como Hymenoptera y Diptera, presentan abundancias similares entre si pero muy por debajo de la de los coleópteros. Por otro lado los Hemiptera y Thysanoptera son muy escasos en esta zona.
- El muestreo en Fuentesclaras (regadío) presenta una riqueza taxonómica muy similar a la de la parcela de secano de esta misma localidad, sin embargo, en la parcela de regadío, la abundancia de individuos de Coleoptera no es tan dispar a la de los de Diptera e Hymenoptera y, como en casos anteriores, los Hemiptera y Thysanoptera siguen siendo minoritarios.
- El cultivo ecológico de secano muestreado en Blancas mostró una drástica disminución de la riqueza taxonómica y de la abundancia de insectos.
- Las parcelas muestreadas en Monreal del Campo y Peracense no presentaron ni riqueza ni abundancia de insectos, probablemente debido a la fecha de muestreo más temprana que en las anteriores (marzo).

Los mismos muestreos y en las mismas zonas se llevaron a cabo en la época de floración (noviembre), sin embargo, las bajas temperaturas existentes a esa altitud y en esa época del año, no permitieron recoger ningún tipo de fauna en la parte aérea del cultivo.

3.2) El muestreo de artrópodos en la parte hipogea del cultivo nos permitieron obtener los siguientes resultados:

Artrópodos (ácaros) en el cormo:

- Este estudio ha permitido detectar un ácaro identificado como *Rhizoglyphus robini* Claparède, 1869 (Fig. 1) en zonas necrosadas del interior de cormo (Fig. 2).
- Además, esta especie es especialmente abundante en la corteza de los cormos procedentes de Monreal del Campo (Los Ojos). Esto induce a pensar que podría haber una relación directa entre la abundancia de este ácaro y los rodales y calvas observadas en la parcela estudiada en esta localidad.

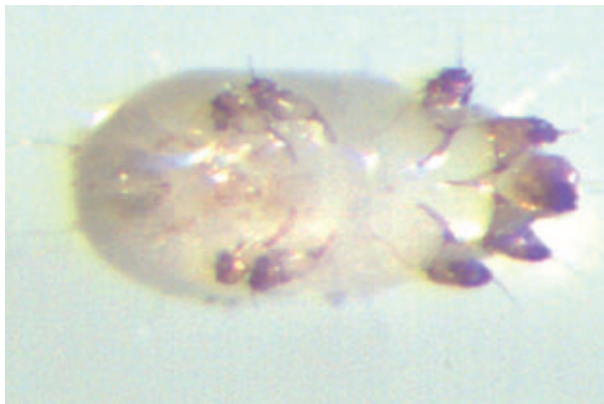


Figura 1. Habitus ventral de *Rhizoglyphus robini* Claparède, 1869.

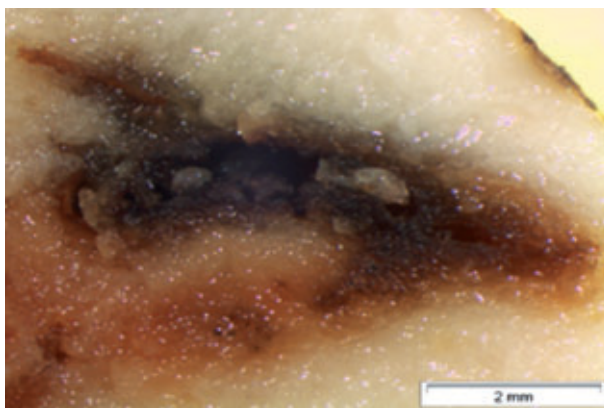


Figura 2.- Degradación del corno. Oquedad donde se observa el ácaro *Rhizoglyphus robini*.

- También en la corteza de los cormos procedentes de Monreal del Campo se han observado otros ácaros mucho menos abundantes, concretamente pertenecientes a los Órdenes Mesostigmanta y Oribatida (Fig. 2), los primeros podrían ser depredadores y los últimos forman parte de la fauna edáfica habitual.



Figura 2. Ácaro del Orden Oribatida.

Artrópodos (ácaros) en el suelo:

- Las muestras de suelo recogidas en época de no floración en las parcelas de Fuentesclaras, Blancas y Peracense no han mostrado presencia de ácaros.
- Por el contrario, las muestras de suelo de Monreal del Campo (Los Ojos) presentan cantidades alarmantes de *Rhizoglyphus robini* y, en mucha menor cantidad, aparecen los ácaros de los Órdenes Mesostigmanta y Oribatida mencionados anteriormente.

3.3) Nematodos:

El estudio de Nematodos en hojas, cormo y suelo nos permitieron obtener los siguientes resultados:

Nematodos en hojas:

- El estudio de las muestras de Fuentesclaras permite identificar la presencia de pocos individuos de *Aphelenchoides blastophthorus* considerado como endoparásito facultativo.
- Por otro lado, en las muestras procedentes de Monreal del Campo no se detecta ningún nematodo fitoparásito, apareciendo Rhabditidos con una abundancia dentro de la normalidad.

Nematodos en cormo:

- Hay que hacer notar que *Aphelenchoides blastophthorus* es un patógeno de plantas de bulbo y es muy abundante en las muestras de cormo de las cuatro localidades estudiadas, sobre todo en Blancas y Monreal del Campo.
- La cantidad de individuos identificados en cada localidad es la siguiente:
 - Fuentesclaras: *Aphelenchoides blastophthorus* (212 individuos) y Rhabditidos (18 individuos).
 - Blancas: *Aphelenchoides blastophthorus* (6552 individuos); *Aphelenchus avenae* (17 individuos) y Rhabditidos (77 individuos).
 - Monreal del Campo: *Aphelenchoides blastophthorus* (7623 individuos) y Rhabditidos (7245 individuos).
 - Peracense: *Aphelenchoides blastophthorus* (68 individuos); Rhabditidos (12 individuos) y *Acrobeloides* sp (15 individuos).

Nematodos en el suelo:

- El estudio de las muestras de suelo (100cc) revela la existencia de diversos nematodos en pequeñas cantidades pero, en ningún caso, aparece la especie patógena *Aphelenchoides blastophthorus*.

4. Conclusiones

A tenor del estudio realizado en el cultivo del azafrán del Jiloca, se puede concluir que, en general, los insectos encontrados en la parte epigea del cultivo no son conflictivos para la salud del azafrán del Jiloca.

- Los insectos más abundantes en la parte aérea de este cultivo pertenecen al Orden Coleoptera, Familia Curculionidae, concretamente *Ceutorhynchus pulvinatus*, especie común en Europa que no parece ser conflictiva para la salud del cultivo. La proliferación de este insecto podría estar relacionada con la abundancia de plantas con flor en el momento del muestreo.
- La poca abundancia de insectos pertenecientes al Orden Hemiptera, en el que se ubican especies picadoras-chupadoras como los pulgones, hace pensar en la ausencia de relaciones conflictivas planta-insecto en la transmisión de enfermedades producidas por virus.

- También es importante señalar la escasez de Thysanoptera, orden donde se ubican plagas agrícolas tan importantes como los trips.

Por el contrario, los artrópodos no insectos encontrados en la parte hipogea del cultivo sí parecen ser conflictivos para la salud del azafrán del Jiloca.

- En efecto, la presencia del ácaro *Rhizoglyphus robini* en el cormo podría estar asociada a la putrefacción del bulbo por la entrada de hongos y bacterias fomentadoras de su degradación.
- Por otro lado, este ácaro también es muy abundante en el suelo de parcelas afectadas como la de Monreal del Campo.
- La presencia significativa de *Rhizoglyphus robini* en el suelo y en el cormo, podría estar indicando la dispersión del ácaro y contaminación del cormo a través del suelo.

Así mismo, es importante señalar que el estudio de la fauna de nematodos también ha mostrado resultados importantes en cuanto a la proliferación de ciertas especies patógenas.

- El estudio de muestras de hojas y cormo de las cuatro localidades estudiadas revela la existencia del nematodo *Aphelenchoides blattophilus*, descrito como patógeno de plantas de bulbo.
- Concretamente, los cormos procedentes de las cuatro localidades estudiadas muestran grandes cantidades de *Aphelenchoides blattophilus*.
- Por el contrario, en ninguna de las muestras de suelo hay evidencias del citado nematodo. Esto descarta la posibilidad de contaminación del cormo a través del suelo.
- Así mismo, la presencia significativa de este nematodo en las muestras de cormo de todas las localidades estudiadas, podría estar indicando su un origen común por la diseminación de cormos de azafrán contaminados.

Se puede concluir entonces que, de todos los grupos taxonómicos estudiados, los insectos no revisten gravedad para el cultivo del azafrán. Sin embargo, no se puede decir lo mismo de los ácaros y nematodos que podrían ser fomentadores de la degradación del cultivo, sobre todo del cormo.

Agradecimientos

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al Dr. Victor Iraola por la identificación de las especies de ácaros, al Dr. Miguel Ángel Alonso Zarazaga por la identificación de los Coleoptera (Curculionidae) y al Laboratorio de Referencia de Nematodos del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PET2007-14-C05-01 del “Plan de actuación específico para Teruel”. Instituto Nacional de Investigaciones Agroalimentarias (INIA).

