

itea

información técnica económica agraria

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

Volumen 112

Número 2

Junio 2016



www.aida-itea.org

2016 - AÑO XLVII Vol. 112 N.º 2 http://dx.doi.org/10.12706/itea	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Avda. Montañana, 930 50059 ZARAGOZA (ESPAÑA) Tel.: 34-976 716305 Fax.: 34-976 716335 E-mail: cmmarin@aragon.es	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 2386-3765 INO Reproducciones, S.A. Pol. Malpica, calle E, 32-39 (INBISA II, nave 35) 50016 Zaragoza
---	---	---

DIRECTOR:	Clara Mª Marín, CITA de Aragón. España
SUBDIRECTOR:	Pilar Andreu, EEAD Zaragoza. España
EDITORES CIENTÍFICOS:	Alfonso Abecia, Universidad de Zaragoza. España Alicia Cirujeda, CITA de Aragón. España Azucena Gracia, CITA de Aragón. España Ramón Isla, CITA de Aragón. España Ana Sanjuan, CITA de Aragón. España Albina Sanz, CITA de Aragón. España
EDITOR TÉCNICO:	Mireia Blanco, CITA de Aragón. España
COMITÉ DE REDACCIÓN:	Javier Álvarez, Universitat de Lleida. España Jorge Álvaro, EEAD Zaragoza. España Carlos Calvete, CITA de Aragón. España Fernando Escriu, CITA de Aragón. España Cristina Mallor, CITA de Aragón. España Juan A. Marín, EEAD Zaragoza. España Javier Rodrigo, CITA de Aragón. España
COMITÉ ASESOR:	Ricardo Aké, Universidad Autónoma de Yucatán, México • Joaquim Balcells, Universidad de Lleida, España • Carlos Cantero, Universidad de Lleida, España Mª Elena Daorden, INTA, Argentina • Mª José Díez, Universidad Politécnica de Valencia, España • Miguel Gómez, Cornell University EEUU • Margarita López, Centro de Investigación Agraria "Finca La Orden-Valdesequera", España • Ana Meikle, Universidad de la República, Uruguay • Mª Teresa Muiño, Universidad de Zaragoza, España • Julio Olivera, Universidad de la República, Uruguay • César Revoredó-Giha, SAC, Reino Unido • Ricardo Revilla, DGA, España • José Antonio Rubio, ITACYL, España Pierre Sans, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Francia • Guillermo Studdert, Universidad del Mar del Plata, Argentina • Alfredo Teixeira, Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal • Luis Varona, Universidad de Zaragoza, España

ITEA-Información Técnica Económica Agraria aparece indexada en SCI Expanded, Journal Citation Reports/Science Editions, ICYT, CABI, SCOPUS. Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, Editor titular del copyright. ITEA no se responsabiliza necesariamente de las opiniones vertidas en los artículos firmados que publica, cuya responsabilidad corresponde a sus autores.

Suscripciones y Distribución: ITEA publica anualmente cuatro volúmenes. El precio de la suscripción para 2016 es de 42 €. Se acepta el intercambio con otras revistas. E-mail: jmoreno@aragon.es



Autor foto y texto: Javier Rodrigo.

Polinización en flores de albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) en Caspe (Zaragoza).

La polinización -el transporte de los granos de polen desde los estambres al estigma de la flor- es indispensable en la mayoría de frutales de clima templado. En especies como el olivo, nogal o pistachero, se realiza por medio del viento (polinización anemófila), mientras que en los frutales de hueso y pepita la realizan insectos (polinización entomófila). En las plantaciones comerciales de estas especies, la actividad de las abejas es fundamental para asegurar una adecuada polinización de las flores y que se produzca el cuajado de fruto. La disminución del número de abejas silvestres y los problemas a los que se enfrenta el sector apícola hace que en muchos casos sea necesario introducir colmenas en la plantación durante los días de floración para asegurar la presencia de suficientes insectos polinizadores.

Sumario

Producción Vegetal

- El cultivo de brásicas para biosolarización reduce las poblaciones de *Meloidogyne incognita* en los invernaderos de pimiento del Sudeste de España.
Brassica crops for biosolarisation reduces the populations of Meloidogyne incognita in pepper greenhouses in Southeast of Spain.
C. Ros, F. Sánchez, V. Martínez, C.M. Lacasa, A. Hernández, J. Torres, M.M. Guerrero y A. Lacasa 109
- Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso.
Pepper grafting (Capsicum annuum): Benefits and profitability.
J. López-Marín, A. Galvez, I. Porras y J.M. Brotons-Martínez 127

Producción Animal

- Caracterización de la distribución del tamaño de los adipocitos para el estudio del tejido adiposo en producción animal.
Characterizing adipocyte size distribution for adipose tissue studies in animal production.
L. Alfonso y J.A. Mendizabal 147
- Acabado de vacas de desecho de rebaños lecheros. Revisión Bibliográfica.
Finishing of dairy cull cows. Review.
E. Serrano 162

Economía Agraria

- Factores coadyuvantes de la innovación en las cooperativas agroalimentarias. Caso estudio de las cítricas españolas.
Factors explaining innovation in agro-food cooperatives: A case study for Spanish citrus cooperatives.
R.J. Server-Izquierdo y N. Lajara-Camilleri 185

El cooperativismo agrícola y ganadero frente a la responsabilidad social: estudio de un caso de contraste.

Agricultural and livestock cooperativism versus social responsibility: a case study of contrast.

F. Castilla-Polo y D. Gallardo-Vázquez

200

Análisis de competitividad de las exportaciones agroalimentarias de la Unión Europea a nivel de sus Estados Miembros: Un estudio transversal.

Analysis of competitiveness of agricultural exports of the European Union at the level of its Member States: A cross-sectional study.

J. Ruiz-Chico, A.R. Peña-Sánchez, M. Jiménez-García

220

El cultivo de brásicas para biosolarización reduce las poblaciones de *Meloidogyne incognita* en los invernaderos de pimiento del Sudeste de España

C. Ros, F. Sánchez, V. Martínez, C.M. Lacasa, A. Hernández, J. Torres, M.M. Guerrero y A. Lacasa*

Bioteología y Protección de Cultivos, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), C/ Mayor s/n 30150 La Alberca. Murcia

Resumen

Meloidogyne incognita es un problema emergente en los cultivos de pimiento de los invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia) tras la eliminación de bromuro de metilo. El cultivo de brásicas en los invernaderos tiene interés para la rotación de los cultivos y como una enmienda verde para la solarización con enmiendas orgánicas ó biosolarización. Algunas especies de brásicas son multiplicadoras de *M. incognita*. Es preciso hacer el balance entre la multiplicación del nematodo durante el cultivo y el efecto sobre las poblaciones durante la biosolarización. En un invernadero contaminado de *M. incognita* se evaluaron, en dos campañas consecutivas, los cultivares 'Boss', 'Carwoodi', 'Karakter' y 'Eexta' de *Raphanus sativus* L., 'Scala' de *Brassica juncea* L. y 'Ludique' de *Sinapis alba* L. Se midió la población de juveniles (J2) en el suelo, el índice de agallas, el número de masas de huevos y el porcentaje de plantas infestadas durante el cultivo de las brásicas y del cultivo de pimiento realizado a continuación de la biosolarización. Los cultivares 'Eexta' y 'Karakter' de *R. sativus* se comportaron como pobres hospedantes y los 'Boss' y 'Carwoodi' como no hospedantes, reduciendo el número de masas de huevos en un 93% a 99% en relación a *Brassica juncea*, a *Sinapis alba* o a las especies arvenses (mayoritariamente *Amaranthus blitoides*) del testigo. La biosolarización con las brásicas verdes redujo la población de juveniles en el suelo. Los efectos no multiplicadores de las brásicas y los de la biosolarización redujeron los daños en las raíces del cultivo de pimiento durante los primeros meses, lo que se tradujo en una mejora de la producción en relación al testigo.

Palabras clave: *Raphanus sativus*, *Brassica juncea*, *Sinapis alba*, nematodos, desinfección de suelos.

Abstract

Brassica crops for biosolarisation reduces the populations of *Meloidogyne incognita* in pepper greenhouses in Southeast of Spain

The root-knot nematode *Meloidogyne incognita* is an emerging problem in pepper crops grown in greenhouses in Campo de Cartagena (Murcia), caused by the banning of methyl bromide. Greenhouse-grown brassica has interest as an excellent rotation crop and as green amendment during the process of biosolarization. Since some species of brassica are multipliers of *M. incognita*, the balance between nematode multiplication during brassica culture and the effect on population reduction during biosolarization should be evaluated. The cultivars 'Boss', 'Carwoodi', 'Eexta' and 'Karakter' (*Raphanus*

* Autor para correspondencia: Alfredo.lacasa@carm.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.008>

sativus), 'Scala' (*Brassica juncea*) and 'Ludique' (*Sinapis alba*) were evaluated in a greenhouse naturally contaminated with *M. incognita* during two consecutive years. The J2 population, the gall index, the number of egg masses per plant, and the percentage of affected plants of brassica and pepper were measured during the cultivation period after biosolarization. 'Karakter' and 'Eexta' were considered as poorly hosts to *M. incognita* and 'Carwoodi' and 'Boss' as non-hosts, since they reduced the number of egg masses on a 93-99% compared to cultivars of *Brassica juncea* and *Sinapis alba* and weeds of *Amaranthus blitoides*. The biosolarización with green brassicas reduced the population of juveniles. Non multiplier effects of brassica and biosolarization reduced the galls in pepper roots during the first months of growing, resulting in a better yield compared to the control.

Key words: *Raphanus sativus*, *Brassica juncea*, *Sinapis alba*, nematodes, soil disinfestation.

Introducción

El pimiento es un monocultivo ininterrumpido desde hace más de 20 años en más del 90% de los invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia) (Lacasa y Guirao, 1997). La reiteración del cultivo en el mismo invernadero ha supuesto la reducción progresiva de la producción, por la acumulación de patógenos fúngicos específicos (*Phytophthora capsici* Leonian) o generalistas (*Phytophthora nicotianae* Breda de Haan) (Tello y Lacasa, 1997; Blaya et al., 2015) y por el efecto de la fatiga específica, de naturaleza microbiológica (Martínez et al., 2011; Guerrero et al., 2014a).

Meloidogyne incognita (Kofoid y White, 1919) Chitwood 1949 es un nematodo polífago, ampliamente extendido en los suelos de las regiones cálidas. Ocasiona daños y pérdidas en gran número de cultivos hortícolas (Collange et al., 2011; Rudolph et al., 2015). El pimiento es uno de los más afectados en las condiciones de los invernaderos del sureste peninsular (Ros et al., 2008 y 2014; Guerrero et al., 2013). Desde que en 2005 se dejó de desinfectar el suelo con bromuro de metilo, *M. incognita* es un problema emergente en las hortalizas y en las áreas de cultivo en las que se utilizó el fumigante. De las alternativas químicas al bromuro de metilo, la mezcla de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina ha sido la más utilizada en el Campo de Cartagena,

por el amplio espectro de acción y por la eficacia frente a los patógenos predominantes (Guerrero et al., 2013).

En la actualidad el uso del 1,3-dicloropropeno y la cloropicrina se encuentran en fase de revisión, en base a las disposiciones de la Directiva Europea 91/414/EEC (Reglamento 1107/2009). Los otros desinfectantes químicos disponibles (generadores de metil-isotiocianato) tienen actividad general y eficacia parcial. La desinfección del suelo con estos productos necesita de medidas complementarias, para mantener niveles adecuados de control de los patógenos en cultivos de larga duración como el pimiento (8-9 meses es el ciclo habitual en los invernaderos del Campo de Cartagena). Las medidas complementarias suelen consistir en la aplicación de compuestos químicos o de agentes de biocontrol, con actividad específica sobre los patógenos principales, durante el desarrollo del cultivo.

Fuera del ámbito de los desinfectantes químicos, la reducción de las poblaciones de los patógenos antes de la plantación se ha intentado mediante biosolarización (solarización con enmiendas orgánicas). Se han obtenido resultados aceptables cuando se lleva a cabo en el periodo de mayor radiación (Núñez-Zofío et al. 2013; Guerrero et al., 2013), pero no en periodos de baja radiación (Guerrero et al., 2013 y 2014b) o con tiempo nublado. Los efectos de la biosolarización se deben a: i) la

acción de la temperatura ii) el efecto de los gases procedentes de la biodescomposición de la enmienda orgánica (Butler et al., 2012), iii) el efecto de anaerobiosis por déficit de oxígeno en el suelo cubierto de plástico (Messiha et al., 2007; Bonanomi et al., 2007 y 2010) y iv) el efecto supresivo de la enmienda, al favorecer el desarrollo de microorganismos que ejercen acciones antagonistas sobre los patógenos (Gamliel y Stapleton 1993; Mazzola et al., 2001 y 2007).

Varias especies de brásicas contienen glucosinolatos en los tejidos (Kirkegaard y Sarwar, 1998; Hansen y Keinath, 2013). Al hidrolizarse los glucosinolatos, por la acción de la enzima endógena mirosinasa, se producen varios isotiocianatos (ITC) volátiles (Bending y Lincoln, 1999; Matthiessen y Kirkegaard 2006; Antoniou et al., 2014) que tienen efectos tóxicos o nocivos para los organismos del suelo. El efecto fumigante de los compuestos liberados al incorporar al suelo las brásicas en verde se ha aprovechado para la desinfección de los suelos y para el control de insectos, hongos, nematodos y especies arvenses (Morra y Kirkegaard 2002; Kirkegaard, 2014).

El efecto tóxico de los isotiocianatos para una variada gama de hongos del suelo es ampliamente conocido desde hace más de dos décadas (Manici et al., 1997 y 2000, Larkin y Griffin, 2006, Smolinska et al., 2003, Pikerton et al., 2000). El efecto biofumigante y la eficacia en el control de los patógenos depende de la especie de brásica, de la cantidad de biomasa que se genera durante su cultivo, del estado fenológico de las plantas en el momento de la incorporación al suelo, de la temperatura del suelo durante el periodo de descomposición de la biomasa, de la permeabilidad y del tipo de plástico cuando se usa con solarización, y del patógeno (Hansen y Keinath, 2013).

También se han puesto de manifiesto efectos de las brásicas sobre las poblaciones de distintos grupos de nematodos del suelo (Pi-

kerton et al., 2000, Ploeg y Stapleton, 2001, Lazzeri et al., 2004, Butler et al., 2012, Graven, 2014). Ploeg y Stapleton (2001) señalan que la eficacia en el control de *M. incognita* y *M. javanica* en melón mejora al incorporar restos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) al suelo antes de iniciar la solarización. La reducción de los daños en las raíces a temperaturas de 25 a 35°C es más drástica que a temperatura del suelo inferior o igual a 20°C. Con los restos de la extracción de aceite de semillas de varias especies de brásicas se redujeron las poblaciones de *M. incognita* y la incidencia del nematodo en tomates (Curto et al., 2014) y de *Meloidogyne hapla* en zanahoria (Graven, 2014). En este último caso la eficacia en la reducción de las poblaciones mejora al combinar las brásicas con la solarización, no siendo tan clara la reducción de los daños en las plantas de zanahoria. Por el contrario, Pikerton et al. (2000) señalan que la reducción de las poblaciones de *Pratylenchus penetrans* es mayor cuando se biosolariza el suelo con restos verdes de *Brassica napus* que cuando se biofumiga (incorporación de las plantas sin cubrir el suelo con plástico) con los restos de la misma especie.

Al evaluar estrategias de manejo de *M. incognita* en varios cultivos hortícolas ecológicos se han obtenido buenos resultados biosolarizando el suelo con plantas de *Eruca sativa* y con pellets de *Brassica carinata*, pero no cuando se utilizó *B. juncea* (Mosso et al., 2014). La variabilidad entre las especies de brásica en los efectos de la biofumigación y biosolarización sobre una especie de nematodo se relaciona con los glucosinolatos específicos generados, con su nivel en la planta en el momento de enterrarla y con la forma de manifestación de los efectos (toxicidad, supresividad, anaerobiosis, etc.). Así, para especies como *S. alba*, *B. juncea* o *Eruca sativa* se reconocen efectos directos de los gases liberados en la descomposición y efectos supresivos, mientras que este último efecto no se da para *B. napus* (Kruger et al., 2014).

El cultivo de brásicas previo a la implantación de una hortaliza puede servir: i) Como cultivo de plantas trampas para atraer a los nematodos a las raíces y una vez instalados destruir las plantas antes de que haya completado el ciclo vital de multiplicación o desarrollo. ii) Como rotación de cultivos para paliar los efectos de la fatiga en suelos con monocultivos reiterados, al impedir la selección de patógenos subclínicos competidores con las plantas del monocultivo. iii) Para aprovechar la biomasa producida como enmienda verde biofumigante. Las especies o cultivares a utilizar para los dos últimos fines es deseable que, durante el ciclo de cultivo, no multipliquen el nematodo que se pretende controlar. Este requisito es particularmente importante en el caso de las especies de *Meloidogyne* en áreas de cultivo con clima cálido (McLeod et al., 2001; Stirling y Stirling, 2003).

En los invernaderos de pimiento en el Campo de Cartagena el cultivo de brásicas, entre dos cultivos de pimiento, tienen singular interés en agricultura ecológica. Puede ser una rotación cultural y pueden ser utilizadas como enmienda biofumigante verde. En ensayos previos, en los que se evaluaba el efecto de la biosolarización con distintas especies de brásicas como *S. alba*, *B. juncea* y varios cultivares de *Raphanus sativus*, tratando de complementar la baja eficacia de la solarización iniciada en noviembre, se puso de manifiesto que algunas especies como *Sinapis alba* o *B. juncea* se infestaban de *M. incognita* más que las variedades de *R. sativus*. Esto permitía el desarrollo del nematodo en las plantas durante el ciclo de cultivo, antes de ser enterradas como enmiendas biofumigantes. En esas condiciones, el control del nematodo en el posterior cultivo de pimiento no resultó totalmente satisfactorio (Martínez et al., 2010), aunque no se originaron pérdidas de producción.

Estos resultados nos indujeron a plantear un ensayo en el que se evaluara la capacidad multiplicadora de *M. incognita* de varias especies

de brásicas (posibles hospedantes del mismo), y la eficacia de la biosolarización con las plantas verdes para el control de *M. incognita* en el siguiente cultivo de pimiento. Los resultados permitirían hacer el balance entre la capacidad multiplicadora de la brásica y la reducción posterior de las poblaciones del nematodo obtenida tras la biosolarización así como la repercusión en el cultivo de pimiento.

Material y métodos

Características del invernadero

Los ensayos se han realizado en un invernadero de la finca experimental Torreblanca del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), situada en la comarca del Campo de Cartagena (Murcia) (X: 685178; Y: 4183226), durante las campañas 2012-2013 (Ensayo 1) y 2013-2014 (Ensayo 2). El suelo es franco arcilloso, con pH 7,8, con el 2,2% de materia orgánica, contaminado con altas poblaciones de *M. incognita*, con monocultivo de pimiento desde hace 16 años. El invernadero es de tipo parral, de 400 m², orientación este-oeste, con cubierta de plástico tricapa de larga duración y 0,2 mm de espesor, en el primer año de utilización, al iniciar el ensayo.

Planteamiento del ensayo

Se evaluaron cuatro cultivares de *R. sativus* ('Boss' de P H Petersen; 'Carwoodi' 'Eexta' y 'Karakter' de Intersemillas S.A.), un cultivar de *B. juncea* ('Scala' de Intersemillas S.A.) y otro de *S. alba* ('Ludique' de Intersemillas S.A.). En el Ensayo 2 (2013-2014) no se evaluó *S. alba* por deficiente germinación de las semillas. Las brásicas se cultivaron entre mediados de agosto y mediados de octubre. Luego se enterraron y se biosolarizó durante 4 semanas, cubriendo el suelo con plástico de po-

lietileno transparente (Sotrafa S.A.) de 0,05 mm de espesor. La incorporación al suelo de la biomasa verde se realizó triturando las plantas con una labor superficial de rotovator y luego se enterraron con una segunda labor profunda de rotovator. Las mismas labores se realizaron en el suelo sin enmiendas. Antes del triturado e incorporación de las plantas al suelo se evaluó la biomasa aérea fresca y seca, recolectando las plantas de 1 m² en tres puntos de cada parcela elemental, sólo en 2012-2013 (Ensayo 1), ya que en 2013-2014 (Ensayo 2) la germinación de las semillas fue baja. Debido a que el terreno mantiene humedad en el momento de enterrar la enmienda verde y a la humedad aportada por la propia brásica no se consideró necesario el aportar agua de riego.