Aspectos fitosanitarios del cultivo del azafrán del Jiloca: enfermedades de etiología bacteriana

Ana Palacio-Bielsa¹, Miguel Cambra Álvarez²

1 Unidad de Sanidad Vegetal Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (C.I.T.A.), Av. Montañana, 930, 50059 Zaragoza (apalacio@aragon.es)

2 Centro de Protección Vegetal, Av. Montañana, 930, 50059 Zaragoza (mcambra@aragon.es)

1. Introducción: enfermedades de etiología bacteriana del cultivo del azafrán

La principal enfermedad de etiología bacteriana del cultivo del azafrán está causada por *Burkholderia gladioli* pv. *gladioli* Severini, 1913 (ex *Pseudomonas gladioli*). *B. gladioli* pv. *gladioli* es una bacteria patógena que también afecta a *Gladiolus* spp., *Freesia hybrida*, diversas especies del género *Crocus*, y otros miembros de la familia *Iridaceae*. Aunque *B. gladioli* pv. *gladioli* ha sido citada en América, Australia y algunos países de Europa (Hayward, 1983; Fiori *et al.*, 2005) no existen referencias de su presencia en España hasta el momento.

Los síntomas producidos por esta bacteria consisten en manchas y podredumbres en las hojas de la planta y en el cormo. Las hojas comienzan a secarse en las puntas y se observa clorosis a lo largo de uno o ambos márgenes de las mismas. Generalmente, las lesiones se centran en la zona basal e inicialmente son de pequeño tamaño, brillantes y de color marrón rojizo. Posteriormente, las manchas aumentan de tamaño, presentando los márgenes ligeramente elevados y hundidas en su centro, y adquieren un color marrón oscuro a negro. En estados avanzados de la enfermedad, las partes aéreas de la planta se pueden desprender del cormo con facilidad. En el cormo, las lesiones aparecen como zonas hundidas, con una coloración entre amarillenta y rojiza. Finalmente, el cormo queda flácido, liberando exudados inodoros al ser presionado. Las contaminaciones de *B. gladioli* pv. *gladioli* también pueden dificultar la propagación in vitro de explantes de cormos de azafrán.

Muestreos realizados en plantaciones de azafrán del Jiloca (años 2008, 2009 y 2010)

Con el objeto de determinar el estado fitosanitario en lo referente a las infecciones por bacterias fitopatógenas de las plantaciones de azafrán de la zona del Jiloca, se estudiaron parcelas situadas en las localidades de Blancas, Muniesa, Fuentes Claras, Peracense y Monreal del Campo, cultivadas tanto en secano como en regadío.

Las prospecciones en campo se llevaron a cabo en el mes de marzo mediante la observación visual de posibles síntomas en la parte aérea, el muestreo de plantas enteras (incluyendo los cormos) y la realización de los oportunos análisis en laboratorio.

Una selección de los cormos por su tamaño y ausencia de defectos antes de replantar permite una continua selección, incluso en ausencia de reproducción sexual, lo que puede conducir a la conservación de las mejores características morfológicas y productivas. Por ello, en los meses de junio, julio y septiembre, se estudiaron cormos que habían sido desechados para su resiembra por presentar alguna anomalía morfológica (destrío).

2. Materiales y métodos

Se realizaron observaciones del aspecto externo de la parte aérea y de los cormos. Las muestras que presentaban síntomas de flacidez o podredumbre, compatibles con una posible infección de origen bacteriano fueron analizadas mediante aislamiento en placas con medio de cultivo King B (King *et al.*, 1954). Los cultivos bacterianos obtenidos fueron purificados e identificados mediante técnicas bioquímicas y análisis moleculares, utilizando para ello la amplificación del ADN mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la secuenciación del ADN ribosómico 16S. Para los análisis de PCR se utilizaron iniciadores específicos de *B. gladioli* (GLA-f / GLA-r), que amplifican un fragmento de 300 pares de bases de la región intergénica 16S-23S rDNA (Furuya *et al.*, 2002). Para evaluar el poder patógeno de los aislados se realizaron ensayos de hipersensibilidad en tabaco y tomate. Para poder asociar los síntomas a la presencia de una bacteria fitopatógena, se deberán cumplir los postulados de Koch, mediante la inoculación de cormos y, en su caso, el reaislamiento de la bacteria a partir de los síntomas inducidos.

3. Resultados

En la parte aérea de las plantas no se observaron, en ningún caso, síntomas sospechosos de estar causados por una infección bacteriana. De

un total de 476 cormos estudiados, únicamente 48 de ellos (10%) presentaban síntomas de flacidez y podredumbre, compatibles con la posible presencia de bacterias fitopatógenas (Figura 1) (Tabla 1). Sin embargo, estos síntomas no coincidían plenamente con los descritos en la bibliografía para la bacteria fitopatógena *B. gladioli* pv. *gladioli* y la observación a la lupa binocular de los cormos permitió constatar la presencia de ácaros en la zona de avance de las lesiones.

En los cormos analizados en las campañas de 2008 y 2009, únicamente se logró el aislamiento de bacterias saprofitas, correspondientes a infecciones secundarias oportunistas, asociadas a los ataques primarios de ácaros o nematodos.

En la campaña del año 2010, se obtuvieron cultivos bacterianos cuyas colonias presentaban una morfología similar a la del patógeno *B. gladioli* pv. *gladioli*, por lo que se procedió a su caracterización. Los resultados de la caracterización bioquímica coincidieron con los descritos para *Pseudomonas* sp., pero no aquellos descritos para *B. gladioli* pv. *gladioli*. Los análisis de PCR dieron resultados negativos. La secuenciación parcial del ADN 16S mostró homología de secuencia con *Pseudomonas cedrina* (Behrendt *et al.*, 2009). Contrariamente a lo esperado para la mayoría de las bacterias fitopatógenas, las pruebas de hipersensibilidad, tanto en tomate como en tabaco, fueron negativas (Klement *et al.*, 1964; Klement, 1982). Todavía no se dispone de los resultados de las inoculaciones en cormos.

4. Conclusiones

Los muestreos realizados en plantaciones de azafrán de diversas localidades de la zona del Jiloca no permitieron detectar la presencia de la bacteria fitopatógena *B. gladioli* pv. *gladioli* en los cormos analizados. Se ha observado la existencia de otras bacterias saprofitas que son consideradas como infecciones secundarias asociadas a ataques primarios de ácaros u otros organismos. En cualquier caso, el porcentaje de cormos afectados es bajo.

Aunque también se han identificado otras bacterias del género *Pseudomonas*, su patogenicidad en azafrán todavía no ha podido ser determinada. Sin embargo, los resultados negativos obtenidos en la reacción de hipersensibilidad en plantas de tabaco y tomate no serían, en principio, compatibles con el carácter fitopatógeno de estas bacterias. Por tanto, los

datos disponibles hasta el momento permitirían concluir la ausencia de bacterias fitopatógenas en las plantaciones de azafrán de la zona del Jiloca.

5. Referencias bibliográficas

Behrendt U., Schumann P., Meyer J.M., Ulrich A. (2009). *Pseudomonas cedrina* subsp. *fulgida* subsp. nov., a fluorescent bacterium isolated from the phyllosphere of grasses; emended description of *Pseudomonas cedrina* and description of *Pseudomonas cedrina* subsp. *cedrina* subsp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 59: 1331-1335.

Fiori M. Virdis S., Schiaffino A., (2005). A bacterial disease of saffron caused by *Burkholderia gladioli* and *Pseudomonas* spp. XII Congresso Nazionale S.I.Pa.V.Scilla (RC).

Furuya N., Ura H., Ilyama K., Matsumoto M., Takeshita M., Takahashi Y. (2002). Specific oligonucleotide primers based on sequences of the 16S-23S rDNA spacer region for the detection of *Burkholderia gladioli* by PCR. Journal of General Plant Pathology 68: 220-224.

Hayward A.C. (1983). *Pseudomonas*: The Non-Fluorescent *Pseudomonas*. En: Plant Bacterial Diseases. Academic Press, Australia. pp. 107-135.

King E.O., Ward M.K., Raney D.E. (1954). Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. Journal of Laboratory Clinical Medicine 44: 301-307.

Klement K. (1982). Hypersensitivity. En: Phytopathogenic Prokaryotes, ed. M.S. Mount, G.H. Lacy. Vol. 2. Academic Press, New York. Pp. 149-177.

Kement K., Farkas G.L., Lovrekovich L. (1964). Hypersensitive reaction induced by phytopathogenic bacteria in the tobacco leaf. Phytopathology 54: 474-477.

Tabla 1. Análisis de bacterias fitopatógenas realizados en cormos de azafrán del Jiloca

Fecha	Localidad	Nº muestras estudiadas	Nº muestras con síntomas	Nº muestras positivas ^a
Junio y julio 2008	Blancas	127	46	0 (flora saprofita)
	Fuentes Claras			
	Muniesa			
Septiembre 2009	Blancas	284	0	0 (flora saprofita)
	Blancas			
Marzo 2010	Fuentes Claras	65	2	0* (flora saprofita)
	Monreal del Campo			
	Peracense			
TOTAL		476	48	0

^aAislamiento en medio KB e identificación de bacterias fitopatógenas.

* Identificada como *Pseudomonas* sp.



Figura 1. Síntomas en cormos de azafrán.