Para evaluar el efecto de la biosolarización y así poder hacer balance entre el efecto multiplicador de la brásica y la reducción de población ocasionada por la biosolarización, se estableció un cultivo de pimiento (cultivar 'Utiel', De Ruiters Seeds) a continuación. Se plantó entre principios y mediados de diciembre, según el ensayo, con un marco de plantación de 1,0 x 0,40 m que suponen 25.000 plantas/ha, finalizando el cultivo la primera semana de agosto. Las fechas de

siembra de las brásicas, de la biosolarización y del establecimiento del cultivo de pimiento se ajustan a las habituales de los productores de pimiento ecológico en los invernaderos del Campo de Cartagena (Tabla 1). Las dosis de siembra fueron las recomendadas, para esas fechas de siembra, por las empresas de semillas (15 kg/ha para *R. sativus* y 10 kg/ha para *S. alba* y *B. juncea*).

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento y parcelas elementales de 18 m², en las que se plantaron tres filas con 13 plantas de pimiento cada una. Los tratamientos fueron: testigo sin brásicas ni biosolarización, biosolarización con *R. sativus* 'Boss'; biosolarización con *R. sativus* 'Carwoodi'; biosolarización con *R. sativus* 'Eexta'; biosolarización con *R. sativus* 'Karakter'; biosolarización con *S. alba* 'Ludique'; biosolarización *B. juncea* 'Scala'.

Parámetros medidos

Biomasa fresca y seca de las brásicas

La materia fresca se pesó *in situ* y, de cada metro cuadrado, se tomó una alícuota de unos 2 kg y se desecó en estufa a 75 °C durante 24 horas, hasta peso constante.

Tabla 1. Fechas de siembra de las brásicas, de biosolarización del suelo y de plantación del pimiento
Table 1. Dates of brassica seeding, soil biosolarization and pepper plantation

Fechas	Ensayo 1 (2012-2013)	Ensayo 2 (2013-2014)
Siembra brásicas	16 agosto 2012	12 agosto 2013
Final cultivo brásicas	20 octubre 2012	10 octubre 2013
Inicio biosolarización	30 octubre 2012	15 octubre 2013
Final biosolarización	3 diciembre 2012	20 noviembre 2013
Plantación pimiento	18 diciembre 2012	4 diciembre 2013
Final cultivo del pimiento	8 agosto 2013	10 agosto 2014

Poblaciones de juveniles en el suelo

En cada parcela elemental se tomó una muestra (suelo de 5 puntos a 5-20 cm de profundidad) al final del cultivo de pimiento precedente, durante y al final del cultivo de las brásicas, antes y después de la biosolarización, durante y al final del cultivo de pimiento. Los juveniles J2 se extrajeron de las muestras de suelo utilizando el método descrito por Barker (1985).

Agallas y masas de huevos de Meliodogyne en brásicas y pimiento

En tres fechas en 2012 (a los 40, 70 y 83 días de la siembra) y en dos en 2013 (a los 30 y 40 días de la siembra) se arrancaron 5 plantas de las brásicas en cada parcela elemental y de *Amaranthus blitoides* (especie arvense predominante) en las parcelas testigo. Se examinaron las raíces y se anotó el índice de agallas según la escala de Bridge y Page (1980) (0 = raíces sin agallas, 10 = raíces totalmente ocupadas por agallas) y el número de masas de huevos. Al final del cultivo de las brásicas se repitió el muestreo del suelo, antes de triturar las plantas.

Durante el cultivo del pimiento se hicieron evaluaciones mensuales de los daños en las raíces (índice de agallas). En cada fecha se descubrió una parte del sistema radicular de 3 plantas, tomadas al azar, en cada parcela, y se anotó el índice de agallas según la escala de Bridge y Page (1980). Al final del cultivo se repitió el muestreo arrancando 5 plantas en una fila de cada parcela elemental.

Producción de pimiento

En cada recolección se clasificaron los frutos, pesando los de cada categoría comercial por separado (extra, primera, segunda, tercera y destrío). La producción comercial se consideró la suma de las cuatro primeras categorías y la total la suma de la comercial y el destrío.

Análisis de datos

Los resultados se expresan como tanto por ciento de plantas con agallas, índice medio de agallas y como número de masas de huevos/planta. La comparación entre tratamientos se realizó mediante el ANOVA y el test LSD al 95%. Para normalizar los datos se empleó la transformación Arcsen (\sqrt{x}), siendo x el porcentaje de plantas con agallas.

Los datos de producción se expresaron en kg/m². Para normalizar los datos se empleó la transformación Log₁₀(x+1), donde x es la producción. Se realizó el análisis de varianza ANOVA de los datos y se realizó la comparación de las medias mediante el test de comparaciones múltiples LSD al 95%.

Resultados

Biomasa fresca y seca de las brásicas

No se encontraron diferencias entre especies y cultivares ni en la biomasa fresca ni en la seca (Tabla 2).

Evolución de las poblaciones de juveniles de *Meloidogyne* en el suelo

Las poblaciones de juveniles de segundo estadio (J2) en las muestras de suelo aumentaron al desarrollarse el cultivo de las brásicas (Tabla 3) en el Ensayo 1. El incremento de las poblaciones de juveniles J2 fue mayor en las parcelas de *B. juncea* y *S. alba* que en las de los *Raphanus*. Después de la biosolarización las poblaciones remanentes en el suelo fueron menores en los cultivares de *R. sativus* que en las otras brásicas. Las poblaciones de juveniles J2 más bajas se obtuvieron para 'Karakter' y 'Carwoodii'. A los 108 días las poblaciones de juveniles J2 en las muestras de suelo fueron muy bajas, encontrándose diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$). En *B.*

Tabla 2. Peso de la materia fresca y seca (media \pm error estándar) de las brásicas en el Ensayo 1 (2012-2013)
 Table 2. Brassica biomass. Fresh and dry weight (average \pm standard error) of the brassicas in Trial 1 (2012-2013)

Tratamientos	Peso fresco (kg/ha)	Peso seco (kg/ha)
<i>R. sativus</i> Boss	50.890 \pm 1090,6	6.634 \pm 143
<i>R. sativus</i> Carwoodi	51.900 \pm 1719,7	6.841 \pm 227
<i>R. sativus</i> Eexta	51.340 \pm 924,6	6.723 \pm 123
<i>R. sativus</i> Karakter	52.020 \pm 937,4	6.802 \pm 121
<i>B. juncea</i> Scala	46.820 \pm 1281,3	7.074 \pm 193
<i>S. alba</i> Ludique	47.350 \pm 1261,9	7.159 \pm 191
significación	ns	ns

Tabla 3. Poblaciones de juveniles (J2/100 ml de suelo) de *Meloidoyne incognita* durante el periodo de cultivo de las brásicas, después de la biosolarización, durante el cultivo de pimiento y al final del cultivo del pimiento en el Ensayo 1 (2012-2013)

Table 3. Populations of *Meloidoyne incognita* (juveniles J2 / 100 mL soil) during the growing period of brassicas, after biosolarization, during the pepper crop and end of growing peppers in Trial 1 (2012-2013)

	40 días cultivo de brásicas	70 días cultivo de brásicas	Después biosolarización	108 días cultivo de pimiento	Final cultivo de pimiento
Tratamiento	27-09-2012	27-10-2012	10-12-2012	05-04-2013	26-07-2013
<i>R. sativus</i> Boss	3,0ab	13,3b	2,3ab	0,7ab	1.360,7a
<i>R. sativus</i> Carwoodi	1,7ab	10,7b	1,0ab	1,7ab	1.704,7a
<i>R. sativus</i> Eexta	0,0a	1,0a	7,0b	0,0a	8.114,0b
<i>R. sativus</i> Karakter	0,7ab	12,0b	0,3a	0,0a	2.833,0ab
<i>S. alba</i> Ludique	10,7c	133,7c	26,7c	0,0a	4.558,7ab
<i>B. juncea</i> Scala	12,7c	421,7c	20,3c	2,7b	2.277,7ab
Testigo	4,7bc	1,3ab	1,0ab	0,0a	2.479,0ab

Dentro de una columna, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

juncea fueron mayores que en el testigo, que en *S. alba*, y que en los cultivares 'Eexta' y 'Karakter' de *R. sativus*. En la última mitad del ciclo de cultivo (entre el 5 de abril y el 26 de julio) de pimiento las poblaciones se multiplicaron por más de 840 en las parcelas de *B. juncea* o por más de 8000 en las de *R. sativus* 'Eexta', no guardando relación con las

densidades encontradas en muestreos precedentes (Tabla 3).

En el Ensayo 2, después del cultivo de las brásicas, la población de juveniles en el suelo de las parcelas de *R. sativus* fue entre 3 y 24 veces menor que en las de *B. juncea* y que en las del testigo, y menor en *R. sativus* 'Carwoodi' que en *R. sativus* 'Eexta' (Tabla 4).

Tabla 4. Poblaciones de juveniles (J2/100 mL de suelo) de *Meloidogyne incognita* antes y después del cultivo de las brásicas en el Ensayo 2 (2013-2014)

Table 4. Populations of *Meloidogyne incognita* (J2/100 mL soil) before and after the growing period of brassica in Trial 2 (2013-2014)

Tratamiento	Antes cultivo (08-08-2013)*	Después cultivo (10-10-2013)
<i>R. sativus</i> 'Boss'	173	10,0ab
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	173	5,0a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	173	42,7b
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	173	11,3ab
<i>B. juncea</i> 'Scala'	173	123,5c
Testigo	173	122,0c

* media de 4 muestras (144, 296, 212 y 40 J2/100ml suelo) tomadas en los tres bloques: cada muestra con suelo de 12 puntos (4 en cada bloque).

En una columna, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

Incidencia de *Meloidogyne incognita*

Agallas en las raíces de las brásicas y presencia de masas de huevos

En el Ensayo 1, se observaron diferencias en el poder multiplicador del nematodo entre brásicas y en la intensidad de los daños en las raíces (índice de agallas) (Tabla 5). Las diferencias están en consonancia con las poblaciones de juveniles J2 que quedaron en el suelo de las parcelas. Los cultivares de *Raphanus* fueron menos multiplicadores que los de *S. alba* y *B. juncea*. Éstos al final del cul-

tivo multiplicaron tanto el nematodo como la especie arvense predominante (*Amaranthus blitoides*) en el testigo.

Los resultados del ensayo 2 (Tabla 6) fueron similares a los del Ensayo 1. Al final del cultivo se encontraron diferencias entre cultivares de *R. sativus* y entre estos y los de *B. juncea* y la especie arvense (*A. blitoides*) predominante en el testigo, tanto en el índice de agallas como en el número de masas de huevos. *Amaranthus* es considerado por Noling y Gilreath (2002) como buen hospedante de *M. incognita*.

Tabla 5. Índice de agallas, masas de huevos en las agallas y porcentaje de plantas infestadas, a lo largo del periodo de cultivo de las brásicas en el Ensayo 1 (2012-2013)
 Table 5. Galls index, average of number of egg masses/plant and percentage infested plants during the growing period of brassica in Trial 1 (2012-2013)

Brásica	Índice de agallas	Masas de huevos	% plantas infestadas
12/09/2012			
<i>R. sativus</i> 'Boss'	1,3ab	0,9a	66,7a
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	0,5a	0,1a	40,0a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	0,8a	2,9a	40,0a
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	0,8a	1,4a	60,0a
<i>S. alba</i> 'Ludique'	0,6a	0,7a	46,7a
<i>B. juncea</i> 'Scala'	2,1b	0,6a	80,0a
Testigo	ne	ne	ne
27/09/2012			
<i>R. sativus</i> 'Boss'	1,6bc	0,0a	60,0b
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	0,2a	0,0a	13,3a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	0,9ab	5,7ab	46,7b
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	0,5ab	0,0a	33,3ab
<i>S. alba</i> 'Ludique'	2,8d	13,5b	100,0c
<i>B. juncea</i> 'Scala'	1,3bc	1,8a	73,3b
Testigo	2,8d	32,3b	100,0c
27/10/2012			
<i>R. sativus</i> 'Boss'	1,6bc	5,1a	73,3ab
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	0,5a	0,4a	40,00a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	2,0bc	6,5a	93,3b
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	1,3ab	7,5a	66,7ab
<i>S. alba</i> 'Ludique'	4,1d	84,7b	100,0b
<i>B. juncea</i> 'Scala'	3,5cd	98,1b	100,0b
Testigo	3,8d	79,4b	100,0b

ne = no evaluado.

En una columna y fecha, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

Tabla 6. Índice de agallas, masas de huevos en las agallas y porcentaje de plantas infestadas a lo largo del periodo de cultivo de las brásicas en el Ensayo 2 (2013-2014)
 Table 6. Galls index, average of number of egg masses/plant and percentage of infested plants during the growing period of brassica in Trial 2 (2013-2014)

Brásica	Índice de agallas	Masas de huevos	% plantas infestadas
11/09/2013			
<i>R. sativus</i> 'Boss'	1,9b	9,5bc	100
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	1,1a	1,3a	80
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	2,9c	5,3bc	100
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	1,3a	3,2ab	80
<i>B. juncea</i> 'Scala'	2,3bc	6,9bc	100
Testigo	2,4bc	10,1c	100
30/09/2013			
<i>R. sativus</i> 'Boss'	1,3a	6,8b	100
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	1,0a	2,1a	73,3
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	2,1b	9,3bc	100
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	2,8bc	23,4c	100
<i>B. juncea</i> 'Scala'	4,1d	40,5d	100
Testigo	3,3cd	40,9d	100

En una columna y fecha, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

Agallas en las raíces del pimiento

En el Ensayo 1, hasta junio se encontraron diferencias entre cultivares de *R. sativus*, tanto en el porcentaje de plantas de pimiento infestadas como en el índice de agallas, y entre cultivares de *R. sativus* y los de las otras brásicas y del testigo (Tabla 7). Las diferencias entre los tratamientos fueron más patentes a medida que avanzó el ciclo del cultivo. En el momento de finalizar el cultivo, las diferencias entre tratamientos se disiparon, indicando que el efecto de la biosolarización no pro-

porcionó una protección del cultivo satisfactoria, al infestarse todas las plantas de todos los tratamientos, con similar índice de agallas.

En el Ensayo 2 se encontraron diferencias entre cultivares de *R. sativus* y el testigo no biosolarizado en los primeros meses de cultivo del pimiento, tanto en el porcentaje de plantas con agallas como en el índice de agallas en las raíces (Tabla 8). Las diferencias se disiparon a partir de abril. Desde ese momento fueron similares el índice de agallas y el porcentaje de plantas infestadas en todos los tratamientos.

Tabla 7. Índice de agallas en las raíces y porcentaje de plantas de pimiento infestadas en las parcelas biosolarizadas con las diferentes brásicas en el Ensayo 1 (2013)
 Table 7. Gall index and percentage of infested plants of pepper in biosolarized plots with different cultivars of brassica in Trial 1 (2013)

Tratamiento	06/02/13	12/03/13	30/04/13	11/06/13	26/07/13
Índice de agallas					
<i>R. sativus</i> 'Boss'	0,4ab	1,1abc	1,1ab	1,9bcd	4,0a
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	0,0a	0,5a	0,5a	1,0a	4,0a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	0,3ab	1,5c	1,6bc	1,8bc	4,0a
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	0,0a	0,7ab	1,4bc	1,5ab	4,1a
<i>S. alba</i> 'Ludique'	0,3ab	1,2bc	2,1c	2,9d	4,3a
<i>B. juncea</i> 'Scala'	0,6b	1,3bc	2,1c	2,8cd	4,1a
Testigo	0,6b	1,3bc	1,4bc	2,1bcd	4,3a
Plantas de pimiento infestadas, %					
<i>R. sativus</i> 'Boss'	26,7bc	80,0ab	80,0b	93,3b	100,0a
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	0,0a	53,3a	46,7a	60,0a	100,0a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	20,0ab	100,0b	100,0c	100,0b	100,0a
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	0,0a	60,0a	80,0b	86,7b	100,0a
<i>S. alba</i> 'Ludique'	33,3abc	86,7ab	100,0c	100,0b	100,0a
<i>B. juncea</i> 'Scala'	60,0c	86,7ab	100,0c	100,0b	100,0a
Testigo	46,7bc	100,0b	100,0c	100,0b	100,0a

En una columna, parámetro y fecha, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

Producciones

En el Ensayo 1, no se encontraron diferencias entre especies de brásicas ni entre cultivares de *R. sativus*, ni en la producción comercial precoz ni en la comercial final (Tabla 9), ni en la comercial acumulada por fechas de recolección. Se encontraron diferencias entre tratamientos en algunas categorías comerciales, siendo mayor la cantidad de cosecha de la ca-

tegoría extra en *S. alba*, *B. juncea* y *R. sativus* 'Eexta' que en el resto. Todos los cultivares de *R. sativus* y el de *S. alba* produjeron más que el testigo no biosolarizado.

En el Ensayo 2, *R. sativus* 'Carwoodi' y 'Karakter' produjeron más cosecha comercial precoz que el testigo no biosolarizado. Al final del cultivo, todas las brásicas produjeron más que el testigo (Tabla 9).

Tabla 8. Índice de agallas en las raíces y porcentaje de plantas de pimiento infestadas en las parcelas biosolarizadas con las diferentes brásicas en el Ensayo 2 (2014)
 Table 8. Gall index and percentage of infested plants of pepper in biosolarized plots with different cultivars of brassica in Trial 2 (2014)

Tratamiento	13/01/14	12/03/14	14/04/14	27/05/14	17/7/14
Índice de agallas					
<i>R. sativus</i> 'Boss'	0,7ab	0,6a	0,8a	1,3a	3,1a
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	0,6ab	0,9ab	1,6ab	1,5a	3,7a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	0,6ab	1,1bc	1,4ab	1,4a	3,5a
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	0,3a	0,7ab	1,2ab	1,6a	3,7a
<i>B. juncea</i> 'Scala'	0,7ab	1,1bc	1,4ab	1,3a	3,6a
Testigo	0,8b	1,4c	1,7b	1,9a	3,9a
Plantas de pimiento infestadas, %					
<i>R. sativus</i> 'Boss'	66,7a	55,6a	44,4a	75,0a	100,0a
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	55,6a	77,8a	77,8b	75,0a	100,0a
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	55,6a	77,8a	77,8b	75,0a	100,0a
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	33,3a	66,7a	77,8b	75,0a	100,0a
<i>B. juncea</i> 'Scala'	66,7a	100,0a	77,8b	75,0a	100,0a
Testigo	75,0a	100,0c	100,0b	100,0a	100,0a

En una columna y para cada parámetro, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

Tabla 9. Producciones comerciales (kg/m^2) en los dos ensayos realizados
 Table 9. Pepper marketable yield (kg/m^2) in two growing seasons

Tratamientos	Ensayo 1 (2012- 2013)		Ensayo 2 (2013-2014)	
	Precoz	Total	Precoz	Total
<i>R. sativus</i> 'Boss'	5,3b	9,6b	4,6ab	8,9b
<i>R. sativus</i> 'Carwoodi'	5,0b	8,8 b	4,7b	9,0b
<i>R. sativus</i> 'Eexta'	3,8b	7,8b	4,4ab	8,8b
<i>R. sativus</i> 'Karakter'	4,4b	7,8b	4,7b	9,0b
<i>S. alba</i> 'Ludique'	3,6ab	7,9 b	4,4ab	8,8b
<i>B. juncea</i> 'Scala'	4,2b	7,5ab	—	—
Testigo	2,2a	5,8a	3,6 a	6,7a

En una columna, las medias con la misma letra no son diferentes ($P < 0,05$).

Discusión

Los resultados muestran que las especies de brásicas evaluadas son hospedadores de *M. incognita*. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre especies en el poder multiplicativo del nematodo y en los efectos de la biosolarización al utilizarlas como enmiendas orgánicas para el control de *M. incognita* en invernaderos de pimiento. Mientras los cultivares de *S. alba* y *B. juncea* se muestran buenos hospedadores, los cultivares de *R. sativus* se muestran pobres o no hospedantes, en particular, 'Boss', 'Carwoodi' y 'Karakter' en los que se producen, dependiendo del año, entre 200 y 20 veces menos masas de huevos. Similares consideraciones se desprenden del trabajo de Curto et al. (2005) en el que se indica que los cultivares de *B. juncea* son buenos hospedantes de *M. incognita* y que el cultivar 'Boss' de *R. sativus* se puede considerar como no hospedador. Por su parte, Edwards y Ploeg (2014), en ensayos realizados en condiciones controladas, encuentran similares resultados a los nuestros para el cultivar 'Boss' de *R. sativus* y consideran a los cultivares de *B. juncea* como los mejores hospedadores de las brásicas estudiadas, por los mayores índices de agallas que presentan, próximos a los del cultivar 'UC82' de *Solanum lycopersicum*, utilizado como referencia.