Enfermedades virales en el cultivo de azafrán del Valle del Jiloca (Teruel)

F. Escriu¹, P. Zuriaga², M.A. Cambra³, M. Luis-Arteaga¹

1Unidad de Sanidad Vegetal; Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA); Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza. (fescriu@aragon.es, mpluis@aragon.es)

2Servicio Provincial de Agricultura y Alimentación, Gob. de Aragón. C/ San Francisco 1; 44001 Teruel (pzuriaga@aragon.es)

3Centro de Protección Vegetal (CPV), Gob. de Aragón. Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza (mcambra@aragon.es)

1. Introducción

El azafrán (*Crocus sativus* L.) ha sido un cultivo importante en España desde la edad media, con un considerable impacto socio-económico durante el siglo XX en sus zonas de producción, principalmente las provincias de Albacete y Teruel, no sólo debido a su comercio sino también a su influencia en las economías familiares dedicadas a su cultivo [Rubio, 1997]. A pesar del progresivo descenso de la superficie y producción del cultivo de azafrán experimentado en España durante las últimas dos décadas [Anuario de Estadística, 2009], existe un creciente interés por parte de los productores por conservar su cultivo y ofrecer un producto de alta calidad. Es precisamente este impulso del sector productivo el que hace imprescindible abordar la evaluación de las condiciones sanitarias del material vegetal de azafrán disponible en el área donde se desarrolla el cultivo. Este trabajo presenta las actividades llevadas a cabo durante los años 2008 a 2010 para evaluar el estado sanitario del cultivo de azafrán del valle del Jiloca en cuanto a enfermedades de origen viral.

Son varios los virus descritos infectando especies del género *Crocus* de forma natural, que se han encontrado principalmente en Italia, Holanda, Lituania, China, Japón y Nueva Zelanda. El virus del mosaico del nabo (TuMV) y el virus del mosaico amarillo de la judía (BYMV) se han encontrado en plantas cultivadas o material vegetal de azafrán [Russo *et al.*, 1979; Kaneshige *et al.*, 1991; Chen, 2000; Ochoa-Corona *et al.*, 2007]. BYMV, el virus del mosaico del pepino (CMV), el virus del mosaico del narciso (NMV), los virus del mosaico suave y grave del lirio (IMMV, ISMV) el virus de la necrosis del tabaco (TNV), el virus del cascabeleo del tabaco (TRV) y el virus del mosaico del arabis se han encontrado en plantas o material de multiplicación de *Crocus* ornamentales [Bellardi y Pisi,

1987; Navalinskiene y Samuitiene, 2001; Miglino *et al.*, 2005; Samuitiene *et al.*, 2008]. De entre estos virus, TuMV, BYMV, CMV y TRV [Melgarejo *et al.*, 2010] y recientemente ArMV [Abelleira *et al.*, 2010] se encuentran presentes en España y podrían constituir un riesgo para los cultivos de azafrán. De hecho, observaciones realizadas en 1996 por algunos de los autores ya indicaron la presencia de virus del género *Potyvirus* sobre muestras de azafrán del valle del Jiloca.

2. Material y Métodos

2.1. Prospecciones en cultivos de azafrán y material vegetal de multiplicación

Durante las campañas de cultivo de 2007/08 a 2009/10 se realizaron prospecciones en dos parcelas de azafrán de secano, situadas en Blancas (paraje Cerro Gordo), y cuatro parcelas de regadío, situadas en Fuentes Claras, Monreal del Campo (Los Ojos) y Peracense, todas ellas en la provincia de Teruel. Las prospecciones se llevaron a cabo en primavera u otoño, según la campaña. Durante las prospecciones se prestó atención a la presencia de síntomas típicos de virosis, como mosaicos, clorosis o deformaciones en hojas, o estriados y deformaciones en flores tras su aparición en otoño. En cada parcela se tomaron muestras al azar siguiendo un itinerario preestablecido, y de aquellas plantas que presentaban algún tipo de síntoma o alteración, incluidas las especies arvenses. En algún caso se desenterraron plantas completas, de las que se tomaron muestras del bulbo. También se tomaron muestras de bulbos proporcionados por los agricultores de la zona, que habían sido descartados como material de multiplicación porque presentaban manchas, macas o calibre insuficiente. Todas las muestras se llevaron al laboratorio para su diagnóstico frente a virus.

2.2. Diagnóstico de virus en muestras de azafrán

Las muestras de hojas, flores o bulbos de azafrán se analizaron por serología mediante la técnica ELISA [Clark y Adams, 1977] con antisueros comerciales frente a CMV, TuMV y BYMV (DSMZ, Braunschweig, Alemania) y un suero para detección general de virus del género *Potyvirus* (Agdia, Elkhart, Indiana, Estados Unidos). A su vez, las muestras positivas se ensayaron por inoculación mecánica en una gama de 17 especies vegetales indicadoras pertenecientes a 7 familias distintas (Tabla 1), que se mantuvieron en un invernadero en condiciones de iluminación y temperatura controladas hasta la aparición de síntomas de virosis o al menos durante 30 días tras la inoculación.

3. Resultados

Durante las prospecciones realizadas en las campañas 2007/08 (primavera) y 2008/09 (otoño) en las parcelas de Blancas y Fuentes Claras no se observaron síntomas ni en hojas ni en flores de plantas de azafrán que pudieran ser atribuidos claramente a la presencia de virus. Sólo se observaron, en las parcelas de secano y durante las prospecciones de otoño, algunas plantas con hojas mostrando diferente grado de deformación en espiral o con amarillamiento de la mitad apical, probablemente ocasionados durante la emergencia de la parte aérea en un terreno excesivamente seco y duro. De todos modos, se tomó muestra de algunas de estas plantas para comprobar la posible infección por virus. Tampoco se observaron síntomas atribuibles a virosis en las prospecciones realizadas en primavera durante la campaña 2009/10, salvo en una parcela de secano situada en “Cerro Gordo”, en Blancas, donde se encontró una planta de la especie arvense *Eruca vesicaria* (L.) Cav. (familia *Brassicaceae*) que mostraba mosaico y deformación foliar.

Se consiguió reunir un total de 160 muestras foliares, 12 muestras de flores y 49 muestras de bulbos de azafrán, que se analizaron por serología para comprobar la presencia o ausencia de infecciones producidas por CMV, los potyvirus TuMV y BYMV o cualquier otro potyvirus. Únicamente una muestra foliar y otra muestra de bulbos de azafrán, ambas recogidas en la misma parcela de Los Ojos de Monreal del Campo durante la primavera de 2010, resultaron positivas al suero general de potyvirus y al suero específico de TuMV, miembro de este mismo género. Además, otras dos muestras de *Crocus* sp., procedentes de la colección de germoplasma obtenida por miembros de la Unidad de Tecnología de la Producción Vegetal del CITA y que se incluyeron inicialmente en el análisis como potenciales testigos sin infección, resultaron positivas frente al suero general de potyvirus. Una de estas muestras también resultó positiva frente al suero específico de BYMV.

Extractos de planta de todas las muestras que fueron positivas en los análisis serológicos y de la muestra procedente de *E. vesicaria* se inocularon sobre especies indicadoras para confirmar su infección por los virus identificados en las pruebas serológicas y descartar la presencia de otros virus transmisibles mecánicamente. Las reacciones observadas sobre plantas indicadoras a partir de la inoculación de las dos muestras procedentes de Los Ojos de Monreal y de la muestra de *E. vesicaria* confirmaron su infección por el potyvirus TuMV (Tabla 1 y Figura 1), incluyendo la aparición de mosaico sistémico en nabo (*Brassica rapa* L.), pero sin inducir síntomas sistémicos en rábano (*Raphanus sativus* L.). La infección

de *E. vesicaria* por TuMV se comprobó igualmente por serología a partir de tejido infectado de algunas de las plantas indicadoras inoculadas (*Chenopodium quinoa* Willd., *Nicotiana clevelandii* Gray, A., *N. megalosiphon* Heurck & Müll. y *N. benthamiana* Domin). Sin embargo, las reacciones en plantas indicadoras obtenidas a partir de las muestras positivas por serología para BYMV no permitieron confirmar de manera inequívoca la presencia de este virus. Sólo se observaron reacciones locales en judía (*Phaseolus vulgaris* L.), haba (*Vicia faba* L.) y guisante (*Pisum sativum* L.), pero no se observó infección sistémica en ninguna especie ni, hasta ahora, se ha conseguido recuperar el virus.

Tabla 1: Reacciones inducidas por el virus del mosaico del nabo (TuMV) en especies vegetales indicadoras a partir de inoculaciones de muestras infectadas de azafrán y *E. vesicaria* L.

Familia y especie indicadora	Reacción local	Reacción sistémica
<i>Amarantaceae</i>		
<i>Gomphrena globosa</i> L.	+	-
<i>Asteraceae</i>		
<i>Lactuca sativa</i> L.	-	-
<i>Brassicaceae</i>		
<i>Brassica rapa</i> L.	-	+
<i>Raphanus sativus</i> L.	-	-
<i>Chenopodiaceae</i>		
<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste & Reyn.	+	+
<i>C. quinoa</i> Willd.	+	+
<i>Cucurbitaceae</i>		
<i>Cucurbita pepo</i> L.	-	-
<i>Cucumis sativus</i> L.	-	-
<i>Fabaceae</i>		
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	-	-
<i>Solanaceae</i>		
<i>Capsicum annuum</i> L. "Doux del Landes"	-	-
<i>Datura stramonium</i> L.	-	-
<i>Nicotiana benthamiana</i> Domin	+	+
<i>N. clevelandii</i> Gray, A.	+	+
<i>N. megalosiphon</i> Heurck & Müll.	+	+
<i>N. tabacum</i> L. "Paraguay"	+	-
<i>N. tabacum</i> L. "Samsun"	+	-
<i>N. tabacum</i> L. "Xanthi nc"	+	-
<i>Physalis floridana</i> Rydb.	-	-
<i>Solanum melongena</i> L. "Cerna Krazavitza"	-	-
<i>S. melongena</i> L. "Violette de Barbentane"	-	-

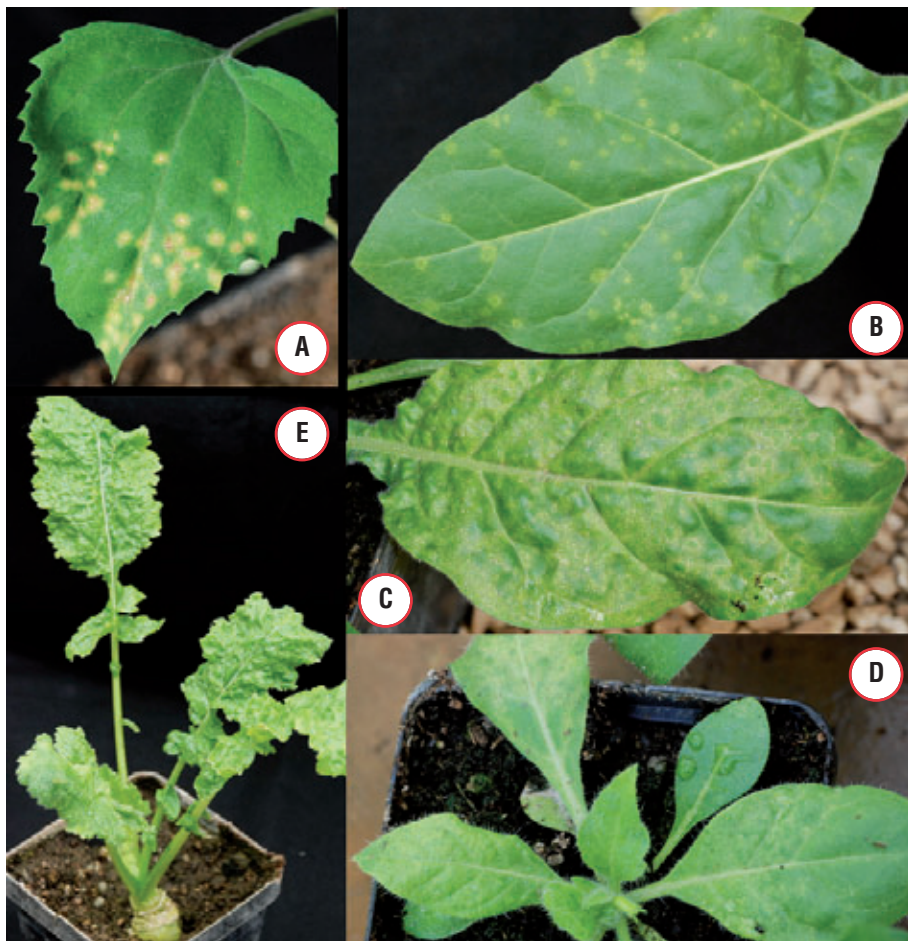


Figura 1. Reacciones inducidas por el virus del mosaico del tabaco (TuMV) en especies vegetales indicadoras a partir de inoculaciones de muestras infectadas de azafrán y *E. vesicaria* L.: Reacción local cloro-necrótica en *Chenopodium amaranticolor* (A), reacción local clorótica (B) e infección sistémica en forma de dibujos cloronecróticos (C) en *Nicotiana megalosiphon*, infección sistémica en *N. clelandii* (D) y en nabo, *Brassica rapa* (E).

4. Conclusiones

Los resultados presentados en este trabajo indican que el estado sanitario del cultivo de azafrán en el Valle del Jiloca es bueno, en general, en lo referente a enfermedades producidas por virus, puesto que la gran

mayoría de muestras analizadas de la mayoría de las parcelas visitadas no han indicado presencia de virosis. Este buen estado sanitario puede deberse en gran medida a la todavía escasa superficie dedicada al azafrán en esta zona. Sin embargo, se ha confirmado la presencia puntual de al menos TuMV en dos parcelas, sobre azafrán en una de ellas y sobre una especie arvense en la otra, lo que indica la presencia de inóculo en la zona, que podría ocasionar mayor número de infecciones en el futuro. Será por tanto necesario extremar la vigilancia y las precauciones pertinentes en el manejo del cultivo para seguir manteniendo el buen estado sanitario en el futuro.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto PET 2007-14-C05-01 del INIA. Agradecemos a María del Mar López y María del Carmen Pasamar su excelente asistencia técnica en el laboratorio e invernadero. Asimismo, agradecemos a Fernando Arrieta, José Angel Alins y José María Royo sus cuidados sobre los ensayos en el invernadero.

5. Referencias bibliográficas

Abelleira A., Mansilla J.P., Padilla V., Hita I., Cabaleiro C., Bertolini E., Olmos A., Legorburu F.J. (2010). First Report of *Arabis mosaic virus* on Grapevine in Spain. *Plant Disease* 94, 635.

Anuario de Estadística (2009). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno de España.

Bellardi M.G., Pisi A. (1987). Research on virus diseases of *Crocus* sp. in Italy. *Informatore Fitopatologico* 39, 33-39.

Chen J.S. (2000). Occurrence and control of mosaic disease (*Turnip mosaic virus*) in saffron (*Crocus sativus*). *Zhejiang Nongye Kexue* 3, 132-135.

Clark M.F., Adams A.N. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virology* 34, 475-483.

Kaneshige H., Maeda T., Inouye N. (1991). Host range and properties of Bean yellow mosaic virus (BYMV) infecting *Crocus*, and serological relationships among three strains of BYMV. *Noyaku Kenkyu* 62, 225-240.

Melgarejo P., García-Jiménez J., Jordá M.C., López M.M., Andrés

M.F., Durán-Vila N., coords. (2010). Patógenos de plantas descritos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno de España.

Migolino R., Jodlowska A., van Schadewijk A.R. (2005). First report of *Narcissus mosaic virus* infecting *Crocus* spp. cultivars in The Netherlands. *Plant Disease* 89, 342.

Navalinskiene M., Samuitiene M. (2001). Viruses affecting some bulb and corm flower crops. *Biologija* 4, 40-42.

Ochoa-Corona F.M., Lebas B.S.M., Elliott D.R., Tang J.Z., Alexander J.R.(2007). New host records and new host family range for *Turnip mosaic virus* in New Zealand. *Australasian Plant Disease Notes* 2, 127-130.

Rubio P. (1997). El azafrán y la comarca del Jiloca. Centro de Estudios del Jiloca, Diputación Provincial de Teruel.

Russo M., Martelli G.P., Cresti M., Ciampolini F. (1979). *Bean yellow mosaic virus* in saffron. *Phytopathologia Mediterranea* 18, 189-191.

Samuituene M., Navalinskiene M., Jackeviciene E. (2008). *Arabis mosaic virus* on ornamental plants. *Biologija* 54, 264-268.

Problemática de las malas hierbas en el cultivo del azafrán en el valle del Jiloca (Teruel)

A. Cirujeda¹, A. Mari¹, J. Aibar², S. Fernández-Cavada³,
P. Zuriaga⁴, C. Zaragoza¹

1Unidad de Sanidad Vegetal; Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA); Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza. (acirujeda@aragon.es)

2Universidad de Zaragoza. Escuela Politécnica Superior, Ctra. de Cuarte s/n, 22071 Huesca, España. (jaibar@aragon.es)

3Centro de Protección Vegetal, DGA, Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza, España. (sfernandezcavada@aragon.es)

4Servicio Provincial de Agricultura y Alimentación, Gob. de Aragón. C/ San Francisco 1; 44001 Teruel, España. (pzuriaga@aragon.es)

1. Introducción

Debido a la falta de información sobre la flora arvense en este cultivo se han realizado encuestas a 19 productores de azafrán y se ha observado que las malas hierbas en el cultivo son controladas a mano o bien mediante tratamientos mecánicos poco eficientes. En ocasiones utilizan el motocultor con una fresadora, lo cual constituye un trabajo lento, pesado y perjudicial para el suelo, y en otros casos se emplea un “ramplón” de nueva fabricación, apere parecido a una pequeña grada con púas rígidas que no vibran y que, por ello, es poco eficiente para el control de las malas hierbas. Los suelos muy pedregosos y la falta de regularidad en las líneas son características del cultivo en la zona que no facilitan la escarda mecánica. Los agricultores temen especialmente las malas hierbas de mayor porte como la hierba azafranera (*Descurainia sofia*) y los ababoles (*Papaver rhoeas*, *P. argemone* o *P. hybridum*). La inexistencia de materias herbicidas autorizadas para este cultivo, la necesidad de practicar las técnicas de agricultura ecológica para dar mayor valor al producto y la ampliación de las superficies de cultivo de azafrán cultivado en la zona requieren también mecanizar el desherbado, lo cual justifica la realización de los ensayos de campo que se describen a continuación.