Los niveles de infestación y multiplicación pueden depender de las fechas de siembra y del tiempo de desarrollo del cultivo, además del cultivar de cada especie. En nuestro caso no se han encontrado diferencias entre el cultivar 'Scala' de *B. juncea* y el cultivar 'Ludique' de *S. alba*. Sin embargo, otros cultivares de *S. alba* como 'Abraham' y 'Accent' se han comportado como hospedantes medios, multiplicando menos de 2 a 8 veces el nematodo que los cultivares 'ISCI99', 'Menfix' o 'Pacific Golden' de *B. juncea* (Edwards y Ploeg, 2014). Según Curto et al. (2005), sólo la selección 'ISI 15' de *Rapistrum rugosum* se

comportaría como no hospedador total, al no conseguir el nematodo colonizar las raíces después de 15 semanas de exposición lo que hace sea un cultivar interesante para enmienda biofumigante. Entre esta última especie y cultivar y los mencionados cultivares de *R. sativus* hay una amplia variación de capacidades multiplicadoras (evaluadas en número de agallas en las raíces y poblaciones de juveniles J2 en el suelo donde se desarrollan las brásicas) según especies y cultivares dentro de una especie. Así, algunos cultivares de *S. alba*, *Eruca sativa*, *B. napus* y *B. oleracea* muestran comportamientos similares a los del cultivar 'Boss' de *R. sativus*, que parece presentarse como un no hospedador o pobre hospedador-multiplicador de *M. incognita* (Edwards y Ploeg, 2014).

En este trabajo se ha evaluado el número de masas de huevos sobre las raíces como indicador complementario del índice de agallas y de la población de juveniles J2 encontrada en el suelo en dos momentos (a los 40 y 60 ó 70 días de la siembra) de desarrollo del cultivo de las brásicas. Las amplias variaciones en las poblacionales encontradas en las muestras de los suelos proporcionan una estima de la capacidad multiplicadora del hospedador, pero en ensayos de invernadero, en suelo natural, es difícil evitar la presencia de malas hierbas que puedan ser también hospedadores y multiplicadores del nematodo, por lo que el número de masas de huevos representaría mejor el carácter hospedador y multiplicador del cultivar que se evalúa, que la población de juveniles J2 en las muestras de suelo.

Sería preciso considerar que la capacidad multiplicadora no estaría representada sólo por la habilidad del nematodo para instalarse en las raíces de las brásicas, desarrollarse las hembras y de que éstas produzcan masas de huevos, ya que una parte de los huevos podrían no ser viables y los juveniles producidos no ser capaces de infestar las raíces del pimiento, como señalan Curto et al (2005), Me-

lakerberhan et al. (2006) y Edwards y Ploeg (2014). Este mecanismo de resistencia indicaría que el mejor uso de las brásicas sería como plantas trampa en la rotación de cultivos, más que como enmienda biofumigante.

En este estudio se incluye el uso de la biomasa producida por el cultivo de las brásicas como enmienda biofumigante en el proceso de biosolarización del suelo, y su repercusión en el control de *M. incognita* en el subsiguiente cultivo de pimiento. La cantidad de biomasa fresca producida fue similar para todos los cultivares y del mismo orden que la obtenida por Hansen y Keinath (2013) para cultivares (5,16 kg/m² con el cultivar 'Pacific Golden' de *B. juncea*) de las mismas especies o de afines, y similares densidades de siembra.

Durante la biosolarización la temperatura del suelo a 15 y 30 cm de profundidad no alcanzó 30°C en ningún momento, por lo que la drástica reducción de las poblaciones (97,5% en *R. sativus* 'Karakter', 95,2% en *B. juncea* 'Scala', 90,0% en *R. sativus* 'Carwoodi', 82,8% en *R. sativus* 'Boss', 80,0% en *S. alba* 'Ludique') en todos los tratamientos, excepto en *R. sativus* 'Eexta', no se explicaría por el efecto térmico. Según Wang y McSorely (2008) se necesitan unas 390 horas a 38 °C para matar todos los huevos y 46 horas a la misma temperatura constante para matar los juveniles J2 de *M. incognita*. Sin embargo, Ploeg y Stapleton (2001) indican que es necesario mantener el suelo a 40 °C durante 19 días para eliminar la infestación del suelo, mejorando la eficacia al incorporar restos de brócoli al suelo durante la solarización. Tiempos acumulados de temperaturas superiores a 38 °C similares a los indicados por Wang y McSorely (2008) se obtienen en los invernaderos del Campo de Cartagena si la biosolarización se inicia en agosto, pero no si se inicia en octubre (Guerrero et al., 2013). Tras una solarización en Florida (EE.UU.) durante seis semanas, en el verano, en la que la temperatura se mantuvo por encima de 40 y 42 °C más

horas de las determinadas como letales para los juveniles J2, las poblaciones de *M. incognita* en el suelo aumentaron a lo largo del siguiente cultivo de pimiento (Wang y McSorely, 2008), como ocurrió en el invernadero del Campo de Cartagena biosolarizado en agosto (Guerrero et al., 2013).

La reducción de las poblaciones de juveniles J2 tras la biosolarización en todos los tratamientos contrasta con la alta supervivencia del nematodo en el testigo no tratado, aunque la población de juveniles J2 fuera menor. Tal reducción se debería a los efectos de los gases de la descomposición de las brásicas y está en consonancia con las obtenidas por Zasada et al. (2009) al estudiar los efectos de los aceites de las semillas de varias especies de brásicas sobre *M. incognita* y *Pratylenchus penetrans*. En la descomposición de *B. juncea* y de diferentes cultivares de *R. sativus* se producen mayoritariamente alil-isotiocianatos (Morra y Kirkegaard, 2002; Zasada et al., 2009; Hansen y Keinath, 2013), cuyos efectos nematocidas se han puesto de manifiesto para especies de *Meloidogyne* y de *Pratylenchus* (Zasada et al., 2009), y de *Tylenchulus* (Wang et al., 2009).

En las cuatro semanas de biosolarización, además del efecto de los gases, se pudieron manifestar efectos supresivos de las brásicas sobre las poblaciones de juveniles J2. Sin embargo, en nuestro caso, la respuesta de este efecto no parece corresponderse con los resultados de Zasada et al. (2009) para *M. incognita* o Mazzola et al. (2007 y 2009) para *P. penetrans*. La torta de semillas de variedad 'Pacific Golden' de *B. juncea* se mostró más activa que la variedad 'Ida Gold' de *S. alba*, frente a *M. incognita* (Zasada et al., 2009) en ensayos de laboratorio. La reducción de población de juveniles J2 obtenida en nuestros ensayos de biosolarización es similar para las variedades de las dos enmiendas verdes (90,0% para *B. juncea* 'Scala' y 80,0% para *S. alba* 'Ludique'). La corta exposición de los

nematodos (cuatro semanas de biosolarización) a los efectos de la microbiota antagonista, que podría estar relacionada con los efectos supresivos (Oka, 2010; Collange et al., 2011), explicaría que esta componente no tuviera una marcada incidencia en la reducción de las poblaciones de juveniles J2 en nuestros ensayos, siendo la toxicidad de los gases la componente principal.

El conjunto de los efectos (habilidad multiplicadora del nematodo, toxicidad de los gases de descomposición de la enmienda verde para los juveniles J2 posibles, efectos supresivos de las enmiendas) de las brásicas se tradujeron en menores daños en las raíces del siguiente cultivo de pimiento. La disminución de los daños (índice de agallas) en las raíces del pimiento, en relación al testigo no tratado, se mantuvo durante los seis primeros meses en 2013 (Ensayo 1) y 4 meses en 2014 (Ensayo 2). Las brásicas menos multiplicadoras (*R. sativus* 'Carwoodi', *R. sativus* 'Karakter' y *R. sativus* 'Boss') tuvieron el efecto más prolongado en el tiempo de cultivo. Al final del cultivo del pimiento no se encontraron diferencias entre los tratamientos y el testigo en los niveles de daños en las raíces, como encontraron Wang y McSorely (2008) en ensayos de pimiento en Florida o como encontraron Guerrero et al. (2013) para biosolarizaciones iniciadas en octubre utilizando pellets de *Brassica carinata* como enmienda.

La carga de daños soportada durante más tiempo por las plantas de pimiento del testigo explicaría la pérdida de cosecha en relación a los tratamientos de biosolarización con la brásicas.

En conclusión, se ha puesto de manifiesto que: i) la mayor parte de los cultivares de *R. sativus* se comportaron como pobres hospedadores ('Karakter' y 'Eexta') o como no hospedadores ('Carwoodi' y 'Boss') de *M. incognita*, mientras que los cultivares de *B. juncea* y *S. alba* son buenas multiplicadoras. Los cultivares de *R. sativus*, podrían ser utilizados en

rotaciones de cultivos, como plantas trampa o como cultivos para biosolarización en verde. ii) la biosolarización con las brásicas verdes redujo la población de juveniles J2 en el suelo, incluso para las especies multiplicadoras. iii) la acción conjunta de los efectos no multiplicadores de las brásicas y de la biosolarización redujo los daños en las raíces del siguiente cultivo de pimiento durante los primeros meses, lo que se tradujo en una mejora de la producción en relación al testigo. Estos resultados son relevantes para el manejo de los suelos y los sistemas de producción de pimiento. Serán precisos ensayos en diferentes condiciones y fechas de siembra de las brásicas para poder recomendar el uso de las brásicas como cultivo para biosolarización de invernaderos de pimiento, tanto en agricultura ecológica como en producción convencional.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2011-0005-C03-01 participado con fondos europeos FEDER. F. Sánchez ha disfrutado de una beca de formación de personal investigador del INIA, también participada con fondos FEDER

Bibliografía

- Antoniou PP, Tjamos EC, Giannakou JO (2014). Low-cost and effective approaches of soil disinfection of plastic house or open field crops in Greece. *Acta Horticulturae* 1044: 29-42.
- Barker KR (1985). Nematode extraction and bioassays. En: *An advanced treatise on Meloidogyne*, Vol. II. Methodology. (Eds. Barker KR, Carter CC y Sasser JN). Raleigh, NC, EE.UU, North Carolina State University Press, pp. 19-35.
- Blaya J, Lacasa CM, Lacasa A, Pascual JA (2015). Characterization of *Phytophthora nicotianae* isolates in south-east Spain and their detection

- and quantification through a real-time Taq-Man PCR. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95 (6): 1243-1251.
- Bending G, Lincoln SD (1999). Characterisation of volatile sulphur containing compounds produced during decomposition of *Brassica juncea* tissues in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 695-703.
- Bonanomi G, Antignani V, Pane C, Scala F (2007). Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *Journal of Plant Pathology* 89: 311-324.
- Bonanomi G, Antignani V, Capodilupo M, Scala F (2010). Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil Biology and Biochemistry* 42: 136-144.
- Bridge J, Page SLJ (1980). Estimation of root-knot infestation levels in roots using a rating chart. *Crop Pest Management* 26: 296-298.
- Butler DM, Kokalis-Burelle N, Muramoto J, Shennan C, McCollum TG, Roskopf EA (2012). Impact of anaerobic soil disinfestation combined with soil solarization on plant-parasitic nematodes and introduced inoculum of soilborne plant pathogens in raised-bed vegetable production. *Crop Protection* 39: 33-40.
- Collange B, Navarrete M, Peyre G, Mateille T, Tchamitchia M (2011). Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. *Crop Protection* 30: 1251-1262.
- Curto G, Dallavalle E, Lazzeri L (2005). Life cycle duration of *Meloidogyne incognita* and host status of Brassicaceae and Capparaceae selected for glucosinolate content. *Nematology* 7: 203-212.
- Curto G, Dallavalle E, Matteo R, Lazzeri L (2014). Biofumigant effect of defatted seed meals against the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. 5th International Symposium of Biofumigation. *Aspects of Applied Biology* 126: 55-56.
- Edwards S, Ploeg A (2014). Evaluation of 31 potential biofumigant Brassicaceous plants as hosts for three *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 46(3): 287-295.
- Gamliel A, Stapleton JJ (1993). Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. *Phytopathology* 83: 899-905.
- Gravsen K (2014). Use of biofumigation to control plant pathogen nematode and disease infections of carrot fields in Denmark. 5th International Symposium of Biofumigation. *Aspects of Applied Biology* 126: 57-66.
- Guerrero MM, Lacasa CM, Hernández A, Martínez V, Lacasa A (2013). Evaluation of repeated bio-disinfestation using *Brassica carinata* pellets to control *Meloidogyne incognita* in protected pepper crops. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11(2): 485-493.
- Guerrero MM, Guirao P, Martínez MC, Tello J, Lacasa A (2014a). Soil fatigue and its specificity towards pepper plants in greenhouses. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(3): 644-652.
- Guerrero MM, Lacasa CM, Hernández A, Martínez V, Martínez MC, Fernández P, Lacasa A (2014b). Biosolarization with Agroindustrial Byproduct for the Control of Soilborne Pathogens in Protected Pepper Crops in Southeast Spain. *Acta Horticulturae* 1044, 157-161.
- Hansen ZR, Keinath AP (2013). Increased pepper yields following incorporation of biofumigation cover crops and the effects on soilborne pathogen populations and pepper diseases. *Applied Soil Ecology* 63: 67-77.
- Kirkegaard JA, Sarwar M (1998). Biofumigation potential of brassicas I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. *Plant Soil* 201, 71-89.
- Kirkegaard JA (2014). From canola roots to curbing cancer- A fascinating journey into brassica's beneficial bioactives. 5th International Symposium of Biofumigation. *Aspects of Applied Biology* 126: 1-3.
- Kruger DHM, Fourie JC, Malan AP (2014). The role of cover crops with biofumigation potential for the suppression of plant-parasitic nematodes in vineyards. 5th International Symposium of Biofumigation. *Aspects of Applied Biology* 126: 17-18.
- Lacasa A, Guirao P (1997). Investigaciones actuales sobre alternativas al uso del bromuro de me-

- tilo en pimiento en invernaderos del campo de Cartagena. En: *Posibilidades de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento en invernadero* (Eds. López A, Mora JA). Jornadas 11, Publicaciones de la Consejería Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Región de Murcia (España), pp. 21-36.
- Larkin RP, Griffin TS (2006). Control of soilborne potato diseases using brassica green manures. *Crop Protection* 26: 1067-1107.
- Lazzeri L, Leoni O, Macini LM (2004). Biocidal plant dried pellets for biofumigation. *Crop Protection* 20: 59-65.
- Manici LM, Lazzeri L, Palmieri S (1997). In vitro fungitoxic activity of some glucosinolates and their enzyme-derived products toward plant pathogenic fungi. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45: 2768-2773.
- Manici LM, Lazzeri L, Baruzzi G, Leoni O, Galletti S, Palmieri S (2000). Suppressive activity of some glucosinolate enzyme degradation products on *Pythium irregulare* and *Rhizoctonia solani* in sterile soil. *Pest Management Sciences*. 56: 921-926.
- Martínez MA, Martínez MC, Bielza P, Tello J, Lacasa A (2011). Effect of biofumigation with manure amendments and repeated biosolarization on *Fusarium* density in pepper crops. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 38(10): 3-11.
- Martínez V, Ros C, Guerrero MM, Lacasa CM, Fernández P, Beltrán C, Cano A, Lacasa A (2010). Uso de brasicas verdes y pellets de *Brassica carinata* para la desinfección de suelos de pimiento. *Actas del Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, Lleida, 6 al 9 de octubre, 8 (4): 1-16.
- Matthiessen JN, Kirkegaard JA (2006). Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25: 235-265.
- Mazzola M, Granatstein DM, Elfving DC, Mullinix K (2001). Suppression of specific apple root pathogens by *Brassica napus* seed meal amendment regardless of glucosinolate content. *Phytopathology* 91: 673-679.
- Mazzola M, Brown J, Izzo AD, Cohen MF (2007). Mechanism of action and efficacy of seed meal-induced pathogen suppression differ in a Brassicaceae species and time-dependent manner. *Phytopathology* 97: 454-60.
- Mazzola M, Brown J, Zhao X, Izzo AD, Fazio G (2009). Interaction of brassicaceous seed meal and apple rootstock on recovery of *Pythium* spp. and *Pratylenchus penetrans* from roots grown in replant soils. *Plant Disease* 93: 51-57.
- McLeod RW, Kirkegaard JA, Steel CC (2001). Invasion, development, growth and egg-laying by *Meloidogyne javanica* in Brassicaceae crops. *Nematology* 3: 463-472.
- Melakeberhan H, Xu A, Kravchenko A, Mennan S, Riga E (2006). Potential use of arugula (*Eruca sativa*) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. *Nematology* 2006: 793-799.
- Messiha N, Van Diepeningen A, Wenneker M, Van Beuningen A, Janse J, Coenen T, Termorshuizen A, Van Bruggen A, Blok W (2007). Biological soil disinfestation (BSD), a new control method for potato brown rot, caused by *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. *European Journal of Plant Pathology* 117: 403-415.
- Morra MJ, Kirkegaard JA (2002). Isothiocyanate release from soil-incorporated *Brassica* tissues. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1683-1690.
- Mosso F, Scovazzi I, Scovazzi M, Rovaldo D, Patalano G (2014). Experiences, case studies and results about biofumigation application in the Po Valley (Italy). 5th International Symposium of Biofumigation. *Aspects of Applied Biology* 126: 27-32.
- Noling JW, Gilreath JP (2002). Weed and nematode management: simultaneous considerations. En: Gobenauf, G.L. (Ed.), *Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions* Orlando, FL (EE.UU.). Paper 14, 1-3.
- Núñez-Zofío M, Larregla S, Garbisu C, Guerrero MM, Lacasa CM, Lacasa A (2013). Application of sugar beet vinasse followed by solarization reduces the incidence of *Meloidogyne incognita* in pepper crops while improving soil quality. *Phytoparasitica* 41: 181-191.

- Oka Y (2010). Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments: a review. *Applied Soil Ecology* 44: 101-115.
- Pikerton JN, Ivors KL, Miller ML, Moor LW (2000). Effect of soil solarisation and cover crops on population of selected soil borne plant pathogens in Western Oregon. *Plant Diseases* 84: 952-960.
- Ploeg AT, Stapleton JJ (2001). Glasshouse studies on the effects of time, temperature and amendment of soil with broccoli plant residues on the infestation of melon plants by *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Nematology* 3: 855-861.
- Reglamento de la Unión Europea nº 1107/2009 sobre Plant Protection Products.
- Ros M, García C, Hernández MT, Lacasa A, Fernández P, Pascual JA (2008). Effects of biosolarization as methyl bromide alternative for *Meloidogyne incognita* control on quality of soil under pepper. *Biology and Fertility of Soils* 45: 37-44.
- Ros C, Robertson L, Martínez MC, Lacasa A (2014). Development of virulence to *Meloidogyne incognita* on resistant pepper rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(1): 225-232.
- Rudolph RE, Sams C, Steiner R, Thomas SH, Walker S, Uchanski ME (2015). Biofumigation performance of four Brassica crops in a green chile pepper (*Capsicum annuum*) rotation system in southern New Mexico. *Hortscience* 50(2): 247-253.
- Smolinska U, Morra MJ, Kundsén, James L (2003). Isothiocyanates produced by brassicaceae species as inhibitors for *Fusarium oxysporum*. *Plant Diseases* 87: 407-412.
- Stirling GR, Stirling AM (2003). The potential of Brassica green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural crops in a subtropical environmental. *Australian Journal Experimental Agriculture* 43: 623-630.
- Tello J, Lacasa A (1997). Problemática fitosanitaria del suelo en cultivos de pimiento en el Campo de Cartagena. En: *Posibilidades de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento en invernadero* (Eds. López A, Mora JA). Jornadas 11, Publicaciones de la Consejería Medio Ambiente, Agricultura y Agua, Región de Murcia: 11-17.
- Wang KH, McSorley R (2008). Exposure time to lethal temperatures for *Meloidogyne incognita* suppression and its implication for soil solarisation. *Journal of Nematology* 40(1): 7-12.
- Wang D, Rosen C, Kinkel L, Cao A, Tharayil N, Geric J (2009). Production of methyl sulfide and dimethyl disulfide from soil-incorporated plant materials and implications for controlling soil-borne pathogens. *Plant Soil* 324: 185-197.
- Zasada IA, Meyer SLF, Morra MJ (2009). Brassicaceous seed meals as soil amendments to suppress the plant-parasitic nematodes *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 41(3): 221-227.