2. Material y Métodos

2.1. Inventario de la flora arvense en el cultivo de azafrán

Con el fin de conocer la flora arvense presente en los campos de azafrán se realizó una prospección en la que se visitaron 10 parcelas del cultivo entre los meses de enero a mayo de 2010, realizando un inventario de las especies presentes. Las parcelas visitadas estuvieron localizadas en los términos de Monreal del Campo (4 parcelas), Blancas, Caminreal, Fuentes Claras, Peracense, Torrijo del Campo y Blesa, todos ellos de Teruel. La parcela se recorría en su totalidad, identificando y anotando las especies presentes y su abundancia.

2.2. Ensayo de control mecánico de malas hierbas

Durante los años 2007 a 2010 se han llevado a cabo cuatro ensayos de control mecánico de malas hierbas. Para ello se han utilizado tres aperos de control mecánico: la grada de varillas flexibles, el escardador de dedos y el escardador de torsión (Tabla 1). El primer apero realiza el desherbado sobre la totalidad de la superficie, mientras que los otros dos aperos realizan la escarda cerca de la fila de cultivo, siendo necesario escardar con un cultivador al mismo tiempo las entrelíneas (Figuras 1 a, b y c). En octubre de 2010 se han realizado conteos de flores en los testigos y en las zonas desherbadas con la grada de varillas flexibles para comprobar su posible efecto sobre la producción de flores.



Figura 1 a.- Grada de varillas flexibles utilizada en azafrán.



Figura 1 b.- Escardador de dedos instalado en un bastidor para desherbar tres filas de cultivo de azafrán. Se incluyen rejas de cultivador para las interlíneas.



Figura 1 c.- Escardador de torsión utilizado en maíz.

Tabla 1: detalles de los ensayos de control mecánico de malas hierbas realizados en el cultivo de azafrán.

Año del ensayo	Localidad	Textura del suelo / pedregosidad	Aperos utilizados	Fecha utilización	Especies de malas hierbas dominantes	Comentarios
2007-2008	Fuentes Calientes (regadío)	Franco arcilloso / ausente	Grada de varillas flexibles, escardador de dedos, escardador de torsión	31/01/2008 18/03/2009	<i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Veronica hederifolia</i>	La primera intervención fue demasiado tarde para alcanzar una eficacia elevada. Conviene realizar el tratamiento inmediatamente después de la recolección de las flores.
2007-2008	Fuentes Calientes (secano)	Franco / elevada	Grada de varillas flexibles, escardador de dedos, escardador de torsión	31/01/2008 18/03/2009	<i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Veronica hederifolia</i> , <i>Descurainia sophia</i>	La primera intervención fue demasiado tarde para alcanzar una eficacia elevada.
2008-2009	Monreal del Campo (secano)	Franco-arenoso / muy elevada	Grada de varillas flexibles	12/02/2009	<i>Lolium rigidum</i> , <i>Hypecoum procumbens</i>	Las persistentes lluvias de invierno no permitieron realizar el primer tratamiento pronto.
2009-2010	Monreal del Campo (secano)	Franco-arenoso / muy elevada	Grada de varillas flexibles	13/11/2009	<i>Lolium rigidum</i> , <i>Papaver argemon</i> , <i>Hypecoum procumbens</i>	Fue posible realizar el primer tratamiento pronto alcanzando una elevada eficacia. Las persistentes lluvias de primavera retrasaron demasiado el segundo tratamiento en el que se querían utilizar los escardadores de dedos y de torsión.

3. Resultados

3.1. Especies de malas hierbas encontradas

Las especies más abundantes fueron *Lamium amplexicaule*, *Anagallis arvensis*, *Descurainia sophia* y *Stellaria media* (Tabla 2). En la mayoría de las parcelas, pero con menos densidad que las anteriores, se encontraron *Veronica* spp, y *Diplotaxis eruroides*. En un tercer lugar se sitúan *Anacyclus clavatus*, *Convolvulus arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Bromus* sp, y *Lactuca serriola* que fueron menos abundantes. La gran mayoría de las especies encontradas fueron dicotiledóneas anuales. La mayoría de estas especies son de ciclo invernal y son típicas de parcelas en las que se realiza laboreo.

Tabla 2: Relación de la flora arvense encontrada en los campos de azafrán del valle del Jiloca.

Localización	Especies más abundantes ($\geq 1 \text{ pl/m}^2$)	Especies algo menos abundantes (1-0,1 pl/m^2)	Otras especies presentes poco abundantes ($\leq 0,1 \text{ pl/m}^2$)
Monreal del Campo I	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Diplotaxis eruroides</i> , <i>Descurainia sophia</i>	<i>Veronica hederifolia</i> , <i>Papaver rhoeas</i> , <i>Anacyclus arvensis</i>
Monreal del Campo II	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Diplotaxis eruroides</i> , <i>Anacyclus clavatus</i>
Monreal del Campo III	<i>Lolium rigidum</i>	<i>Papaver argemone</i> , <i>Hypocoum procumbens</i> <i>Descurainia sophia</i>	<i>Erodium cicutarium</i> , <i>Veronica hederifolia</i> , <i>Cirsium arvense</i>
Monreal del Campo IV	<i>Stellaria media</i>	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Lactuca serriola</i> , <i>Sonchus oleraceus</i>
Camínreal	<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Hypocoum procumbens</i> , <i>Descurainia sophia</i>	<i>Chenopodium album</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> ,
Blancas	<i>Diplotaxis eruroides</i> , <i>Lolium rigidum</i>	<i>Malva sylvestris</i> , <i>Erodium cicutarium</i>	<i>Descurainia sophia</i> , <i>Papaver rhoeas</i>
Blesa	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Lolium rigidum</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> , <i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Malva sylvestris</i>

Localización	Especies más abundantes ($\geq 1 \text{ pl/m}^2$)	Especies algo menos abundantes (1-0,1 pl/m^2)	Otras especies presentes poco abundantes ($\leq 0,1 \text{ pl/m}^2$)
Peracense	<i>Stellaria media</i>	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Veronica hederifolia</i> , <i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Eruca vesicaria</i>
Fuentes Claras	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Veronica hederifolia</i> , <i>Descurainia sophia</i>	<i>Bromus sp</i> , <i>Diplotaxis erucoides</i>
Torrijo del Campo	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Veronica hederifolia</i> , <i>Eruca vesicaria</i>	<i>Cirsium arvense</i> , <i>Lactuca serriola</i> , <i>Veronica polita</i>

3.2. Resultados de los ensayos de control mecánico de malas hierbas

En el año 2007-08 y debido a problemas logísticos, el tratamiento mecánico se realizó más tarde de lo previsto, a pesar de que las condiciones meteorológicas fueron propicias para realizarlo antes (Figura 2 a). Las eficacias conseguidas ese año fueron inferiores al 50% para el control de *Lamium amplexicaule* en la parcela de regadío, ya que las plantas habían desarrollado ya un importante sistema radicular. En la parcela de secano, la especie dominante fue *Veronica hederifolia* y estaba algo menos desarrollada, por lo que fue bien controlada con la grada de varillas flexibles y el escardador de dedos. El escardador de torsión no controló eficazmente ninguna de las especies, ya que el suelo estaba demasiado compactado para este apero. La grada de varillas además fue capaz de controlar *Lamium amplexicaule*. Debido a sus fuertes raíces pivotantes *Descurainia sophia* no fue controlada por ninguno de los tres aperos.

Después de esta primera experiencia, el año 2008-09 se intentó realizar el primer tratamiento lo antes posible. No obstante, las frecuentes lluvias ese año no permitieron realizar el tratamiento antes del 12 de febrero (Figura 2 b) ya que la humedad del suelo se mantiene mucho tiempo en invierno. En la parcela de este año, la especie dominante fue *Lolium rigidum*, una gramínea de difícil control que ya se encontraba en el estado de ahijado. Por ello, la eficacia sobre esta especie se situó sólo entre 30 y 50% de eficacia con los distintos aperos. El control de las dicotiledóneas anuales fue algo mayor, entre el 45 y 70%. Los aperos que dieron mejor resultado fueron de nuevo la grada de varillas (utilizada dos veces) y la grada de varillas seguida del escardador de dedos.

En el año 2009-2010 finalmente se pudo realizar el primer tratamiento poco tiempo después de la recolección de la flor del azafrán (Figura 2 c). A pesar de tener de nuevo una elevada germinación de *Lolium rigidum*, esta especie fue eficazmente controlada por el tratamiento con la grada de varillas flexibles con eficacia entre 85 y 100%. La eficacia sobre el resto de especies dicotiledóneas también fue muy satisfactoria. Cabe remarcar que dicha eficacia se mantuvo durante más de 60 días. También hay que tener en cuenta que los herbicidas en seco rara vez consiguen resultados mejores. A finales de marzo, tras frecuentes lluvias, se produjo una elevada nascencia de *Papaver argemone*, las cuales se intentaron eliminar con los tres aperos. No obstante, debido a las lluvias, el suelo estaba muy compactado y no fue posible utilizar los escardadores de dedos y de torsión; la grada de varillas tuvo muy baja eficacia sobre estas hierbas. No obstante, un mes después ya se llevó a cabo el habitual pastoreo de la parcela, por lo que se evitó que las semillas de las malas hierbas llegasen a madurar.