(Aceptado para publicación el 23 de noviembre de 2015)

Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso

J. López-Marín^{1,*}, A. Galvez¹, I. Porras² y J.M. Brotons-Martínez³

¹ Departamento de Hortofruticultura, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, Calle Mayor s/n. 30150, La Alberca, Murcia

² Departamento de Citricultura y Calidad Alimentaria, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, Calle Mayor s/n. 30150, La Alberca, Murcia

³ Departamento de Estudios Económicos y Financieros. Universidad Miguel Hernández, Avda. de la Universidad, s/n, 03292, Elche, Alicante

Resumen

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero tiene una gran importancia en la Región de Murcia, con más de 1.700 hectáreas. El uso de injerto podría ser una manera eficaz de controlar las enfermedades transmitidas por el suelo, tales como *Phytophthora* spp. y *Meloidogyne incognita*, muy comunes en esta área. El objetivo de este trabajo fue estudiar la viabilidad económica y rentabilidad del cultivo de pimiento empleando la técnica del injerto. Para ello se utilizaron 3 portainjertos (Atlante, Creonte y Terrano) injertados con la variedad de pimiento 'Herminio' y se compararon con plantas de la variedad 'Herminio' no injertadas plantadas en suelo biodesinfectado con 4,5 kg/m² de estiércol de oveja y gallina (2:1, w/w) y suelo sin desinfectar. Se controló la producción y se valoró económicamente en función de los precios medios del observatorio de precios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente desde el 2004 al 2014. Los rendimientos en producción se analizaron mediante un análisis de sensibilidad con el método Monte Carlo. Los resultados obtenidos muestran que las plantas injertadas tienen una mayor producción, lo que permite obtener rendimientos positivos pero con costos superiores, cosa que no sucede en las variedades sin injertar (próximos a cero si se biodesinfectó el suelo y negativos si no se biodesinfectó). El análisis de sensibilidad permite concluir que los rendimientos obtenidos son positivos en más del 95% de las ocasiones en las variedades injertadas, mientras que en las sin injertar pero con el suelo tratado este no supera el 10% y en las plantas sin injertar y sin tratar sólo el 1% de las ocasiones el rendimiento es positivo. Se concluye que el portainjerto no solo aporta mejora sanitaria frente a nematodos, sino que aumenta la producción del cultivo y por lo tanto la rentabilidad obtenida.

Palabras clave: VaR, Monte Carlo, rendimiento, portainjertos, producción.

Abstract

Pepper grafting (*Capsicum annuum*): Benefits and profitability

Greenhouse-grown sweet pepper is an important crop in the Region of Murcia with more of 1,700 ha. The use of grafting could be an effective tool to control soil-borne diseases such as *Phytophthora* spp. and *Meloidogyne incognita*, common in this area. The aim of this work was to study the economic viability and profitability of greenhouse-grown pepper using the grafting technique. Sweet pepper cultivar 'Herminio' F1 was grafted onto three commercial rootstocks: Atlante, Terrano and Creonte. Un-

* Autor para correspondencia: josefa.lopez38@carm.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.009>

grafted 'Herminio' plants were planted in biodisinfectado soil with 4.5 kg·m⁻² of fresh sheep manure and chicken manure (2:1, w/w), and non-biodisinfectado soil. The production was monitored and economically evaluated according to the average prices from Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) from 2004 to 2014. The results were analyzed by Monte Carlo methodology. Grafted plants increased marketable yields (even with higher production costs), and ungrafted plants resulted in almost zero profits in disinfected soil and negative profits in non-disinfected soil. The sensitivity analysis with Monte Carlo method showed positive results in more than 95% in grafted varieties, while no more than 10% in ungrafted plants in disinfected soil, and only 1% in ungrafted plants in non-disinfected soil. In conclusion, the rootstock not only provided resistance against nematodes, but also increased crop production and therefore the profitability.

Key words: VaR, Monte Carlo, yield, rootstocks, yield.

Introducción

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero en la Región de Murcia, motivado por exigencias comerciales y fitopatológicas, presenta un ciclo de cultivo que se extiende desde finales de otoño hasta muy avanzado el verano (López-Marín et al., 2013a). La última fase del ciclo, la productiva, se lleva a cabo prácticamente en condiciones ambientales límites para tener un buen comportamiento de la planta, lo que redundará en un descenso del rendimiento y de su calidad (López-Marín et al., 2011). Estas condiciones adversas, están provocadas por la acción de una elevada radiación y del tipo de sistema de ventilación, deficientes en unos casos y en otros insuficientes, produciendo estrés a las plantas (López-Marín et al., 2007).

En cuanto a los problemas fitosanitarios que le afecta, *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita* son los principales patógenos del suelo en los invernaderos de pimiento del Campo de Cartagena (Región de Murcia), constituyendo un problema de endemismo en la zona (Ros et al., 2007).

El injerto sobre patrones vigorosos y resistentes a patógenos del suelo se ha ensayado como una forma de control de *Phytophthora* spp. y *Meloidogyne* sp. en los cultivos de pimiento (Ros et al., 2004 y 2007). Ensayos realizados con plantas injertadas, mostraron que

existe una buena correlación entre el vigor del patrón y la producción, así como frente a la fatiga de los suelos, en plantas injertadas no hubo una pérdida de producción por el uso reiterado del mismo cultivo (Lacasa et al., 2002).

El uso de portainjertos resistentes, en combinación con las prácticas del manejo integrado de plagas, permite reducir el uso de fitosanitarios para la desinfección de suelos en cultivos (González et al., 2008). El injerto es una técnica que permite inducir la resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo incrementando el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas. Es importante constatar el efecto que puede producir sobre el comportamiento en la variedad injertada, sobre todo a efectos de rendimiento, ideotipo de frutos e influencia sobre las propiedades cualitativas de éstos (López-Marín et al., 2009).

El uso de portainjertos posee otras propiedades de interés agronómico como son el aumento de la producción de la variedad y la mejora de la calidad de los frutos, la tolerancia a estreses abióticos, la precocidad, etc. (Fernández et al., 2006). También el aporte de vigor y rusticidad es importante para paliar los efectos de la fatiga del suelo durante los dos primeros años (Lacasa et al., 2002), ya que la reiteración del cultivo necesita de la desinfección del suelo (Ros et al., 2007). Injertar no está asociado con los inputs agroquí-

micos para los cultivos y es por lo tanto considerado como una operación ecológica de sustancial y sostenible relevancia para los sistemas de cultivo gestionados bajo producción integrada y orgánica (Rivard y Louws, 2008). Injertar es hoy en día considerado como una herramienta alternativa rápida, contra la relativa lenta metodología del cultivo que pretende incrementar la tolerancia a estreses medioambientales de frutas y hortalizas (Flores et al., 2010). En el cultivo de pimiento en la Región de Murcia se ha demostrado en trabajos anteriores que el injerto ha aumentado la productividad (López-Marín et al., 2013b). Junto a la biosolarización constituye una técnica interesante que están siendo estudiadas desde hace tiempo en la región de Murcia para paliar los problemas de infecciones de origen telúrico en los cultivos de la zona (Lacasa et al., 2002; Martínez et al., 2008).

Sin embargo, no se ha valorado hasta ahora la rentabilidad que supone la introducción de esta metodología en el cultivo de pimiento como alternativa a la biofumigación, así como el aumento que proporcionan ciertos patrones en la producción.

El objetivo del estudio consiste en estudiar la viabilidad económica y rentabilidad del cultivo de pimiento empleando la técnica del injerto en suelos con y sin biosolarización.

Material y métodos

El ensayo se realizó en la Finca Experimental de Torreblanca, situada en el Campo de Cartagena (Región de Murcia, España). Se desarrolló en un invernadero modular de 1.000 m² de superficie, cubierto con un filme de polietileno térmico de 200 µ de espesor y con un sistema de apertura de ventilación cenital. El ensayo en campo se llevó a cabo siguiendo las prácticas culturales de los productores de pimiento de esta zona, siendo la densidad de

plantación de 2,5 plantas/m². Se llevaron a cabo dos estudios durante los años 2011 y 2012.

La variedad de pimiento utilizada fue 'Herminio F1' (Syngenta Seeds), por sus buenas características y se injertó sobre tres variedades de portainjertos comerciales: 'Atlante' (Ramiro Arnedo), 'Creonte' (De RuitersSeeds) y ambos con gen Me7 de resistencia a *M. incognita* y resistentes a *P. capsici*, y 'Terrano' (Syngenta Seeds), con gen Me1 de resistencia a *M. incognita* y resistente a *P. capsici*.

Las combinaciones analizadas en el estudio han sido plantas de pimiento 'Herminio' sin injertar sin desinfectar (H), 'Herminio' sin injertar + desinfección (HD), 'Herminio' injertado sobre Creonte sin desinfectar (H-C), 'Herminio' injertado sobre Atlante sin desinfectar (H-A) y 'Herminio' injertado sobre Terrano sin desinfectar (H-T).

Se utilizaron 200 m² de invernadero para cada una de las combinaciones, con un total de 500 plantas por combinación.

Para producir las plantas injertadas, se sembraron independientemente el patrón (20 de septiembre) y la variedad (27 septiembre) y, realizándose una semana antes la del patrón para que se encontrase en el momento de injertar con el diámetro del tallo similar, pero con la parte radicular un poco más desarrollada. Las plantas se injertaron en bisel, mediante el denominado método japonés (Suzuki, 1972). Tras injertar las plantas, estas permanecieron en una cámara climática durante 15 días, con una temperatura de 25 °C, 95% de humedad relativa e iluminación fotoperiódica. Las fechas de trasplante fueron el 5/1/2011 y el 3/1/2012.

El tratamiento de desinfección en el suelo se hizo mediante biodesinfección el 20 de agosto. Para la biodesinfección se aplicó una mezcla de materia orgánica de 4,5 kg/m² de estiércol de oveja y gallina (2:1, w/w), se regó y se selló con un film plástico de polietileno tras-

parente de 50 μ (Solplast, Murcia, España), y este se mantuvo durante 90 días, siguiendo la metodología de Bello et al. (2004). La bio-desinfección se realizó en 200 m². Antes de la plantación en la zona del invernadero no desinfectada, se determinó la presencia de *Meloidogyne incognita*, según la metodología descrita por Flegg (1967). Para ello, se cogieron 5 muestras de suelo al azar a 15 cm de profundidad en 5 zonas distintas, 3 días antes de la fecha de plantación. En el laboratorio del IMIDA, Murcia se determinaron los nematodos, contando la población de nematodos juveniles en estadio 2 (J2). Obteniéndose una población J2 de 267,8 \pm 90,0 en 100 cm³ de suelo, en el primer año y de 281 \pm 75,3 en 100 cm³ de suelo, en el segundo año.

Los pimientos se recolectaron de color verde en su punto óptimo de recolección, siendo pesados y clasificados en comerciales y no comerciales (soleados, podredumbre de tejido, etc.), estos últimos fueron descartados ya que no producían ningún beneficio para el agricultor. Para los pimientos comerciales se siguió la clasificación europea en función de tamaño y peso, clasificándolos en calibres GG (tamaño más grande, 80-110 mm y 170-250 g), G (tamaño grande, 70-90 mm y 135-170 g) y M (tamaño mediano 60-80 mm y 95-135 g) (López-Marín et al., 2015). Se realizaron 6 recolecciones en cada uno de los años de estudio.

Se han tomado como referencia los precios del observatorio de precios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente disponibles (MAGRAMA, 2015), desde el 2004 al 2014, y se muestran en la Figura 1.

Para una correcta valoración de la producción, se ha recurrido a los precios facilitados por las alhóndigas de la zona disponibles, a fin de ver la relación estadística existente entre los precios de los diferentes calibres. De esta forma, se ha reconstruido una serie histórica de precios de los diferentes calibres. Estos precios medios se han obtenido a partir de los precios de las campañas del 2004 a 2014 y se

han calculado como el promedio de los precios de los tres calibres comerciales considerados GG, G y M.

Se calcularon en primer lugar los ingresos anuales de cada variedad multiplicando el precio medio de cada calibre por la producción. Esto se ha realizado para cada uno de los años y se ha obtenido el promedio. Estos cálculos se han repetido tomando como precios, el precio medio, sumando o restando una desviación típica a fin de obtener la desviación estándar del valor de la producción.

Los costos se han separado en variables y fijos, y los variables se han desglosado en materias primas, mano de obra y costos variables de maquinaria propia. Por su parte los costos fijos se han separado en maquinaria, seguridad social e impuestos y gastos administrativos. Para el cálculo de los costos se han agrupado las variedades en tres categorías, plantas sin injertar y con el suelo no tratado, plantas sin injertar pero con el suelo tratado y plantas injertadas.

Para la obtención del rendimiento anual se ha obtenido el valor anualizado de todos los costos, es decir la suma de los costos anuales más una parte de los costos de proyección plurianual, o el equivalente anualizado.

Para la valoración de la producción de las distintas combinaciones se ha utilizado el valor actualizado neto (VAN), el rendimiento neto anualizado (RNA), la relación beneficio/inversión, y el plazo de recuperación. Para ello se han tenido en cuenta los costos medios de producción estimados y los precios medios del Mercado para cada uno de los calibres. La información sobre costos medios se ha obtenido a partir de las encuestas realizadas a 15 agricultores de la zona, los cuales tenían una explotación media de 1,5 ha. Por su parte, los precios medios del mercado se han obtenido a partir de la información facilitada por las alhóndigas de la zona y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015).

Valor actual neto. Consiste en actualizar todos los flujos de caja netos generados por la inversión al momento actual. A efectos de ordenación de diferentes alternativas se tomará aquella que presente un mayor valor actual neto. Brealey y Myers (2001) indican que este es el método más adecuado para estimar el beneficio de un proyecto.

Rendimiento neto anualizado. Se obtiene a partir del VAN. Aunque se supone que los cobros son anuales y constantes, existen pagos que son plurianuales, como el montaje del invernadero (que se realiza en el momento inicial), los derivados del cambio del plástico (cada tres años), o la instalación del goteo (cada 8 años).

$$RNA = \frac{VAN \cdot i}{1 - (1 + i)^{-R}} \quad [1]$$

donde: i es la tasa de descuento aplicada, y R la vida útil del proyecto.

Relación beneficio-inversión neta (N/K). La relación entre beneficio e inversión indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida

$$\frac{N}{K} = \frac{\sum_{r=1}^R (C_j - T_j) \cdot (1 + i)^{-r}}{\sum_{r=0}^R K_r \cdot (1 + i)^{-r}} \quad [2]$$

donde: C_j representa los cobros de cada periodo, T_j los pagos anuales y K_r las inversiones realizadas en el año r , es decir los pagos por construcción del invernadero, el plástico, la instalación de goteo, etc.

El plazo de recuperación. Se define como el tiempo que tarda en recuperarse (amortizarse) la inversión realizada. Se calcula mediante un sistema iterativo, es decir, acumulándolos sucesivos flujos netos de caja hasta que la suma sea al menos igual a la inversión inicial.

Tasa de descuento. La tasa de descuento aplicable es el tipo de interés libre de riesgo

más β veces una prima de descuento, que es la diferencia entre el rendimiento del Mercado y la tasa libre de riesgo.

$$i = i_{\text{sin riesgo}} + \beta \left(E(R_m) - i_{\text{sin riesgo}} \right) \quad [3]$$

Sensibilidad del modelo. Aunque en algunos estudios se analiza el efecto sobre el resultado final del cambio en una sola variable, como por ejemplo el tipo de interés (Grafia-dellis y Mattas, 2000), la simulación de Monte Carlo permite analizar el efecto conjunto de la variación de diversas variables (Wagner, 1995). Los parámetros precios, la producción y el tipo de interés han sido considerados como variables que seguían una distribución normal cuando ha sido posible en función de los datos de los que se disponía. Así para la producción de cada calibre se han considerado una distribución uniforme entre la de cada uno de los dos años analizados; para los precios semanales de cada calibre se ha usado una distribución normal en función de los precios históricos y para la tasa de descuento se ha utilizado la distribución uniforme entre el mínimo y el máximo considerado. Para los cálculos se ha utilizado la hoja de cálculo Excel y se han realizado un total de 20.000 iteraciones.

Valor en riesgo (VaR). Sea X una variable aleatoria con función de distribución acumulada, y sea VaR un valor fijo de X tal que,

$$\alpha = \Pr(X \leq VaR) = F_X(VaR) \quad [4]$$

Entonces, usando la función inversa de la función de distribución acumulada, el VaR es igual a,

$$VaR = F_X^{-1}(\alpha) \quad [5]$$

El VaR podría definirse como el menor valor de una variable para un determinado nivel de confianza α , esto es, el valor para el cual el $\alpha\%$ de los posibles valores de dicha variable es menor que dicho valor, y el $(1-\alpha)\%$ es mayor.

Si X se distribuye normal con media μ_X y desviación típica σ_X , su valor estandarizado es igual a:

$$x = \frac{X - \mu_X}{\sigma_X} \quad [6]$$

El Value at Risk se puede obtener de forma paramétrica. Si denominamos VaR_α al valor de la distribución normal estándar que se corresponde con el α -cuantil de dicha distribución, VaR se puede obtener como,

$$VaR = |VaR_\alpha| \cdot \sigma_X \quad [7]$$

Nivel de confianza para $VPN = 0$. El nivel de confianza para que $VPN = 0$ se puede obtener como la probabilidad de que VPN sea menor o igual a cero.

$$VPN_\alpha = P(VPN \leq 0) \quad [8]$$

Análisis estadístico. El diseño experimental fue de bloques al azar. Cada combinación estudiada tenía tres replicas con 70 plantas. Se calcularon las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de $P \leq 0,05$ de acuerdo al test Tukey.

Resultados y discusión

Ingresos

En la Figura 1 se puede seguir la evolución anual de los precios medios del pimiento percibidos por los agricultores. En ella se puede observar que los precios crecen hasta la semana 14, principios de abril, luego hay un fuerte descenso de los mismos, pasando de valores cercanos a 1,2 €/kg a valores próximos a 0,4 €/kg, y se mantiene en dichos niveles hasta después del verano donde repuntan ligeramente hasta 0,6 €/kg. Jovicich et al. (2004), en México, afirman que el pimiento cultivado en invernadero, por su ca-

lidad y sanidad, puede alcanzar un precio hasta cinco veces mayor que el que se cultiva al aire libre, sobre todo si se comercializa hasta que el fruto toma el color característico de la variedad (rojo, naranja, amarillo, crema, chocolate, morado). Esta evolución de los precios es similar a la de otros cultivos como fresa (*Fragaria vesca*) (Martínez y León, 2004).

En dicha figura 1 se muestra además la desviación típica, que como se puede observar, es muy superior cuando los precios son elevados, mientras que esta decrece para precios bajos. Esto indica que cuando los precios son bajos, todos los años presentan valores similares, pero cuando son elevados, se alternan años de precios muy elevados con otros de precios menores. Este fenómeno es muy frecuente en los precios agrícolas, y a modo de ejemplo puede consultarse Fearon et al. (2014) para maíz (*Zea mays*), mijo (*Ranicum miliaceum*), sorgo (*Sorghum spp*), tomates (*Lycopersicum esculatum*), ajos (*Allium cepa*) y pimiento (*Capsicum annum*).