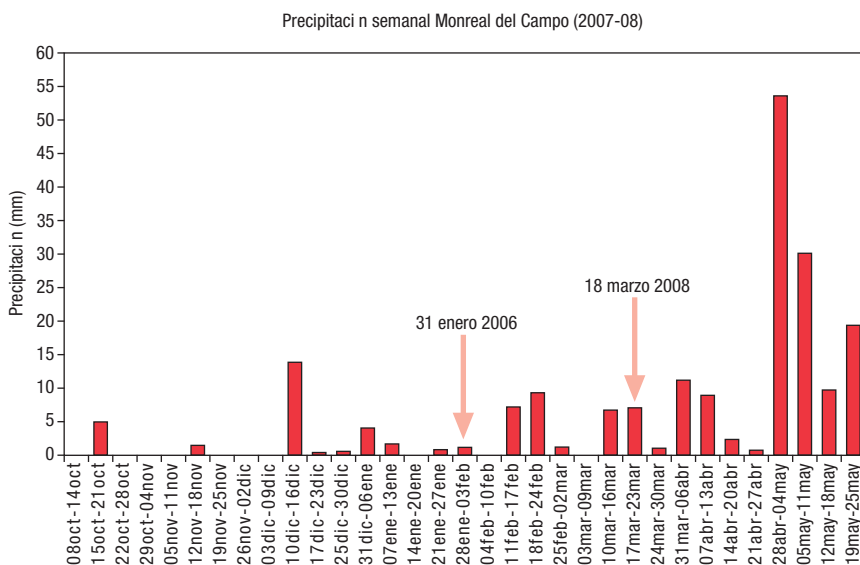


Figura 2 a

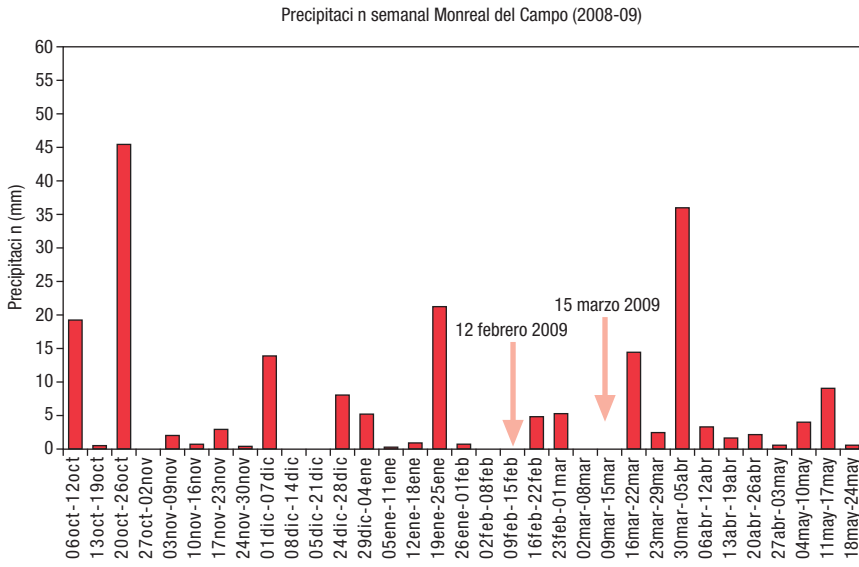


Figura 2 b

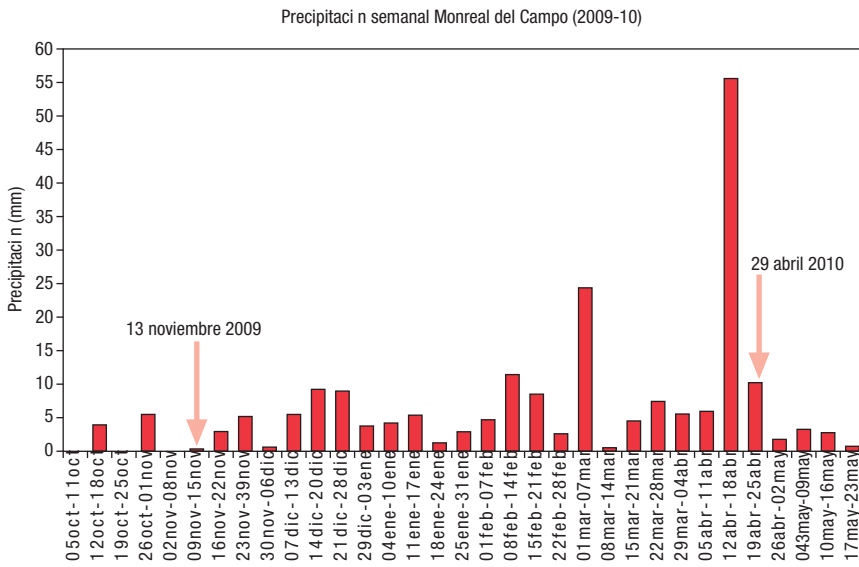


Figura 2 c

Figura 2 a, b y c.- Precipitación semanal en los años 2007-2010 en Monreal del Campo. Las flechas indican el momento de la intervención con aperos de control mecánico.

3.3. Efecto de la grada de varillas flexible sobre la producción de flores en 2009-2010

Los conteos de flores se llevaron a cabo debido a que el apero enterró parcialmente hojas de las plantas de azafrán y se temía que ello podía tener consecuencias negativas sobre la producción de flores. Sin embargo, los datos demuestran que ha sido más perjudicial la competencia que han ejercido las malas hierbas sobre el cultivo (dominando sobre todo el vallico) que el enterramiento parcial de las hojas (Tabla 3), ya que, independientemente de la edad, han emergido más flores en las parcelas desherbadas que en las parcelas testigo.

Tabla 3. Número de flores por metro cuadrado y pérdidas debidas a las malas hierbas en los diferentes tratamientos.

	Azafrán de 1 año	Azafrán de 2 años	Azafrán de 4 años	Media de todas las edades
Grada	23.1 ± 1.98	24.5 ± 1.91	19.8 ± 1.25	21.9 ± 0.97
Testigo	12.5 ± 1.58	9.4 ± 0.95	11.1 ± 0.79	10.8 ± 0.58
Pérdidas	45.8 %	61.6 %	43.9 %	50.7 %

4. Conclusiones sobre la problemática de las malas hierbas y su control en el cultivo del azafrán

Como es lógico, la mayor parte de las malas hierbas que compiten con el azafrán son de ciclo invernal, es decir, que germinan aproximadamente en la misma época en la que el azafrán desarrolla sus hojas. Debido al escaso crecimiento de las hojas del azafrán, este cultivo compite poco contra estas malas hierbas que, en ausencia de su control, llegan a cubrir completamente el suelo. Por ello, es necesario intervenir lo antes posible después de la recolección de las flores y algunos agricultores del valle del Jiloca realizan el desherbado a mano. Otros utilizan el motocultor con una pequeña fresadora para desherbar fila por fila o bien emplean una

versión moderna del tradicional “ramplón”, una grada con varillas rígidas que no vibran y, por ello, es poco eficaz para realizar el desherbado.

La grada de varillas flexibles es un apero barato, cómodo y sencillo para este cultivo, ya que realiza la escarda sobre la totalidad de la parcela y no se depende tanto de una plantación meticulosa en cuanto a la alineación de las “cebollas”. La elevada profundidad de los cormos del azafrán permite el uso de la grada de varillas flexibles en una posición de elevada incidencia o agresividad aumentando la eficacia sin dañar el cultivo. En los conteos de flores realizados se apreció una mayor producción de flores tras pasar el apero de forma muy agresiva comparado con los testigos que no se desherbaron, así que fue más perjudicial la competencia de las malas hierbas que el enterrado parcial de las hojas por el apero. Esa competencia con las malas hierbas puede suponerle al azafrán una pérdida muy importante en el número de flores (de 44 al 62% menos). En los ensayos incluso se ha podido controlar eficazmente *Lolium rigidum* (vallyco), una gramínea que es difícil de eliminar mediante métodos mecánicos. La presencia de piedras no ha constituido un impedimento importante para el uso de la grada de varillas flexibles.

Los escardadores de dedos y de torsión realizan la escarda cerca de las filas y se deben de utilizar combinados con púas de cultivador que podrían arrancar plantas de azafrán si no se realiza un guiado adecuado del apero. Por ello, es necesario plantar los cormos del azafrán en líneas regulares para poder utilizar dichos escardadores. También se ha encontrado que estos dos aperos requieren de suelos poco compactos preferiblemente de texturas ligeras para ser eficaces.

En los ensayos realizados se ha observado que una escarda realizada poco tiempo después de la recolección de las flores puede mantener la parcela limpia de malas hierbas durante más de 60 días. La realización de un segundo pase posterior dependerá de la infestación de la parcela y de la posibilidad de llevarlo a cabo por las condiciones meteorológicas.