Por su parte, la producción de pimientos por calibres del año 2011 se muestra en la Tabla 1, desglosada en comercial y no comercial, y dentro de la comercial la producción por calibres de las distintas combinaciones consideradas: Atlante, Creonte y Terrano, y de variedad sin injertar pero tratando el suelo, y por último la variedad sin injertar y sin tratar el suelo. La producción para el año 2012 es similar y se muestra en la Tabla 2. Cabe resaltar que las más productivas son las injertadas y dentro de ellas Creonte ha sido la de mayor producción comercial, seguida de injerto Atlante, Terrano, 'Herminio' sin injertar y finalmente 'Herminio' sin injertar y sin tratar. El tratamiento sin injertar y sin tratar es el de menor producción ya que está afectado por nematodos (datos no presentados). En cuanto a injertados o no injertados, el patrón además de proporcionar resistencia a nematodos, aumenta la productividad. Por lo tanto, el injerto puede ser una estrategia de adaptación en

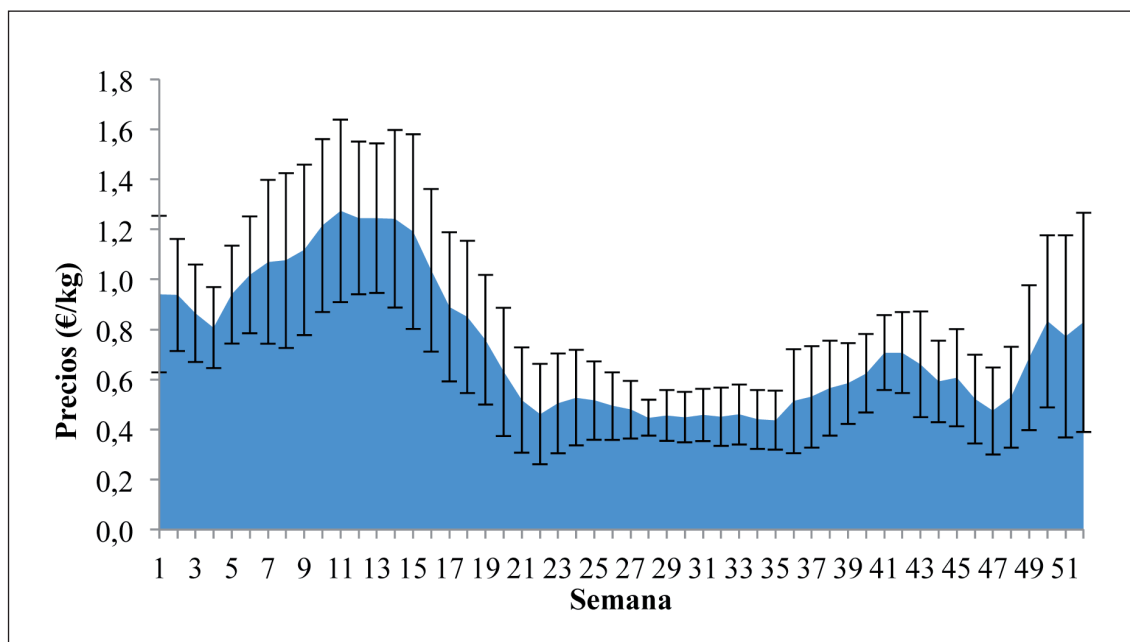


Figura 1. Precios medios semanales de los años 2004 a 2014.

Las barras verticales indican la desviación estándar.

Elaboración propia a partir de datos de MAGRAMA, 2015.

Figure 1. Average weekly prices for seasons 2004-2014.

sistemas agrícolas de producción orgánica o integrada que permite a las plantas inducir la resistencia o tolerancia a enfermedades transmitidas por patógenos del suelo (Ros *et al.*, 2004 y 2007) y estreses ambientales (King *et al.*, 2010; San Bautista *et al.*, 2011).

Con respecto a los calibres obtenidos no sigue la misma tendencia entre injertos, Atlante es el que más calibre GG tiene, seguido de Creonte, Terrano. En el calibre G es Terrano el que obtiene mayor producción, y en el calibre M es Creonte. La clasificación por calibres y producción obtenidos es importante, ya que en función de los precios en el mercado de uno u otro calibre pueden hacer más o menos rentable un tipo de variedad u otro. En este estudio vemos que Creonte aunque es el más productivo, su producción está más agru-

pada entre los calibres G y M, por lo que en el análisis posterior de rentabilidad se podrá determinar cuál de las combinaciones es la más rentable, y cuál de los portainjertos empleados aporta mayor rentabilidad al cultivo.

En el año 2012, el patrón que aporta mayor producción es Creonte, seguida de Terrano y Atlante. Este año a diferencia de 2011 Terrano ha sido más productivo que Atlante. Con respecto a las plantas no injertadas, la producción sigue siendo menor en las plantadas en suelo no desinfectado. En el año 2012 las producciones de las plantas no injertadas son menores a las de 2011 tanto en las no injertadas tratadas, como en las no injertadas sin desinfectar. Siendo las más productivas las injertadas, ya que presentan una mayor vigorosidad, y es conocido que las plantas in-

Tabla 1. Producción semanal de pimiento en invernadero en el año 2011 (kg/m²)
 Table 1. Changes in weekly production of greenhouse-grown sweet pepper in 2011 (kg/m²)

	GG	G	M	Producción comercial	Producción no comercial	Total
H-Atlante	5,98 ± 1,87	4,12 ± 0,94	2,41 ± 0,45	12,51 ± 0,49	2,7 ± 1,16	15,21 ± 1,64
04/05	3,65 ± 1,44	1,08 ± 0,81	0,17 ± 0,03	4,91 ± 0,65	0,61 ± 0,2	5,52 ± 0,85
24/05	0,58 ± 0,23	0,48 ± 0,45	0,03 ± 0,03	1,09 ± 0,71	0,3 ± 0,1	1,4 ± 0,61
14/06	1,55 ± 0,9	1,64 ± 1	0,16 ± 0,03	3,34 ± 1,94	0,32 ± 0,22	3,66 ± 2,16
05/07	0,19 ± 0,24	0,43 ± 0,72	0,28 ± 0,37	0,9 ± 1,32	0,32 ± 0,15	1,22 ± 1,18
02/08	0 ± 0	0,48 ± 0,1	1,11 ± 0,1	1,59 ± 0,2	0,45 ± 0,08	2,04 ± 0,28
16/08	0 ± 0	0 ± 0,06	0,68 ± 0,21	0,68 ± 0,27	0,7 ± 0,41	1,38 ± 0,14
H-Creonte	4,85 ± 0,99	4,45 ± 1,37	4,63 ± 0,91	13,93 ± 0,52	3 ± 1,48	16,93 ± 2
04/05	2,65 ± 0,44	1,27 ± 1,2	0,61 ± 0,39	4,53 ± 0,36	0,49 ± 0,03	5,02 ± 0,33
24/05	0,87 ± 0,12	0,65 ± 0,59	0,39 ± 0,26	1,91 ± 0,45	0,16 ± 0,05	2,06 ± 0,51
14/06	1,23 ± 0,82	1,45 ± 0,92	1,09 ± 0,8	3,77 ± 2,54	0,47 ± 0,33	4,25 ± 2,87
05/07	0,06 ± 0,14	0,52 ± 0,42	0,81 ± 0,07	1,39 ± 0,48	0,31 ± 0,08	1,7 ± 0,4
02/08	0,04 ± 0,01	0,56 ± 0,04	0,92 ± 0,53	1,52 ± 0,48	1,04 ± 0,73	2,55 ± 0,25
16/08	0 ± 0,02	0 ± 0,13	0,81 ± 0,09	0,81 ± 0,24	0,54 ± 0,36	1,35 ± 0,12
H-Terrano	3,75 ± 0,4	4,53 ± 0,24	2,92 ± 0,55	11,19 ± 1,19	3,09 ± 0,53	14,28 ± 0,65
04/05	1,88 ± 0,43	1,09 ± 0,15	0,39 ± 0,1	3,36 ± 0,48	0,26 ± 0,52	3,62 ± 1
24/05	0,53 ± 0,52	0,53 ± 0,08	0,12 ± 0,01	1,18 ± 0,62	0,21 ± 0,2	1,39 ± 0,81
14/06	1,14 ± 0,83	2,14 ± 1,31	0,6 ± 0,42	3,89 ± 2,56	0,22 ± 0,1	4,11 ± 2,66
05/07	0,16 ± 0,19	0,34 ± 0,81	0,33 ± 0,3	0,83 ± 1,3	0,19 ± 0,02	1,02 ± 1,27
02/08	0,04 ± 0,08	0,36 ± 0,32	0,94 ± 0,02	1,34 ± 0,42	1,67 ± 0,94	3 ± 0,52
16/08	0 ± 0	0,06 ± 0,19	0,54 ± 0,74	0,6 ± 0,93	0,54 ± 0,18	1,14 ± 0,75
Sin injertar	3,95 ± 0,92	3,05 ± 0,46	3,43 ± 0,22	10,43 ± 0,69	1,33 ± 0,18	11,76 ± 0,86
04/05	1,77 ± 0,52	0,68 ± 0,18	0,23 ± 0,09	2,67 ± 0,25	0,08 ± 0,19	2,75 ± 0,06
24/05	0,61 ± 0,05	0,43 ± 0,02	0,2 ± 0,02	1,25 ± 0,06	0,27 ± 0,08	1,52 ± 0,14
14/06	1,49 ± 0,79	1,27 ± 0,44	0,65 ± 0,48	3,41 ± 1,71	0,21 ± 0,05	3,62 ± 1,76
05/07	0,08 ± 0,42	0,35 ± 0,48	0,77 ± 0,34	1,2 ± 0,56	0,16 ± 0,03	1,36 ± 0,54
02/08	0 ± 0,02	0,29 ± 0,13	1 ± 0,11	1,29 ± 0,26	0,58 ± 0,28	1,87 ± 0,03
16/08	0 ± 0	0,03 ± 0,08	0,58 ± 0,43	0,61 ± 0,51	0,04 ± 0,07	0,65 ± 0,58
Sin injertar ni tratar	3,16 ± 0,74	2,44 ± 0,37	2,75 ± 0,18	8,34 ± 0,55	1,06 ± 0,14	9,41 ± 0,69
04/05	1,41 ± 0,42	0,54 ± 0,15	0,18 ± 0,07	2,14 ± 0,2	0,06 ± 0,15	2,2 ± 0,05
24/05	0,49 ± 0,04	0,35 ± 0,02	0,16 ± 0,02	1 ± 0,05	0,21 ± 0,06	1,21 ± 0,11
14/06	1,19 ± 0,63	1,02 ± 0,35	0,52 ± 0,38	2,73 ± 1,37	0,16 ± 0,04	2,89 ± 1,4
05/07	0,07 ± 0,34	0,28 ± 0,38	0,62 ± 0,27	0,96 ± 0,45	0,13 ± 0,02	1,09 ± 0,43
02/08	0,00 ± 0,02	0,23 ± 0,1	0,8 ± 0,08	1,03 ± 0,21	0,47 ± 0,23	1,5 ± 0,02
16/08	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,07	0,47 ± 0,34	0,49 ± 0,41	0,03 ± 0,06	0,52 ± 0,47

Nota: media ± desviación estándar; GG: más grande; G: Grande, y M: mediano.

Tabla 2. Producción semanal de pimiento en invernadero en el año 2012 (kg/m²)
 Table 2. Changes in weekly production of greenhouse-grown sweet pepper in 2012 (kg/m²)

	GG	G	M	Producción comercial	Producción no comercial	Total
H-Atlante	3,51 ± 0,89	5,36 ± 0,45	3 ± 0,21	11,87 ± 0,23	1,18 ± 0,55	13,05 ± 0,78
03/05/2012	1,76 ± 0,68	2,16 ± 0,39	0,14 ± 0,01	4,05 ± 0,31	0,34 ± 0,09	4,4 ± 0,4
21/05/2012	0,88 ± 0,11	1,08 ± 0,21	0,07 ± 0,02	2,03 ± 0,34	0,17 ± 0,05	2,2 ± 0,29
06/06/2012	0,36 ± 0,43	0,32 ± 0,48	0,11 ± 0,02	0,79 ± 0,92	0,03 ± 0,1	0,82 ± 1,02
27/06/2012	0,51 ± 0,11	1,38 ± 0,34	0,76 ± 0,17	2,65 ± 0,63	0,12 ± 0,07	2,77 ± 0,56
18/07/2012	0 ± 0	0,35 ± 0,05	0,97 ± 0,05	1,32 ± 0,1	0,35 ± 0,04	1,67 ± 0,13
06/08/2012	0 ± 0	0,08 ± 0,03	0,96 ± 0,1	1,03 ± 0,13	0,16 ± 0,2	1,19 ± 0,07
H-Creonte	3,55 ± 0,47	6,26 ± 0,65	3,43 ± 0,43	13,24 ± 0,25	1,05 ± 0,7	14,3 ± 0,95
03/05/2012	2,07 ± 0,21	2,85 ± 0,57	0,09 ± 0,19	5,01 ± 0,17	0,44 ± 0,02	5,45 ± 0,16
21/05/2012	1,03 ± 0,06	1,43 ± 0,28	0,05 ± 0,12	2,51 ± 0,22	0,22 ± 0,02	2,73 ± 0,24
06/06/2012	0,16 ± 0,39	0,23 ± 0,44	0,04 ± 0,38	0,43 ± 1,2	0,03 ± 0,16	0,46 ± 1,36
27/06/2012	0,24 ± 0,06	1,07 ± 0,2	0,71 ± 0,03	2,02 ± 0,23	0,21 ± 0,04	2,23 ± 0,19
18/07/2012	0,03 ± 0	0,5 ± 0,02	1,61 ± 0,25	2,15 ± 0,23	0,08 ± 0,34	2,23 ± 0,12
06/08/2012	0,03 ± 0,01	0,18 ± 0,06	0,93 ± 0,04	1,13 ± 0,12	0,06 ± 0,17	1,2 ± 0,05
H-Terrano	4,28 ± 0,19	4,84 ± 0,11	3,64 ± 0,26	12,76 ± 0,56	2,38 ± 0,25	15,14 ± 0,31
03/05/2012	2,44 ± 0,2	1,29 ± 0,07	0,26 ± 0,05	3,99 ± 0,23	0,94 ± 0,24	4,93 ± 0,47
21/05/2012	1,22 ± 0,25	0,64 ± 0,04	0,13 ± 0	1,99 ± 0,29	0,47 ± 0,09	2,47 ± 0,39
06/06/2012	0,05 ± 0,39	0,41 ± 0,62	0,05 ± 0,2	0,51 ± 1,21	0,09 ± 0,05	0,6 ± 1,26
27/06/2012	0,42 ± 0,09	1,41 ± 0,38	0,72 ± 0,14	2,54 ± 0,62	0,15 ± 0,01	2,7 ± 0,6
18/07/2012	0,15 ± 0,04	0,78 ± 0,15	0,97 ± 0,01	1,89 ± 0,2	0,43 ± 0,45	2,31 ± 0,25
06/08/2012	0 ± 0	0,31 ± 0,09	1,52 ± 0,35	1,83 ± 0,44	0,3 ± 0,09	2,13 ± 0,36
Sin injertar	2,74 ± 0,44	3,65 ± 0,22	3,14 ± 0,1	9,53 ± 0,33	1,09 ± 0,08	10,62 ± 0,41
03/05/2012	1,08 ± 0,25	0,92 ± 0,09	0,34 ± 0,04	2,34 ± 0,12	0,32 ± 0,09	2,67 ± 0,03
21/05/2012	0,54 ± 0,03	0,46 ± 0,01	0,17 ± 0,01	1,17 ± 0,03	0,16 ± 0,04	1,33 ± 0,07
06/06/2012	0,44 ± 0,38	0,7 ± 0,21	0,02 ± 0,23	1,16 ± 0,81	0,14 ± 0,02	1,3 ± 0,83
27/06/2012	0,64 ± 0,2	0,98 ± 0,23	0,33 ± 0,16	1,94 ± 0,27	0,13 ± 0,01	2,07 ± 0,25
18/07/2012	0,03 ± 0,01	0,46 ± 0,06	1,14 ± 0,05	1,62 ± 0,12	0,21 ± 0,13	1,84 ± 0,01
06/08/2012	0 ± 0	0,14 ± 0,04	1,15 ± 0,2	1,29 ± 0,24	0,13 ± 0,03	1,41 ± 0,28
Sin injertar ni tratar	2,19 ± 0,35	2,92 ± 0,17	2,51 ± 0,08	7,62 ± 0,26	0,87 ± 0,07	8,5 ± 0,33
03/05/2012	0,87 ± 0,2	0,74 ± 0,07	0,27 ± 0,03	1,88 ± 0,09	0,26 ± 0,07	2,13 ± 0,02
21/05/2012	0,43 ± 0,02	0,37 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,94 ± 0,02	0,13 ± 0,03	1,07 ± 0,05
06/06/2012	0,36 ± 0,3	0,56 ± 0,17	0,01 ± 0,18	0,93 ± 0,65	0,12 ± 0,02	1,04 ± 0,67
27/06/2012	0,51 ± 0,16	0,78 ± 0,18	0,26 ± 0,13	1,55 ± 0,21	0,1 ± 0,01	1,65 ± 0,2
18/07/2012	0,03 ± 0,01	0,37 ± 0,05	0,91 ± 0,04	1,3 ± 0,1	0,17 ± 0,11	1,47 ± 0,01
06/08/2012	0 ± 0	0,11 ± 0,03	0,92 ± 0,16	1,03 ± 0,19	0,1 ± 0,03	1,13 ± 0,22

Nota: media ± desviación estándar; GG: más grande; G: Grande y M: mediano. H: Herminio.

jertadas al tener mayor vigorosidad, son capaces de adaptarse mejor a las condiciones de estrés (López-Marín et al., 2013b; King et al., 2010; San Bautista et al., 2011). En cuanto a la producción obtenida en cada uno de los calibres, de calibre GG se obtuvo mayor producción de Terrano, seguida de Creonte y Atlante, la producción de este calibre obtenida en no injertadas fue menor. En cuanto al calibre G las producciones mayores fueron en Creonte. Esta variabilidad de producción en los calibres entre los distintos patrones en los distintos años de estudio, se debe en gran parte a las condiciones ambientales, en donde cada patrón se adapta mejor, y tiene una respuesta fisiológica distinta. Por lo tanto, no podemos afirmar que un patrón u otro de los estudiados en estos dos años van a ser mejor o peor en función de dichos calibres.

En cuanto a las producciones medias (Tabla 3) se puede observar como la producción total es significativamente mayor en las variedades injertadas que sobre las no injertadas y dentro de estas últimas, el terreno tratado proporciona mayores resultados que el sin tratar.

Para analizar diferencias entre las variedades injertadas hay que estudiar la producción comercial, donde se aprecia como el Creonte es

significativamente mayor que el Atlante y el Terrano, seguidos del sin injertar y sin tratar.

En análisis de los calibres permite concluir que en el mayor, GG, no se aprecian grandes diferencias, salvo que Atlante es superior al resto y sin tratar algo inferior. El calibre G muestra que los injertados son significativamente mayores que los no injertados, y por último el calibre M no guarda ninguna relación destacable, ya que el Atlante presenta valores similares al sin tratar.

En la Figura 2 muestra la evolución del valor de la producción de los años 2011 y 2012 a los precios medios semanales de cada uno de los calibres considerados (GG, G, M). Como puede apreciarse, las variedades injertadas son las que presentan valores superiores a los largo de todo el periodo de recolección y es la variedad sin injertar ni tratar la que presenta valores muy inferiores. Esto lleva a considerar que la mejor alternativa es injertar, aunque habrá que tener presente los costos que suponen los injertos a fin de tomar la decisión correcta sobre la mejor variedad para cultivar.

En la Figura 2, se puede observar como los patrones Creonte y Atlante son los más productivos en ambos años, y que Terrano tiene menor rentabilidad, pero en el segundo año

Tabla 3. Resumen de producción para las distintas combinaciones empleadas (kg/m²)
Table 3. Summary of production for different combinations analyzed (kg/m²)

	Total	GG	G	M	Producción comercial	Producción no comercial
H-Atlante	14,13 ^a	4,75 ^a	4,74 ^a	2,71 ^b	12,19 ^b	1,94 ^{a,b}
H-Creonte	15,61 ^a	4,2 ^{a,b}	5,35 ^a	4,03 ^a	13,59 ^a	2,03 ^{a,b}
H-Terrano	14,71 ^a	4,01 ^{a,b}	4,68 ^a	3,28 ^{a,b}	11,98 ^b	2,73 ^a
Sin injertar	11,19 ^b	3,34 ^{a,b}	3,35 ^b	3,29 ^{a,b}	9,98 ^c	1,21 ^b
Sin injertar ni tratar	8,95 ^c	2,68 ^b	2,68 ^b	2,63 ^b	7,98 ^d	0,97 ^b

Nota: GG: más grande; G: Grande y M: mediano. H: Herminio.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey, P < 0,05).