El control mecánico de las malas hierbas en general está fuertemente condicionado por las condiciones climáticas, ya que necesita una humedad en el suelo adecuada y que las malas hierbas se encuentren en un tamaño pequeño. Lluvias persistentes en otoño podrían dificultar el desherbado mecánico del azafrán. No obstante, cabe tener en cuenta que no existen herbicidas autorizados en este cultivo, por lo que los agricultores no disponen de esta herramienta.

En cuanto se secan las hojas del cultivo, algunos agricultores permiten el pastoreo del mismo con ovejas. Si las malas hierbas todavía no han producido semillas viables, éste es un eficaz método de control complementario a la escarda realizada en invierno.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto PET 2007-14-C05-01 del INIA. Expresamos nuestro agradecimiento a Leoncio Rando, a Carlos Yuste, Luis López Latorre y al Ayuntamiento de Monreal del Campo por permitirnos llevar a cabo los ensayos en sus parcelas. También agradecemos a Alejandro Ardevines, de la Sección de Técnicas Agrarias del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón la colaboración en el transporte de la maquinaria. Gracias a Jesús Betrán Aso del Laboratorio Agroalimentario del Gobierno de Aragón por realizar los análisis de textura de los suelos. Y, por supuesto, muchas gracias a Fernando Arrieta, capataz de la Unidad de Sanidad Vegetal del CITA por su profesionalidad y por facilitarnos siempre el trabajo.

5. Referencias bibliográficas

Marí León, A. (2010). Características del cultivo de azafrán (*Crocus sativus*) en el Valle del Jiloca (Teruel): estudio de la flora arvense y mejora del desherbado mecánico. Proyecto Final de Carrera. Escuela Universitaria Politécnica La Almunia de Doña Godina.

Pérez Bueno M. (1989). El azafrán. Cultivo, enfermedades, rendimientos, industrialización. Agrogúías Mundi-Prensa, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 155 pp.

Pérez Bueno M. (1995). El azafrán, Historia, cultivo, comercio, gastronomía. Ediciones Agroténicas S.L., Madrid, España, 228 pp.

Soufizadeh S., Zand E., Baghestani M.A., Kashani F.B., Nezamabadi N. y Sheibany K. (2007). Integrated weed Management in saffron (*Crocus sativus*). Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Acta Horticulturae 739, 133-137.

LA PLAGA DE LOS ROEDORES EN EL AZAFRÁN DEL JILOCA

P. Zuriaga

Servicio Provincial de Agricultura y Alimentación, Gob. de Aragón. C/ San Francisco 1; 44001 Teruel (pzuriaga@aragon.es)

Los topillos (el “ratón”, para los agricultores del Jiloca) han representado siempre un serio problema para el cultivo del azafrán; la aparición de pequeños montículos de tierra entre las plantas era (y es) un toque de alerta para ir a “dar humo” o poner “pinzas al ratón”.

El “ratón” es, generalmente, el topillo *Microtus duodecimcostatus* (o topillo subterráneo) y, en pocos casos, el *M. arvalis* (o topillo campesino). Es un pequeño roedor de unos 10 cm. de longitud incluyendo la cola (2-3 cm.), de unos 20 -25 gr. de peso, con ojos pequeños y saltones, y orejas escondidas entre el pelaje que es de color gris-rojizo ceniciento en el lomo y más blanquecino en el vientre, las patas son cortas y con 5 almohadillas en las posteriores (6 en el caso de *M.arvalis*) (Foto 1).



Foto 1.- Ratón o topillo.

El *M. duodecimcostatus* es un roedor de vida subterránea, excavador nato (con los dientes, con lo que desgasta continuamente los incisivos) que consume raíces, bulbos, cormos, tubérculos, etc... que, a veces, almacenan en pequeños depósitos a cierta profundidad. Para criar preparan nidos con abundante hierba seca (Fotos 2 y 3).

Los daños que producen en los azafranes pueden ser importantes puesto que el consumo de bulbos no se detiene aún cuando el azafrán está en parada vegetativa (verano). En los montones de tierra que sacan al exterior en sus excavaciones se puede apreciar los restos de “farfolla” de los bulbos que han devorado (Fotos 4 y 5).



Fotos 2 y 3.- Nidos de *M. duodecimcostatus*.



Fotos 4 y 5.- Daños causados por los ratones en azafrán.

A estos daños se puede añadir el riesgo de transmisión del “cáncer” (grave enfermedad provocada por el hongo *Rizocthonia violácea* var. *crocorum*) al transportar bulbos o restos enfermos de un lugar a otro.

¿Cómo controlar estos roedores?

- Es muy importante el control natural que ejercen las **rapaces** (agui-lucho, azor, cernícalos, etc...) y los depredadores carnívoros (zorros, etc...) Para facilitar la presencia de rapaces en los campos es bueno colocar pértigas (postes en T de 3 a 5 m. de altura) clavados en el suelo y que permitan a las rapaces disponer de atalayas desde las que ejercer su función depredadora.
- La colocación de **cepos** y especialmente pinzas en la entrada de las galerías ha sido siempre una práctica habitual entre los agricultores, lenta pero efectiva (Foto 6).

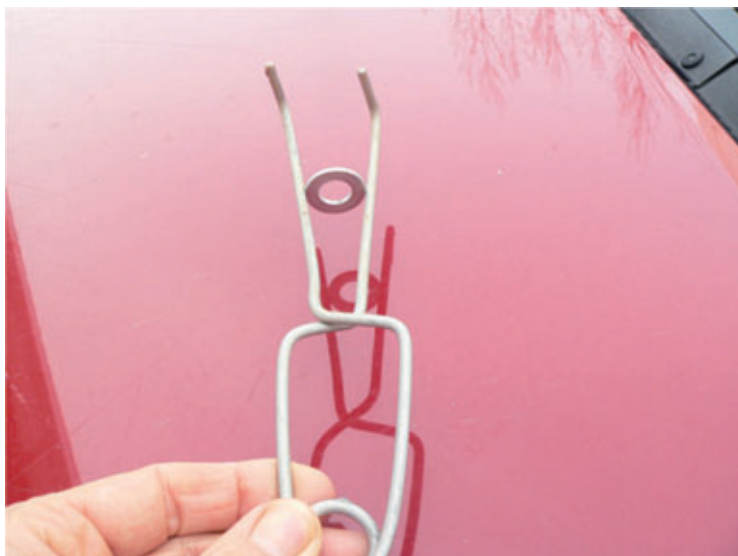


Foto 6.- Pinzas que se colocan a la entrada de las galerías.

- **Dar humo**” la más “exótica” y, a la vez, efectiva práctica. Para ella se emplea un aparato metálico terminado en embudo, que se rellena de paja algo húmeda que al arder produce abundante humareda. El embudo se introduce en la galería y por el otro extremo se insufla aire con unos fuelles, ello provoca que las galerías se rellenen de humo tóxico. La presencia de un perro para aquellos topillos que escapaban de las galerías, remataba la faena (Foto 7).



Foto 7.- “Dando humo” en una galería.

- Otro sistema, con técnica similar, es aprovechar la “mala combustión” de alguna vieja motocicleta para conectar el tubo de escape con las galerías. El monóxido de carbono expelido produce la muerte de los topillos en sus habitáculos.
- **Cebos envenenados**, consisten en la colocación de preparados con raticida en las galerías. En la actualidad se pueden encontrar en el mercado 4 sustancias activas (brodifacoum, bromadiolona, clorofacinona y difenacum) en diversos preparados. En unos casos el producto que compramos viene listo para su uso (pastillas con atrayente, granos impregnados, etc...) y en otros venden la materia activa para ser mezclada con un cebo (trozos de manzana, zanahoria, granos, etc...) En uno y otro caso hay que colocar los productos escondidos dentro de las galerías para evitar su ingesta por otros animales (Fotos 8 y 9).



Foto 8.- Preparación de cebos.



Foto 9.- Colocación de cebos envenenados en las galerías.

- **Rodenator.** Es el último “invento” para el control de roedores y consiste en un equipo que mezcla gas propano con oxígeno, introduciendo esta mezcla por medio de una boquilla en forma de lanza dentro de las galerías, cuando el operario entiende que la mezcla gaseosa ha alcanzado una distancia prudencial hace saltar una chispa (en el extremo de la lanza, por debajo del nivel del suelo) que provoca la explosión dentro de los túneles. La onda expansiva y los gases ocasionan la muerte de los topillos que haya en las galerías (Foto 10).



Foto 10.- El Rodenator en acción.

EL USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AZAFRÁN ENTRE LOS CONSUMIDORES ARAGONESES

Ana I. Sanjuán¹, M^a. Gabriela Zeballos¹, Patricia Sisó¹
y Helena Resano^{1,2}

¹Unidad de Economía Agroalimentaria y de los Recursos Naturales. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda Montañana, 930. 50059 Zaragoza. (asanjuan@aragon.es)

²Fundación Parque Científico y Tecnológico Aula Dei. Unidad de Economía Agro-alimentaria y de los Recursos Naturales. Avda Montañana, 930. 50059 Zaragoza.

La información analizada en este documento ha sido proporcionada por una muestra de consumidores, habitualmente implicados en el proceso de compra de alimentos para el hogar, mayores de 18 años y residentes, en su inmensa mayoría, en Zaragoza. Los datos se recogieron a través de una encuesta estructurada, realizada entre junio y julio de 2009, contando para ello con la colaboración de asociaciones de consumidores, centros cívicos, y la Planta Piloto de la Universidad de Zaragoza.