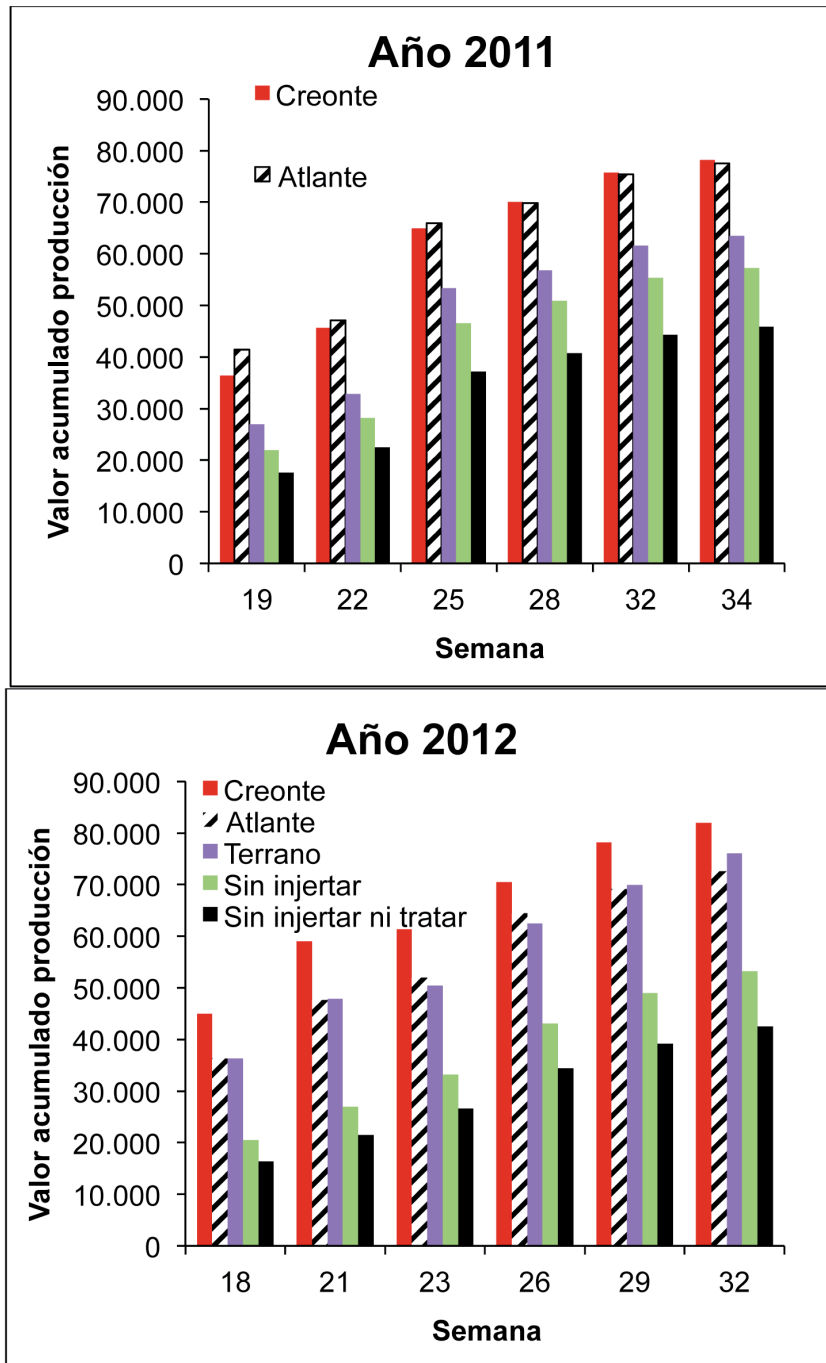


Figura 2. Valor acumulado de la producción (€/ha). Años 2011 y 2012.
 Figure 2. Cumulative value of production (€/ha). Seasons 2011 and 2012.

la franja de precios es más amplia, debido a que la producción es mayor que en 2011. Las plantas sin injertar, siguen teniendo menor rentabilidad, y las sin injertar sin desinfectar el suelo las que menos ingresos tienen de todas las combinaciones estudiadas, siendo la rentabilidad menor en el segundo año, ya que se ha obtenido menor producción. Unos portainjertos son más productivos que otros, ya que aportan mayor vigorosidad a la planta, y ello se ha observado en diferentes trabajos sobre injerto en pimiento (López-Marín et al., 2013b), tomate (Lee, 2003), sandía (López-Galarza et al., 2004), así como en otras especies (Lee, 1994).

Costos

Para los costos se han considerado de una parte los de instalación de invernadero: estructura, entutorado, policarbonato y montaje (Tabla 4) que ascienden a 103.859,19 €/ha y para los que se ha considerado una vida útil de 30 años. Por otra parte, se ha considerado una vida útil de 10 años para el riego por goteo, y de 3 para la cubierta de plástico y el encalado, pero debido a que en ocasiones las fuertes lluvias pueden mermar el recubrimiento del invernadero, se ha considerado que en promedio, cada tres años hay que realizar un encalado adicional.

Tabla 4. Gastos durante el cultivo, con periodo de amortización superior al año (€/ha)
Table 4. Pluriannual costs during cultivation, with the amortization period exceeding a year (€/ha)

Instalación invernadero	103.895,19 €
Estructura	76.959,4 €
Entutorado	1.963,25 €
Policarbonato	1.413,54 €
Montaje	23.559 €
Riego por goteo. Instalación riego (Manga portagotero integrado autocompensante)	4.600,00 €
Plástico cubierta (térmico 36 meses 800 gg) 2,500 Kg x 3 €/kg	7.500,00 €
Sombreado (Blanqueo)	
Anual	260,00 €
Adicional cada tres años	260,00 €

Por su parte, los costos anuales para las distintas combinaciones se muestran en la Tabla 5. Los portainjertos Creonte, Atlante y Terrano presentan los mismos costos y las plantaciones tratadas sin injertar presentan como coste adicional el tratamiento del suelo. Por su parte las plantaciones injertadas no presentan este coste, pero tienen que soportar el coste del portainjerto y el coste de la mano de obra de realización del injerto.

Rendimiento

La Figura 3 muestra el valor anualizado de la producción con indicación de los ingresos anuales y sus costos anualizados. De dicha figura se desprende, que el cultivo sin injertar y sin tratar prácticamente puede descartarse su producción ya que los costos anualizados no llegan a cubrir los ingresos medios, y muy pocos años llegaría a ser rentable. Para el cul-

Tabla 5. Resumen de costos anuales medios para las campañas
2011 y 2012 en €/ha durante el ciclo de cultivo (€/ha)
Table 5. Summary of the annual average costs for seasons
2011 and 2012 during pepper cultivation (€/ha)

	Sin tratar ni injertar	Sin injertar tratada	Injertada
1. COSTOS VARIABLES	37.376,35	41.871,35	45.801,35
1.1. Materias primas	14.631,35	19.126,35	15.556,35
Agua de riego, 8.200 m ³ x 0,21 €/m ³ = 1.722 €	1.722	1.722	1.722
Semilla (Herminio) 25.000 x 0,2 €/planta = 5.000 €	5.000	5.000	5.000
Semillero 25.000 x 0,037 €/planta = 925 €			925
Desinfección (Biofumigación) 4.495 €		4.495	
Plaguicidas 2.640 €	2.640	2.640	2.640
Insectos auxiliares 2.750 €	2.750	2.750	2.750
Estiércol 40.000 kg x 0,03€/kg = 1.200 €	1.200	1.200	1.200
Abonado 1.319,35 €	1.319	1.319	1.319
1.2. Mano de obra	21.045	21.045	28.545
Semilla (var Herminio) 0,2 €/planta	5.000	5.000	5.000
Semillero (variedad) 0,037 €/planta	925	925	925
Portainjerto 0,07 €/planta			1.750
Mano obra realización injerto 0,23 €/planta			5.750
Semillero Portainjerto 0,037 €/planta	925	925	925
Riegos 540 €	540	540	540
Aplicación fitosanitarios 246 h x 5 €/h = 1.230 €	1.230	1.230	1.230
Labores varias 1.330 €	1.330	1.330	1.330
Entutorar 2.120 €	2.120	2.120	2.120
Mantenimiento y reparaciones 1.200 €	1.200	1.200	1.200
Plantación 45 hh x 5 €/h = 225 €	225	225	225
Recolección 1.300 h x 5 €/h = 6.500 €	6.500	6.500	6.500
Seguridad social operarios 1.050 €	1.050	1.050	1.050
1.3. Costos variables de la maquinaria propia	1.700	1.700	1.700
2. COSTOS FIJOS 8.160 8.160 8.160			
2.1. Maquinaria	2.680,00	2.680,00	2.680,00
3.1. Seguridad social (propietario)	2.040,00	2.040,00	2.040,00
3.2. Impuestos y gastos administrativos	3.440,00	3.440,00	3.440,00
3. TOTAL COSTOS	45.536,35	50.031,35	53.961,35

tivo sin injertar y tratado, los ingresos medios cubren aproximadamente los costos de producción, pero habrá muchos años en los que se produzca con pérdidas. Con respecto a las variedades injertadas, los ingresos medios cubren en los tres casos los costos medios y generan beneficios. Sin embargo, dada la dispersión de precios existente, resulta necesario un análisis de la sensibilidad para ver en

qué porcentaje de los casos se generan beneficios y pérdidas. El mejor portainjerto es Creonte, seguido de Atlante y Terrano.

Resultados que también se obtienen con este mismo portainjerto, en donde Creonte obtiene un mejor rendimiento en estudios realizados bajo estrés abiótico por radiación (López-Marín et al., 2013b).

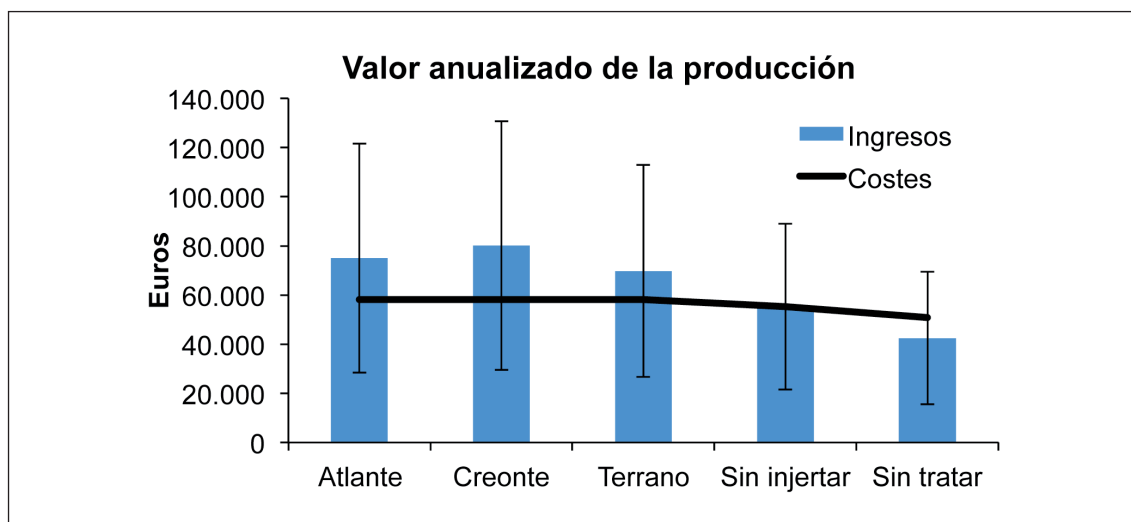


Figura 3. Valores anualizados de la producción y de los costes.

Las barras verticales indican la desviación estándar.

Figure 3. Annual production and costs.

Análisis de sensibilidad

La Figura 4 muestra los resultados de dicha estimación indicando la probabilidad de obtener cada uno de los valores. En cuanto al rendimiento anualizado, se observa que es Creonte el que presenta valores superiores, seguidos de Atlante y Terrano, y con gran diferencia se encuentran las variedades sin injertar y la variedad sin tratar. Así, para Creonte se indica la probabilidad de obtener cada uno de los rendimientos anualizados. Estos son positivos para la mayor parte de los

valores. Así por ejemplo, la probabilidad máxima se alcanza para valores en torno a 17.000 € (que coincide con los resultados de la Figura 3, donde los ingresos son 80.106 €, los costos 62.748 €, y el rendimiento neto es de 17.358 €). Los resultados del VAN son similares, siendo Creonte el que presenta valores superiores, pero para todas las variedades injertadas el VAN es positivo en la mayoría de los casos, en la no injertada está al 50% y en la sin tratar los resultados negativos en su mayoría. Con respecto al VAN/inversión, los resultados son muy similares al

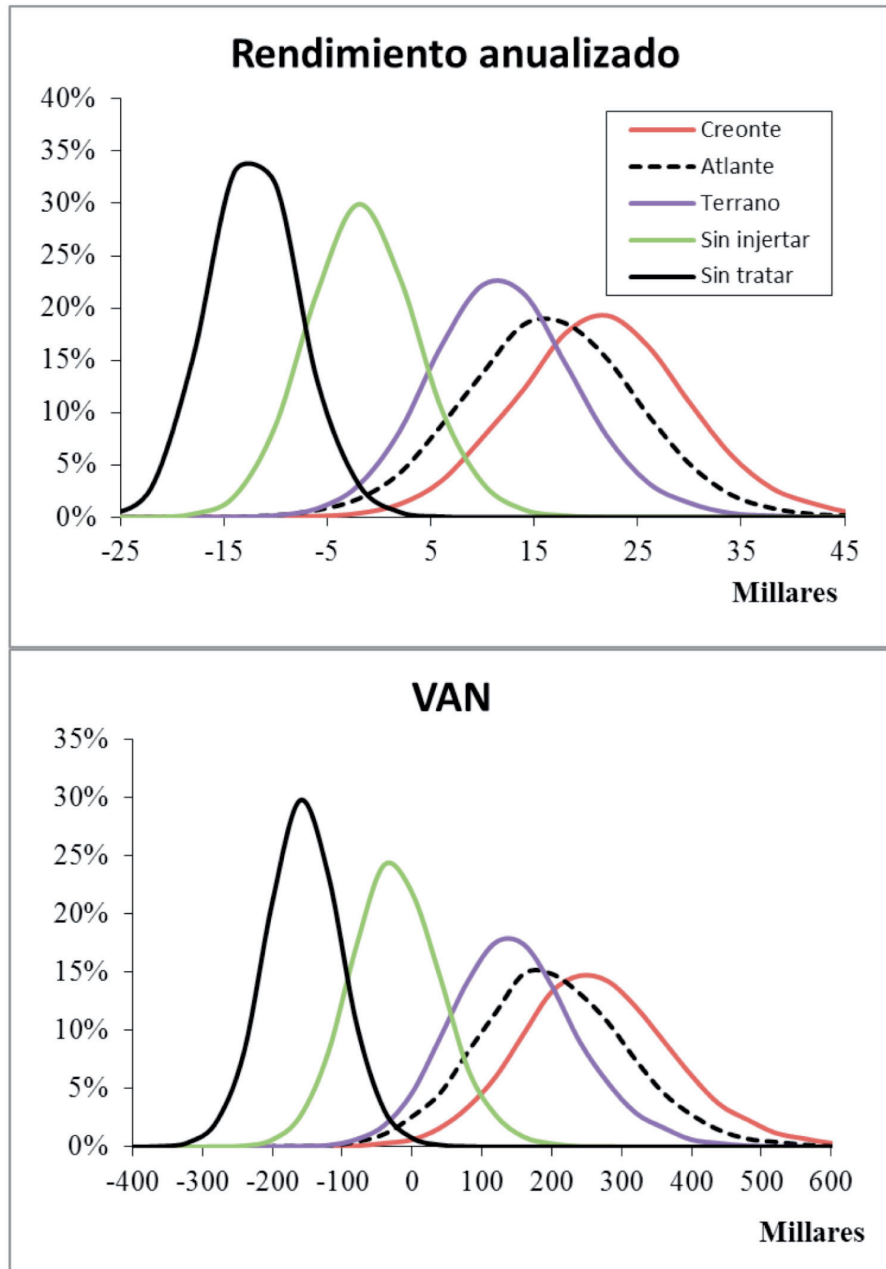


Figura 4. Rendimiento anualizado y VAN de la simulación de Monte Carlo para las variedades objeto de estudio.

VAN: Valor actualizado neto.

Figure 4. Net yield and VAN of Monte Carlo simulation for the analyzed varieties.

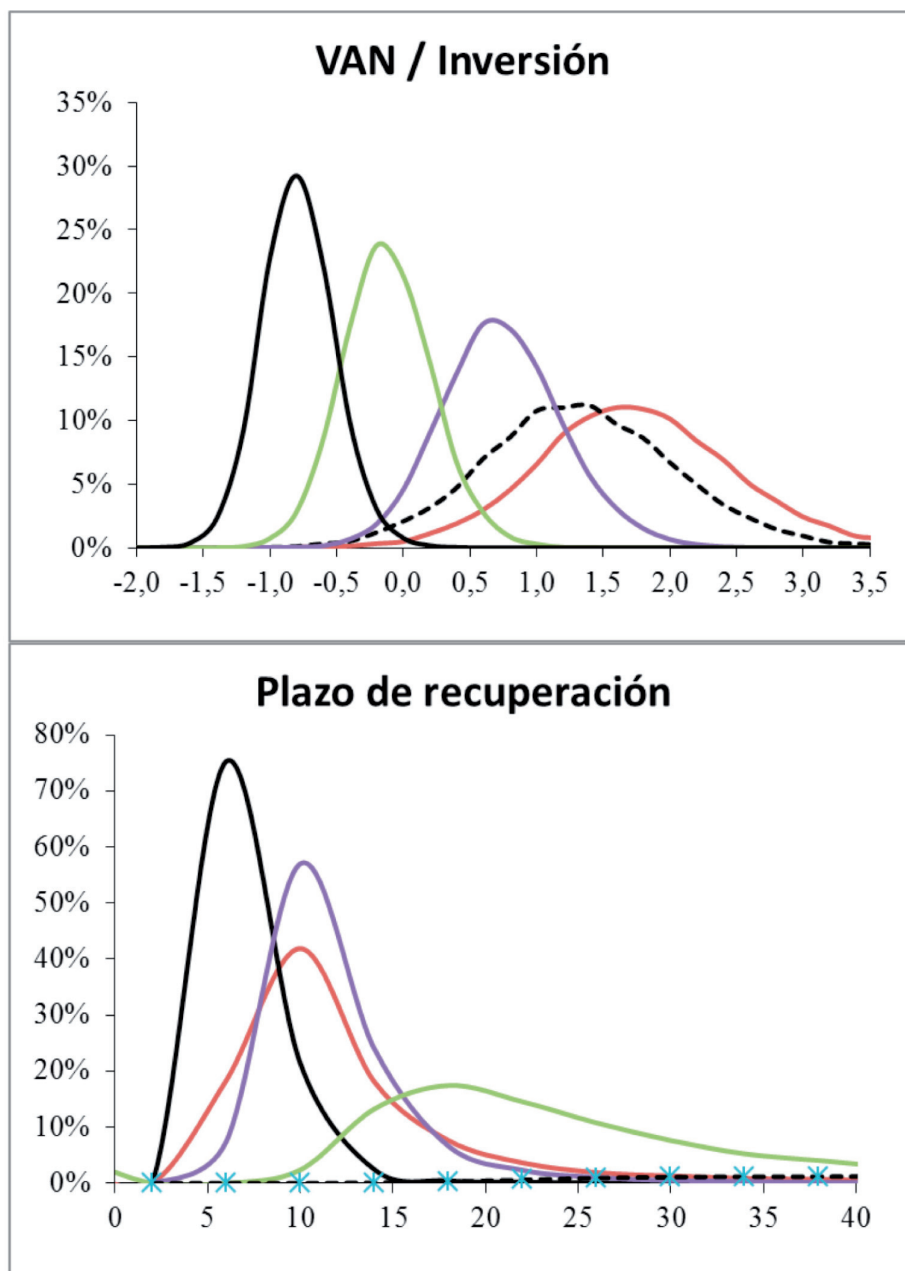


Figura 4. VAN / inversión y plazo de recuperación de la simulación de Monte Carlo para las variedades objeto de estudio.

VAN: Valor actualizado neto.

Figure 4. VAN / investment and payback of Monte Carlo simulation for the analyzed varieties.

caso anterior, pues la inversión es similar en todos los casos. Por último, el plazo de recuperación muestra unos resultados similares (hay que tener presente que si el rendimiento anualizado es negativo no existe plazo de recuperación). Así, para las variedades sin injertar, los plazos de recuperación cuando existen son muy elevados, pero en muchas ocasiones no existen por lo que las probabilidades obtenidas son muy bajas.