En general, la muestra es representativa de la población, en términos de composición y tamaño del hogar y niveles de renta. Existe sobre-representación de mujeres que, sin embargo, no nos debe preocupar, debido a que las mujeres todavía ostentan una mayor responsabilidad en la compra de alimentos y su preparación. Asimismo, la proporción en la muestra de personas menores de 54 años, es relativamente superior a la existente en la población. No obstante, en la búsqueda de vías futuras de comercialización del azafrán, parece interesante contar con una mayor proporción de opiniones de personas relativamente más jóvenes. Por último, existe un sesgo alcista en el nivel educativo, lo cual suele ser habitual en las investigaciones de mercado, ya que son normalmente las personas con mayores estudios las que se muestran más interesadas en participar en este tipo de experimentos.

En positivo, hay que resaltar que el azafrán cuenta con una sólida base de consumo. El azafrán es utilizado por un porcentaje elevado de consumidores (un 76%), cifra ligeramente superior al número de consumidores que hacen uso de sustitutivos como el colorante alimentario. Ahora bien, tan sólo una minoría (un 22%) utiliza azafrán de forma regular, semanal o mensualmente, en tanto que el colorante es utilizado ha-

bitualmente por un porcentaje superior (33%). En otras palabras, el azafrán tiene más peso que el colorante alimentario como ingrediente a utilizar esporádicamente y menos, regularmente. Los arroces siguen siendo el plato donde más se utiliza, seguidos muy de lejos por guisos de patatas o pescados, mientras que en postres es prácticamente insignificante. Por tanto, de cara a la potenciación del uso del azafrán, sería interesante ofrecer posibilidades culinarias alternativas al habitual arroz.

La familia, conocidos y libros de cocina son las principales fuentes de inspiración para cocinar en el hogar, mientras que Internet va ganando adeptos, y ya es utilizado por la tercera parte de los consumidores. Por tanto, la disponibilidad de recetas de platos con azafrán en Internet puede resultar un elemento relativamente sencillo y eficaz para conseguir una mayor difusión en el uso del azafrán.

Es interesante constatar que no se ha encontrado un perfil socio-demográfico que distinga al consumidor de azafrán del no consumidor. Se trata de un hecho importante, porque aunque, en principio, pudiera parecer que las personas de mayor edad, más conocedoras del producto, así como aquellas con rentas superiores y por tanto, en principio, menos sensibles ante el 'elevado' precio de la especia, se caracterizasen por un mayor consumo de azafrán, los resultados muestran que no es así y, por tanto, de cara a su comercialización, cualquier grupo socio-demográfico podría en principio resultar igual de receptivo y atractivo como mercado objetivo.

En cuanto a las actitudes hacia el azafrán, predominan las opiniones favorables hacia la especia, considerándola como un ingrediente típico de la cocina española, pero al mismo tiempo actual y en absoluto pasado de moda, y no relegado a expertos cocineros, reconociendo sus tres cualidades organolépticas, el color, aroma y sabor. En el lado negativo, sin embargo, la percepción por parte de una mayoría de la población de que se trata de una especia de lujo, con la connotación subyacente de precio elevado. Entre los consumidores efectivos de azafrán, las opiniones positivas se refuerzan y las negativas se mitigan. El aspecto que evoca mayores discrepancias entre consumidores y no consumidores es la consideración de que el colorante alimentario pueda actuar como un sustitutivo del azafrán, opinión mucho más generalizada entre los no consumidores.

De cara a la comercialización, sería necesario, por tanto, hacer mayor énfasis en las características específicas y diferenciadoras del azafrán con

respecto a otros condimentos. Además, hemos observado que existe cierto desconcierto sobre sus propiedades beneficiosas para la salud, en tanto que existe cierto grado de desconfianza sobre la autenticidad de la especia. Estos aspectos deberían reforzarse en la comunicación.

Los productores del Jiloca cuentan con un activo intangible muy importante, y es el elevado grado de reconocimiento que tiene su azafrán entre los consumidores urbanos de Zaragoza. El 76% de los encuestados sabe que se produce azafrán en Aragón y, la mayoría de ellos identifica la zona concreta de producción. Este reconocimiento es notablemente superior al de la gran zona productora en España, Castilla la Mancha. Sólo la cuarta parte de los entrevistados conocen que existe producción en esta región, y un 13% conocen la Denominación de Origen Protegida (DOP) de Castilla la Mancha. Los productores, además, parecen ser conscientes de la necesidad que existe en el mercado de recuperar el mercado de azafrán, y las ventajas que ello conllevaría, a pesar de que se enfrentan a varios inconvenientes que limitan su capacidad de producción, como es el caso de la falta de cormos o “cebollas”. Esta información se desprende de la entrevista realizada a 12 productores de azafrán en diciembre de 2009 en distintas localidades del Valle del Jiloca, con el fin de conocer y detallar las características de producción del azafrán de Teruel.

El bajo reconocimiento de esta DOP se sitúa en un contexto de baja notoriedad de los distintivos de calidad y certificaciones de origen amparados por la Unión Europea (DOP, Indicación Geográfica Protegida), cuando éstos se aíslan de productos concretos: solo una minoría de consumidores reconocen los logotipos o los identificativos orales genéricos. Por el contrario, la ‘*C de Calidad Alimentaria*’ cuenta con un 70% de reconocimiento sugerido. Sin embargo, cuando estos distintivos se asocian con algún producto específico, de larga trayectoria y elevada reputación, como la DOP Jamón de Teruel o la IGP Ternasco de Aragón, entonces el reconocimiento sugerido se eleva considerablemente. Existe además, una asociación significativa entre conocimiento y compra.

De cara al etiquetado del producto, el reconocimiento explícito del lugar de origen del azafrán puede actuar como una importante señal de calidad y es valorada por parte de los consumidores como mucho más importante que el lugar de origen del envasador. Otros elementos que los consumidores consideran que sería interesante incluir en la etiqueta son indicaciones sobre la cantidad recomendada a utilizar, modo de preparación, y recetas. Asimismo, se puede destacar que un elemento muy valo-

rado a incluir en las etiquetas de productos elaborados a base de azafrán, es la indicación de aptitud para consumidores con determinadas características (p.ej. alérgicos, celíacos, vegetarianos). Esto puede ser interesante de cara a contar con un público objetivo específico, con necesidades concretas, al que dirigir, por ejemplo, nuevos productos como la crema de chocolate que se viene elaborando en la actualidad, y apta para alérgicos a los frutos secos.

La compra de especias tiene lugar fundamentalmente a través de supermercados (78%), seguidos aunque a distancia por los hipermercados, y minoritariamente a través de tiendas especializadas o mercadillos. Internet, aunque va ganando peso en la adquisición de productos no alimenticios tiene una importancia marginal como canal de venta de alimentos (sólo el 5% de los encuestados ha utilizado este canal). Por tanto, en el corto plazo, no parece que Internet pudiese potenciar la distribución de azafrán hasta el consumidor final. Un canal alternativo que puede resultar interesante para alcanzar a un segmento que busca alimentos selectos es el de tiendas Delicatessen o Gourmet: una tercera parte de los entrevistados ha utilizado alguna vez este canal en el último año.

Asimismo, hay un segmento de la población, que con más o menos frecuencia ha hecho uso de canales cortos de distribución para adquirir productos típicos, en particular, acudiendo al lugar de producción. Se trata por tanto de un canal que goza de mucha aceptación entre los encuestados, especialmente entre personas de edades intermedias, con mayor nivel de estudios y renta, por lo que puede resultar una alternativa interesante de cara a la comercialización del azafrán en particular.

Por otro lado, una parte importante de la población come regularmente fuera de casa por motivos de trabajo ya sea en restaurantes de menú o comedores de empresa. Asimismo, el salir de tapas es una actividad que goza de amplia aceptación entre los encuestados. En contraste, la salida a restaurantes no está tan extendida, y conforme aumenta el precio del cubierto, menor es la proporción de personas que hacen uso de este canal. En consecuencia, la restauración colectiva puede resultar un vehículo importante para llegar a un mayor número de clientes, si bien viene condicionada por un presupuesto ajustado, mientras que otros canales con mayor flexibilidad en la fijación de precios, restaurantes con cartas más refinadas, son utilizados tan sólo por una parte minoritaria de la población.

Las mujeres siguen asumiendo mayor responsabilidad en todas las tareas relacionadas con la alimentación en el hogar, y en los hogares con hijos, estas tareas se asumen con mayor compromiso. Sin embargo, no se ha detectado que aquellos consumidores más implicados en todo el proceso de adquisición y preparación de los alimentos consuman azafrán en mayor medida, si bien potencialmente podrían resultar más receptivos ante la innovación en los platos y la incorporación de esta especia.

Por último, el consumidor aragonés, en general, no se muestra especialmente reticente a probar nuevas sensaciones o incorporar nuevos platos en sus dietas, lo que puede ser un elemento incentivador en el desarrollo de nuevos productos a base de azafrán. No obstante, el grupo más abierto ante nuevas experiencias culinarias estaría formado por personas relativamente más jóvenes, con mayor nivel de estudios, y trabajadores en activo.

Agradecimientos:

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto PET2007-14-C05-04 del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) que lleva por título “Estrategias de Comercialización del Azafrán de Teruel”.