La figura 5 muestra la función de distribución acumulada, o lo que es lo mismo, las probabilidades de que el rendimiento anualizado supere a cada uno de los valores del eje x. Es decir, cada punto de la curva indica la probabilidad de que el rendimiento anualizado sea inferior al correspondiente valor del eje x. Dado que el primer objetivo es obtener un

VAN positivo, se puede observar como para la variedad sin tratar, la probabilidad de que el VAN sea positivo es nula ya que la probabilidad de que sea negativo es del 99,99%. Por su parte, la variedad sin injertar, pero con el suelo tratado, la probabilidad de que sea positivo aumenta al 25%, pero aún es muy baja. Esto significa que en el 75% de los casos, se obtendrán pérdidas. La probabilidad de que las variedades injertadas presenten un rendimiento anualizado positivo es superior al 90%, siendo Creonte la que presenta mayor probabilidad 99% seguida de Atlante 95% y Terrano con un 92%. Podríamos concluir diciendo que si los precios siguen comportándose con el mismo patrón que hasta ahora (fluctuando, pero sin cambiar su media ni desviación típica), y que las producciones siguen en línea con las obtenidas en los dos años y los

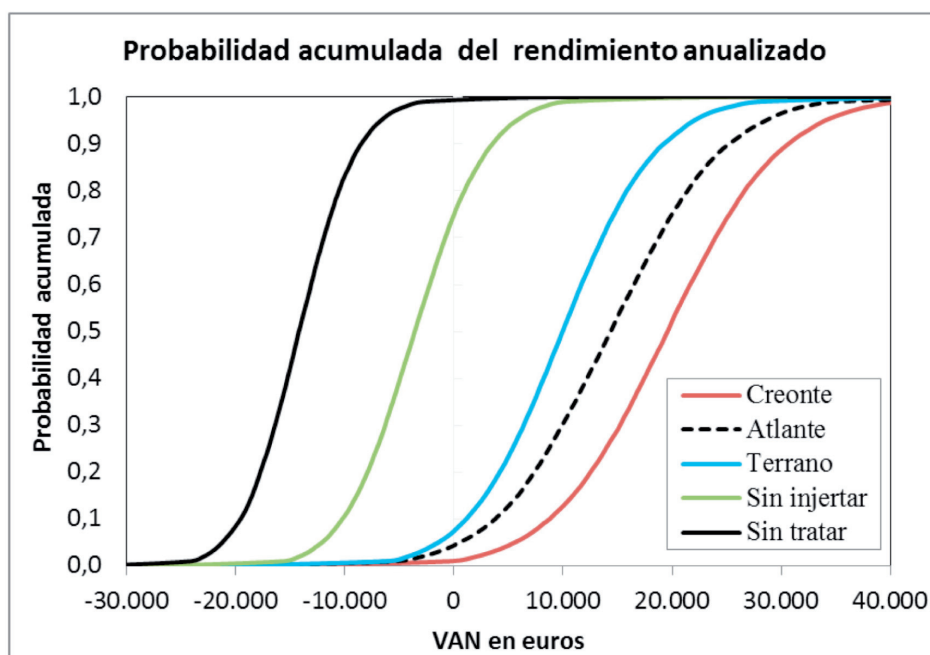


Figura 5. Función de distribución acumulada del rendimiento anualizado.

VAN: valor anualizado neto.

Figure 5. Cumulative distribution function of net yield.

tipos de interés no presentan fuertes oscilaciones, el agricultor que cultive con estos tres portainjertos obtendrá ingresos anuales suficientes para compensar sus gastos.

Esta metodología también ha sido usada por Asci et al. (2014) para comparar la producción de tomate en invernadero y en campo abierto, y en invernadero con diferentes niveles de tecnología. Para la producción en invernadero la probabilidad de que el VAN sea positivo es superior al 15% en ambos casos pero para la producción en campo abierto, esta no pasa del 50%.

Para completar el análisis de la sensibilidad se ha considerado conveniente introducir los resultados obtenidos para el $VaR_{5\%}$ (Tabla 6) que muestran los valores que se superan en el 95% de las veces. En cuanto al valor anualizado se observa que en el 95% de las veces el rendimiento anualizado es positivo en Atlante y Creonte, y que en Terrano, las pér-

didias no superan los 1.300 €/ha, lo que es perfectamente asumible para el agricultor, que no hay que olvidar que además de los beneficios de la explotación suele percibir también su propio salario. Por el contrario, para la variedad sin injertar, las pérdidas ya resultan gravosas y difícilmente sostenibles para el agricultor. Por su parte si el agricultor opta por no tratar el suelo, las pérdidas pueden llegar hasta 21.235 €, lo que es especialmente gravoso para el titular de la explotación. Los comentarios son muy similares para el VAN y para el ratio VAN/inversión. Con respecto al plazo de recuperación hay que indicar que si bien para los portainjertos estudiados resultan valores inferiores a los 30 años, destacando Atlante donde la inversión se recuperaría a los 9 años, los plazos para sin injertar y sin tratar resultan inasumibles. El agricultor habría de esperar 96 y 317 años para recuperar la inversión realizada.

Tabla 6. Value at Risk (5%) para el rendimiento anualizado, ratio valor actual neto (VAN) inversión, plazo de recuperación y valor actual neto (VAN)
 Table 6. Value at Risk (5%) for net yield, ratio net present value / investment, payback and net present value

	Atlante	Creonte	Terrano	Sin injertar	Sin tratar
Anualizado	543	5.825	-1.297	-12.062	-21.135
VAN / inversión	0,044	0,479	-0,081	-0,754	-1,323
Plazo recuperación	9,01	28,82	17,64	95,90	317,80
VAN	6.558	70.307	-15.728	-148.221	-262.019

VAN: Valor anualizado neto.

Conclusión

El portainjerto no solo aporta mejora sanitaria frente a nematodos, sino que aumenta la producción del cultivo y por lo tanto la rentabilidad obtenida. Siendo Creonte el más productivo entre los portainjertos estudiados.

Agradecimientos

Al proyecto PO 07-41 de la Unión Europea-FEDER 80% PO Región de Murcia.

Bibliografía

- Asci S, VanSickle JJ, Cantliffe DJ (2014). Risk in Investment Decision Making and Greenhouse Tomato Production Expansion in Florida. *International Food and Agribusiness Management Review* 17(4): 1-19.
- Bello A, López-Pérez JA, García Álvarez A, Arcos, SC, Ros C, Guerrero MM, Guirao P, Lacasa A (2004). Biofumigación con solarización para el control de nematodos en cultivo de pimiento. En: Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento (Eds. Lacasa A, Guerrero MM, Oncina M, Mora JA). Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia, España. pp: 129-208.
- Brealey R, Myers S (2001) Principios de finanzas corporativas. Editorial McGraw-Hill. Madrid, España. 1.066 pp.
- Fearon J, Asare J, Okran EO (2014). Contemporary Price Trends and their Economic Significance in the Ashanti Region of Ghana. *Biological Agriculture and Healthcare* 4(26): 38-47.
- Fernández EJ, Camacho F, Díaz M (2006). El injerto en el control de enfermedades telúricas en hortalizas. En: Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas. Ediciones Agrotécnicas S.L. pp. 65-75.
- Flegg JJM (1967) Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* species from soil by modification of Cobb's decanting sieving technique. *Annals of Applied Biology* 60: 429-437.
- Flores FB, Sánchez-Bel P, Estan MT, Martínez-Rodríguez MM, Moyano E, Morales B, Campos JF, Gracia-Abellán JO, Egea MI, Fernández-García N, Romojaro F, Bolarin MC (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulturae*. 125, 211-217.
- González FM, Hernández A, Casanova A, Depestre T, Gómez L, Rodríguez MG (2008). El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Revista Protección Vegetal* 23(2): 69-74.
- Grafiadellis I, Mattas, K (2000). An Economic Analysis of Soilless Culture in Gerbera Production. *Hortscience* 35(2): 300-303.
- Jovicich E, Cantliffe DJ, Vansickle JJ (2004). U.S. imports of colored bell peppers and the opportunity for greenhouse production of peppers in Florida. *Acta Horticulturae* 659: 81-85.
- King SR, Davis AR, Zhang X, Crosby K (2010) Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae* 127: 106-111.
- Lacasa A, Guerrero MM, Guirao P, Ros C (2002). Alternatives to Methyl Bromide in sweet pepper crops in Spain. *Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide*. Sevilla, 5-8 de marzo de 2002. T. Batchelor y J.M. Bolivar Ed. European Commission.
- Lee JM (2003). Advances in Vegetable Grafting. *Chronica Horticulturae* 43 (2):13-19.
- Lee JM (1994). Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience*. 29, 235-239.
- López-Galarza S, San Bautista A, Perez DM, Miguel A, Baixauli C, Pascual B, Maroto JV, Guardiola JL (2004). Effects of grafting and cytokinin-induced fruit setting on colour and sugar-content traits in glasshouse-grown triploid watermelon. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79, 971-976.
- López-Marín J, Porras I, Ros C, Brotons-Martínez JM (2015). Study of the performance of sweet pepper (*Capsicum annuum*) crop in greenhouses with the use of shading. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 112(1): 1-15.
- López-Marín J, Angosto JL, González A (2013a). El cultivo de pimientos en el Campo de Cartagena. Serie Monográfica. Tecnologías de Horticultura Mediterránea: Cultivo de pimiento. El cultivo de pimientos en el Campo de Cartagena. 59 pp.
- López-Marín J, Egea-Gilabert C, González, A, Pérez-Alfocea F, Fernández JA (2013b). Grafting is an efficient alternative to shading screens to alleviate thermal stress in greenhouse-grown sweet pepper. *Scientia Horticulturae* 149: 39-46.
- López-Marín J, Gálvez A, González A. (2011). Effect of shade on quality of greenhouse peppers. *Acta Horticulturae* 893: 895-900.

- López-Marín J, Gálvez A, González A, Fernández JA (2009). Agronomic Behaviour of grafted sweet pepper grown in a greenhouse in Mediterranean Area. *Acta Horticulturae* 807(1): 655-660.
- López-Marín J, González A, García-Alonso Y, Espi E, Salmeron A, Fontecha A, Real AI (2007). Use of Cool Plastic Films for Greenhouse covering in Southern Spain. International Symposium ISHS GreenSys 2007. *Acta Horticulturae* 801: 181-186.
- MAGRAMA (2015). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Observatorio de precios de los alimentos. <http://www.MAGRAMA.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-alimentacion/observatorio-precios/>. Acceso 15 marzo 2015.
- Martínez JJ, León HM (2004). Producción de fresa en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coah, México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004.
- Martínez V, Lacasa CM, Guerrero MM, Ros C, Martínez MC, Torres J, González A, Lacasa A (2008). Influencia de la localización del corte sobre el comportamiento en campo del pimiento injertado. *Actas de Horticultura* 54: 214-215.
- Rivard CL, Louws FJ (2008). Grafting to heirloom tomato production. *HortScience* 43: 2104-2111.
- Ros C, Guerrero MM, Martínez MA, Barceló N, Martínez MC, Bello A, Guirao P, Lacasa A (2004). La combinación injerto biofumigación en el control de *Meloidogyne incognita* en pimiento de invernadero. *Actas de Horticultura* 42: 26-32.
- Ros C, Martínez MA, Guerrero MM, Torres J, Lacasa MC, Lacasa A, Bello A (2007). Comportamiento de la resistencia a *Phytophthora* y *Meloidogyne* de patrones de pimiento. *Actas de Horticultura* 48: 534-537.
- San Bautista A, Calatayud A, Nebauer SG, Pascual B, Maroto JV, López-Galarza S (2011). Effects of simple and double grafting melon plants on mineral absorption, photosynthesis, biomass and yield. *Scientia Horticulturae* 130: 575-580.
- Suzuki E (1972). "Sandía de Yamato". Folleto informativo.
- Wagner HM (1995). Global sensitivity analysis. *Operations Research* 43: 948-969.
- (Aceptado para publicación el 25 de noviembre de 2015)

Caracterización de la distribución del tamaño de los adipocitos para el estudio del tejido adiposo en producción animal

L. Alfonso* y J.A. Mendizabal

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Pública de Navarra, Campus Arrosadia, Pamplona, España

Resumen

El tamaño de los adipocitos, principales células constituyentes del tejido adiposo, ha sido objeto de numerosos estudios por el hecho de estar relacionado con el grado de desarrollo y la actividad metabólica de ese tejido. Su análisis resulta en ocasiones complejo dada la bimodalidad de su distribución. Este trabajo presenta un método de análisis basado en contrastar, en primer lugar la unimodalidad de la distribución del tamaño de los adipocitos, frente a una distribución bimodal. Posteriormente propone algunos parámetros para describir adecuadamente la distribución bimodal. Para su aplicación se desarrolló un sencillo programa informático que se utiliza, a modo de ejemplo, para analizar los datos de dos trabajos, previamente publicados, sobre el desarrollo adipocitario. Los resultados muestran el interés de utilizar contrastes de bimodalidad frente a la mera inspección visual de los histogramas de distribución. Además, cuando la hipótesis de unimodalidad es rechazada, la utilización de parámetros descriptivos de bimodalidad, como el porcentaje de adipocitos por encima del punto de inflexión entre ambas modas, permite una comparación más adecuada entre tratamientos experimentales.

Palabras clave: Célula grasa, hiperplasia, hipertrofia, bimodalidad, contraste.

Abstract

Characterizing adipocyte size distribution for adipose tissue studies in animal production

The size of the adipocytes, the main cells of the adipose tissue, has been the objective of several studies because of its relationship with the development and metabolic activity of this tissue. The bimodality of their distribution into the tissue makes the analysis sometimes difficult. Thus, a method based, on testing the unimodal distribution vs. bimodality is presented. Some descriptive parameters appropriate for the bimodal distribution are also shown. A simple software has been developed for its application, being used to analyse data from two previously published studies about adipocyte development. Results show the interest in the use of the test of bimodality rather than the simple visual inspection of distribution histograms. Furthermore, when unimodality is rejected, the use of descriptive parameters of bimodality, as the percentage of adipocytes above the inflection point between the two peaks, allows a better comparison among experimental treatments.

Key words: Adipose cell, hyperplasia, hypertrophy, bimodality, testing.

* Autor para correspondencia: leo.alfonso@unavarra.es
<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.010>

Introducción

El conocimiento del tejido adiposo de los animales domésticos es de gran relevancia en producción animal dadas las implicaciones que tiene sobre el desarrollo y crecimiento de los animales, los resultados reproductivos, la calidad sensorial y nutricional de los productos y la eficiencia en la utilización de los recursos alimentarios, entre otros. Por ello, tanto el estudio de su formación (adipogénesis) como de su metabolismo (lipogénesis y lipólisis) son de gran importancia y han sido objeto de numerosos trabajos (Dodson *et al.*, 2010), algunos de ellos relativos a nuestras poblaciones animales y sistemas de producción (Alzón *et al.*, 2007; Soret *et al.*, 1998).

El tejido adiposo presenta una elevada plasticidad y mantiene la capacidad de crecer a lo largo de toda la vida de los animales a través de procesos de hiperplasia (aumento del número de células) e hipertrofia (aumento del volumen celular). El estudio de ambos procesos precisa una adecuada caracterización de las principales células constituyentes del tejido adiposo, los adipocitos. En principio se piensa que la hipertrofia es el proceso que fundamentalmente contribuye al aumento de la cantidad de tejido adiposo, y que la hiperplasia ocurre únicamente en estados tempranos de desarrollo (Jo *et al.*, 2009). Sin embargo no se puede descartar que ambos mecanismos se puedan producir simultáneamente, entre otras razones debido a que a medida que aumenta el tamaño de los adipocitos aumenta la hipoxia local produciendo su propia muerte, pero también la secreción, a partir de cierto volumen crítico, de factores de reclutamiento de nuevos adipocitos (Sun *et al.*, 2011).

Como consecuencia de esa relación de los procesos de hiperplasia e hipertrofia celular pueden convivir distintas poblaciones de adipocitos maduros en distinto grado de expansión celular. Por otra parte, se puede pensar que la actividad metabólica de los adipocitos

depende, de algún modo, de la magnitud de su propia superficie celular, dado que el intercambio de triglicéridos con el medio celular se produce a través de esta. Por lo que, diferencias en el flujo lipolítico y lipogénico podrían también dar lugar a distintas poblaciones de adipocitos de acuerdo a su tamaño sin que necesariamente existiesen procesos de hiperplasia celular (Soula *et al.*, 2013).

De cualquier forma, sea como consecuencia de mecanismos adipogénicos o lipogénicos, o ambos conjuntamente, desde hace ya tiempo se han descrito distribuciones del tamaño de los adipocitos en especies animales que no se ajustan a la distribución normal y se pueden considerar bimodales (Hood y Allen, 1973; DeMartini y Francendese, 1982). La existencia de bimodalidad en la distribución de los datos dificulta el análisis estadístico de los mismos. Para llevarlo a cabo de forma apropiada se ha pensado en la utilización de la distribución lognormal (Whitehurst *et al.*, 1981), la mezcla de dos distribuciones normales (Mersmann *et al.*, 1975) o incluso la mezcla de dos distribuciones exponenciales y una normal (McLaughlin *et al.*, 2007). Sin embargo, no siempre es evidente cuándo considerar que los datos presentan una distribución bimodal, pues los métodos exploratorios, como por ejemplo la utilización de histogramas, pueden resultar engañosos (Fisher *et al.*, 1994). Cuantificar si la distribución de un conjunto de datos se describe mejor con una o dos modas no es un problema de fácil solución (Muratov y Gnedin, 2010).

Tampoco resulta evidente cómo estudiar el tamaño de los adipocitos, en trabajos enfocados a contrastar diferencias en el desarrollo del tejido adiposo debidas a factores productivos como el genotipo, la edad, el sexo, la dieta, etc., cuando los datos del tamaño de los adipocitos presentan una distribución bimodal. Así, por ejemplo, Mendizabal *et al.* (2004), trabajando con corderos cebados intensivamente, optaron por agrupar los adi-

pocitos en distintas clases según tamaño, y comparar las frecuencias de adipocitos según su tamaño sin hacer asunciones sobre su distribución. Cruz et al. (2012), por su parte, propusieron considerar la mezcla de dos distribuciones normales para explicar la bimodalidad de la distribución del tamaño de los adipocitos que observaron en vacuno de carne, y hacer las comparaciones entre grupos de animales a través de las diferencias en las medias y las varianzas de ambas distribuciones normales. McLaughlin et al. (2007) trabajando en estudios de obesidad en humanos, propusieron estimar parámetros propios de la distribución bimodal como las dos modas, el punto de inflexión menor (nadir) o el porcentaje de adipocitos sobre el nadir, para hacer comparaciones. Este último enfoque, se ha considerado que informa adecuadamente sobre los mecanismos de deposición de grasa y su relación con las enfermedades vinculadas a la obesidad (Jo et al., 2012), por lo que está siendo bastante utilizado en ese área de trabajo (Eliasson et al., 2014; Hadji et al., 2014; Soula et al., 2015).

El objetivo de este trabajo es presentar una metodología de análisis del tamaño de los adipocitos, sustentada en un programa informático elaborado para dicho fin, que persigue describir la unimodalidad o bimodalidad de la distribución de los adipocitos, y calcular parámetros adecuados de comparación entre grupos de datos. Para ilustrarla, se desarrolla un ejemplo a partir de los datos procedentes de dos trabajos, previamente publicados, sobre el desarrollo adipocitario.

Material y métodos

Análisis de la distribución del tamaño de los adipocitos

El programa desarrollado para analizar la distribución del tamaño de los adipocitos se basa

en contrastar en primer lugar la unimodalidad de los datos, y en segundo lugar analizarlos utilizando distintos estadísticos en función de que la hipótesis de unimodalidad sea o no rechazada.

Partiendo del diámetro de los adipocitos como medida de su tamaño, el programa realiza los siguientes análisis. Primero calcula el histograma del tamaño de los adipocitos considerando como número de clases (nc) el entero de la raíz cuadrada del número de datos (adipocitos medidos) más uno, estableciendo un valor mínimo de 6 clases y un valor máximo de 20. Como amplitud de cada clase se toma el rango de los datos (valor máximo menos valor mínimo) dividido por el número de clases ($rango/nc$). Los histogramas obtenidos se normalizan dividiendo la frecuencia de cada clase por su amplitud para que su área corresponda siempre a la unidad y así hacerlos comparables entre grupos de datos (animales, tratamientos, tejidos, etc).

La utilización de estos histogramas como método exploratorio puede ofrecer una primera información sobre la distribución del diámetro de los adipocitos, pero a veces puede resultar engañosa (Fisher et al., 1994). Por ello, el análisis de los datos se prosigue estableciendo y contrastando la hipótesis nula de unimodalidad. El programa utiliza para ello el Coeficiente de Bimodalidad (BC) (SAS Institute Inc, 1989) y el estadístico Dip (Hartigan y Hartigan, 1985), que se explican a continuación.

El Coeficiente de Bimodalidad es:

$$BC = \frac{m_3^2 + 1}{(m_4 + 3 \frac{(n-1)^2}{(n-2)(n-3)})}$$

donde n es el número de observaciones, m_3 es el sesgo y m_4 el exceso de curtosis o apuntamiento.

Como se deduce de esa expresión, el cálculo de BC es sencillo, pues se basa únicamente

en el número de observaciones, y el sesgo y el exceso de curtosis de la distribución, aunque la existencia de distintas fórmulas para

calcular sesgo y curtosis puede inducir confusión (Knapp, 2007; Pfister et al., 2013). Las expresiones utilizadas son las siguientes:

$$m_3 = n \frac{\sum \left(\frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right)^3}{(n-1)(n-2)}$$

$$m_4 = \left(n \frac{(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right) \left(\frac{\sum (x_i - \mu_x)^4}{(\sigma_x^2)^2} \right) - \left(3 \frac{(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \right)$$

Para una distribución uniforme el valor de BC es 0,555, por lo que valores mayores pueden indicar ausencia de unimodalidad, aunque es cierto que también podrían estar indicando distribuciones unimodales fuertemente sesgadas.

El estadístico Dip es la máxima diferencia entre la función de distribución empírica, y la función de distribución unimodal que minimiza esa máxima diferencia (Hartigan, 1985). El contraste de Dip parte de la hipótesis nula de unimodalidad en la distribución de los datos, y aunque existen pruebas más potentes para contrastar la bimodalidad, precisan la asunción previa de alguna distribución concreta (Muratov y Gnedin, 2010). A diferencia de BC , el cálculo de Dip no está implementado en los paquetes estadísticos comerciales más habituales. En este trabajo, para su cálculo se utilizó la subrutina "Diptst" (Hartigan, 1985; modificada por Mechler, 2002), que también calcula el intervalo modal, que corresponde a los valores a y b de la distribución uniforme ($f(x) = 0$ para $x < a$; $f(x) = \frac{1}{(b-a)}$ para $a \leq x \leq b$; $f(x) = 0$ para $x > b$) de menor diferencia con la distribución empírica.

La significación de la hipótesis de distribución unimodal se evalúa comparando el valor del estadístico Dip con los valores empíricos obtenidos bajo esa hipótesis para un nivel de significación del 5%, a partir del paquete "diptest" de R (Maechler, 2013) y posterior in-

terpolación basada en $\sqrt{n} Dip$ (Hartigan, 1985; siendo n el número de observaciones). Si el valor de Dip es menor que el valor correspondiente a la significación del 5% no se rechaza la hipótesis nula de unimodalidad, y dado el carácter conservador del test, el programa calcula también el valor correspondiente a una significación del 10% para valorar mejor la posible existencia de bimodalidad.

Si ambas pruebas, BC y Dip , rechazan la hipótesis de unimodalidad, se puede considerar que los datos se distribuyen bimodalmente. Cuando los resultados de ambas pruebas no convergen, se puede pensar en analizar otros criterios del tamaño de los adipocitos (como superficie o volumen) y, en última instancia, considerar la prueba Dip como una medida más adecuada de la bimodalidad que el BC (Freeman y Dale, 2013).

Una vez contrastada la hipótesis de unimodalidad, se calculan los estadísticos habituales de una población que sigue una distribución normal (media, mediana, moda, varianza, mínimo, máximo, coeficientes de asimetría y apuntamiento, etc.) y algunos parámetros descriptivos de las distribuciones bimodales como ambas modas, el punto de inflexión entre ambas (nadir), el porcentaje de adipocitos sobre el nadir y la relación entre el número de adipocitos pequeños (por debajo del nadir) y grandes (por encima) (McLaughlin et al., 2007). En función de que se rechace o no la unimodalidad de los datos, se deberán

considerar los estadísticos apropiados en la comparación de distintos conjuntos de datos.

El cálculo de los parámetros descriptivos de la bimodalidad se realiza por aproximación y no por ajuste a distribuciones teóricas, dado que no se asume ninguna distribución subyacente bajo la distribución bimodal de los datos. La aproximación se basa en el histograma previamente calculado y consiste en asumir, partiendo de la primera clase, que una clase es la primera moda si su frecuencia es mayor a todas las anteriores y menor a n clases posteriores. El valor de n varía en función del número de clases del histograma, calculándose como el valor entero del número total de clases dividido por 10 (o, lo que es igual, de la raíz cuadrada del número de observaciones dividido por 10), dentro del intervalo [1,5]. Así hasta 224 observaciones, $n = 1$; de 225 a 624, $n = 2$; de 625 a 1224, $n = 3$; de 1225 a 2024, $n = 4$; y para más de 2025 observaciones, $n = 5$. El cálculo del nadir (punto de inflexión de la distribución bimodal) se calcula asumiendo que la frecuencia de todas las clases a partir de la primera moda estimada debe de ser mayor, y las n clases siguientes también mayores (usando el mismo valor de n). Finalmente, la segunda moda se estima de forma análoga a la primera pero partiendo del nadir previamente calculado, y considerando que es posible que sobre él haya más de una moda, por lo que se considera la mayor de todas ellas.

El programa desarrollado en Fortran (Fortran95 PRO,v5.7, *Lahey Computer Systems, Inc.*), está adaptado mediante Liberty Basic (version 4.04, *Shoptalk Systems*) al entorno *MS-Windows*. Incorpora la posibilidad de analizar también superficie (S) y volumen (V) como criterios del tamaño de los adipocitos, pero partiendo siempre del diámetro (D) como variable medida, y asumiendo esfericidad perfecta de los adipocitos.

$$\left[S = 4\pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 ; V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^3 \right].$$

Ejemplo considerado

Para ilustrar la metodología de trabajo expuesta, se desarrolla un ejemplo a partir de los datos procedentes de dos trabajos previamente publicados (Alfonso *et al.*, 2005; Abadía *et al.*, 2008), en los que se utilizó la técnica de determinación del diámetro de los adipocitos basada en observaciones microscópicas y su posterior medida mediante la técnica de análisis de imagen (empleada desde hace años por parte del grupo de investigación; Mendizabal *et al.*, 1997).

En ambos trabajos se analizaba la existencia de diferencias en el tejido adiposo en porcino. En el trabajo de Alfonso *et al.* (2005) se analizaron las diferencias en el tamaño de los adipocitos de la capa más externa del tejido adiposo subcutáneo entre cerdos en crecimiento de dos poblaciones claramente diferenciadas por su capacidad de deposición de grasa, una población de cerdos Large White y otra de cerdos Pie Noir du Pays Basque (raza incorporada con posterioridad al Catálogo Oficial de Razas de Ganado en España con el nombre de Euskal Txerria). Se dispuso de los datos de 22 cerdos Large White y 18 cerdos Euskal Txerria, con similar número de adipocitos medidos por animal, 226 ± 5 y 222 ± 10 adipocitos (\pm error típico), respectivamente.

En el trabajo de Abadía *et al.* (2008) se analizaron las diferencias en el tamaño de los adipocitos de cerdas reproductoras de líneas comerciales, con el objetivo de ver si existían diferencias relacionadas con el desarrollo de cada una de las capas que constituyen el tejido adiposo subcutáneo. Se dispuso de los datos de 16 cerdas reproductoras, con un número similar de adipocitos medidos por animal, 294 ± 30 , 256 ± 26 , y 239 ± 24 , en las capas externa, intermedia e interna del tejido adiposo subcutáneo, respectivamente.

Resultados y discusión

Distribución del diámetro de los adipocitos

En la Figura 1 se observa que la distribución del diámetro de los adipocitos en cerdos de engorde presenta un aspecto bastante parecido a la distribución normal, con una única

moda cuyo valor es algo mayor para los cerdos Euskal Txerria que para los cerdos Large White. En cerdas reproductoras, por contra, la distribución no presenta el aspecto característico de la distribución normal (Figura 2), asemejándose más a una distribución bimodal con un punto de inflexión entre 40 y 60 μm de diámetro.

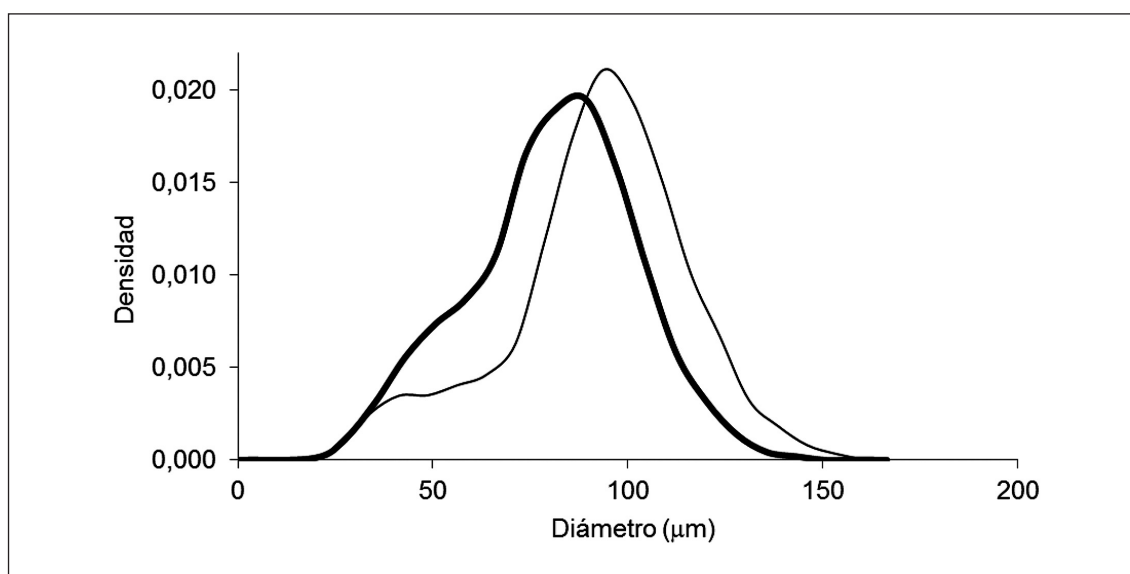


Figura 1. Distribución del diámetro de los adipocitos¹ en la capa externa del tejido adiposo subcutáneo de cerdos Euskal Txerria (—) y Large White (—) en crecimiento².

¹Los resultados corresponden al análisis conjunto de los adipocitos medidos en todos los animales de cada grupo.

²Alfonso et al. (2005).

Figure 1. Adipocyte size distribution in outer subcutaneous backfat layer of Basque (—) and Large White (—) pigs during growing period.

Al contrastar la hipótesis nula de unimodalidad se obtiene que para cerdos en crecimiento no se puede rechazar la hipótesis nula de distribución unimodal de los adipocitos, que recordemos pertenecían a la capa externa del tejido adiposo subcutáneo (Tabla 1). Sin embargo, en cerdas reproductoras, la distribución del diámetro de los adipocitos

de esa misma capa, la externa, se rechaza que sea unimodal. Mientras que en todos los casos se obtiene un coeficiente de asimetría negativo, indicando un aparente mayor número de adipocitos a la izquierda de la media (pequeños), para la capa externa en cerdas reproductoras es positivo. Para la capa interna también se rechaza la hipótesis de

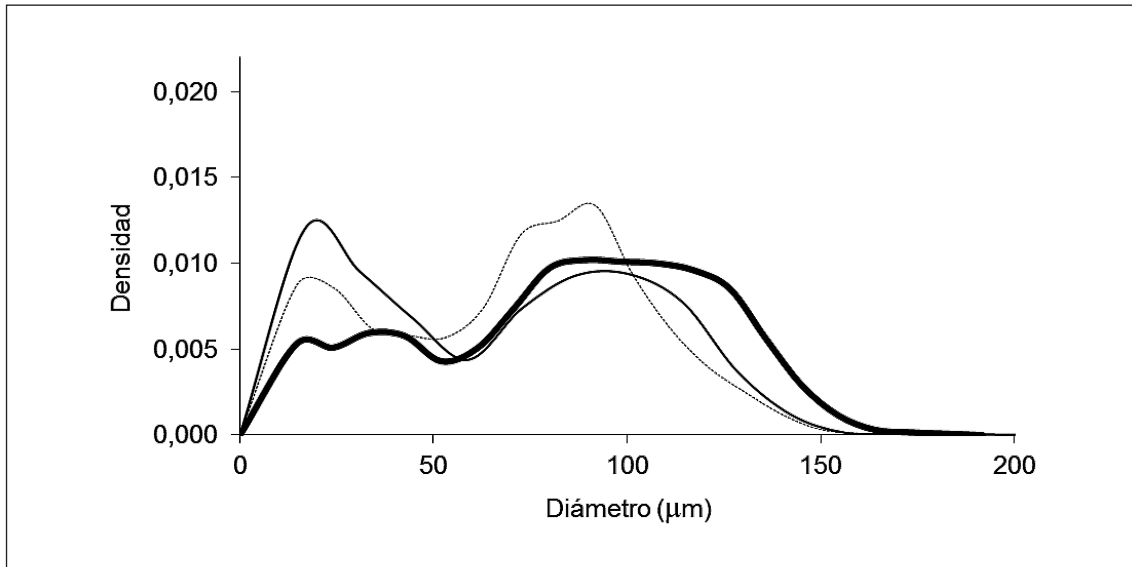


Figura 2. Distribución del diámetro de los adipocitos¹ en las distintas capas que forman el tejido adiposo subcutáneo en cerdas reproductoras, externa (-), intermedia (—) e interna (····)².

¹Los resultados corresponden al análisis conjunto de los adipocitos medidos en todos los animales de cada grupo.

²Abadía et al. (2008).

Figure 2. Adipocyte size distribution in the individual layers of subcutaneous backfat tissue of sows, outer (-), middle (—) and inner (····) layers.

unimodalidad, pudiéndose mantener sólo en la capa intermedia la hipótesis de unimodalidad (Tabla 1). A ese resultado se llega atendiendo al estadístico *Dip*, dado que el Coeficiente de Bimodalidad, pese a ser mayor para cerdas reproductoras que para cerdos en cebo, no indica en ningún caso suficiente evidencia de bimodalidad.

El análisis de la distribución conjunta del tamaño de los adipocitos de todos los animales que conforman el grupo experimental puede, no obstante, enmascarar la existencia de importantes diferencias entre animales. Haciendo el análisis individualmente para cada animal, se observa cómo, en realidad, la distribución no es siempre del mismo tipo dentro de grupo de animales. Así, en la Figura 3

se puede ver que, como cabía esperar, existe una elevada variabilidad en la distribución del tamaño entre animales de un mismo grupo de comparación, especialmente en el grupo de cerdas reproductoras. Esta variabilidad puede implicar que para algunos animales se rechace la hipótesis de distribución unimodal mientras que para otros no. Para el grupo de cerdos Large White nunca se rechazó la unimodalidad. Para un 25% de los cerdos Euskal Txerria el *BC* indicaba bimodalidad, aunque el contraste *Dip* no permitió rechazar la unimodalidad en ningún caso. En las cerdas reproductoras, la prueba *BC* indicó existencia de bimodalidad en un 50%, un 50% y un 44% de los animales para las capas externa, intermedia e interna respectivamente. Para la prueba *Dip*, los porcentajes

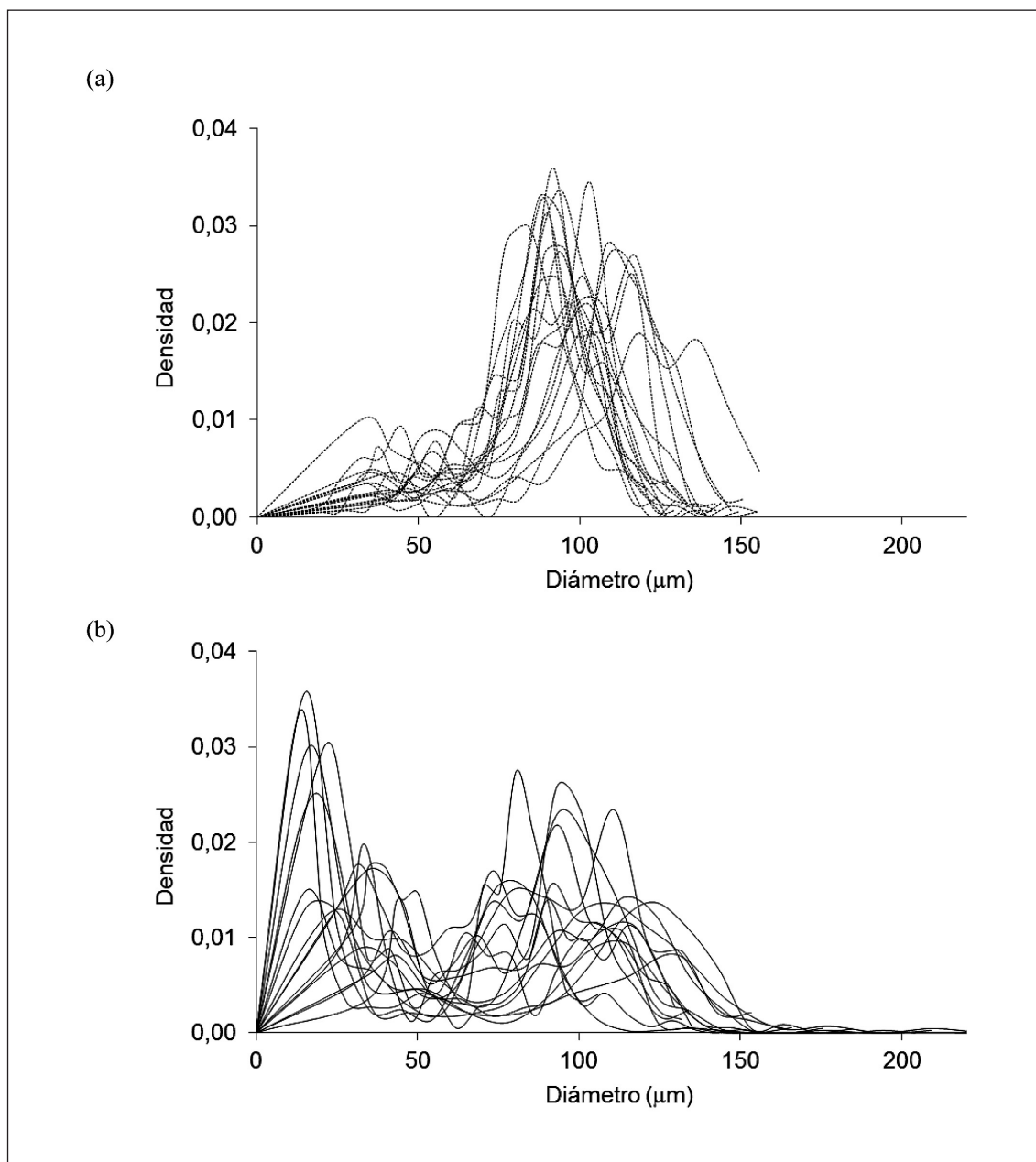


Figura 3. Distribución del diámetro de los adipocitos en la capa externa del tejido adiposo subcutáneo de (a) cerdos Euskal Txerria¹, y (b) cerdas reproductoras comerciales² al considerar la distribución en cada animal por separado.

¹Alfonso et al. (2005); ²Abadía et al. (2008).

Figure 3. Adipocyte size distribution in the outer subcutaneous backfat layer of (a) Basque pigs, and (b) commercial sows when each animal was individually considered.

Tabla 1. Resultados del contraste de la hipótesis de unimodalidad (H0) de las distribuciones del diámetro de los adipocitos medidos en el conjunto de los animales de cada grupo
 Table 1. Results of testing the unimodality hypothesis (H0) of the adipocyte diameter measured jointly for animals from each group

	Población ⁴		Capa ⁵		
	Euskal Txerria	Large White	Externa	Intermedia	Interna
<i>BC</i> ¹					
Valor	0,373	0,372	0,444	0,487	0,459
Curtosis	0,322	-0,211	-0,673	-0,809	-0,799
Asimetría	-0,489	-0,196	0,187	-0,261	-0,109
Inferencia ²					
Se rechaza H0	No	No	No	No	No
<i>DIP</i> ³					
Valor	0,0058	0,0029	0,0324	0,0073	0,0184
Inferencia					
DIP ($\alpha = 0,05$)	<0,0089	<0,0074	>0,0080	<0,0080	>0,0092
DIP ($\alpha = 0,10$)	<0,0082	<0,0069		<0,0081	
Se rechaza H0	No	No	Si	No	Si

¹ Coeficiente de Bimodalidad.

² Valores de $BC < 0,555$ indican unimodalidad.

³ *Dip*: estadístico que corresponde a la máxima diferencia entre la función de distribución empírica y la función de distribución unimodal que minimiza esa máxima diferencia.

⁴ Alfonso et al. (2005).

⁵ Abadía et al. (2008).

fueron del 75%, 44% y 31% para las capas externa, intermedia e interna, también respectivamente, que en este caso resultaron significativamente distintos al contrastarlos mediante una prueba χ^2 ($p = 0,033$).

Análisis de diferencias en la distribución del diámetro de los adipocitos entre grupos de animales

La comparación de la distribución del tamaño de los adipocitos entre los animales Large

White y Euskal Txerria es sencilla de realizar dado que, al no rechazar en ningún caso la distribución unimodal, podemos basarnos en los estadísticos habitualmente utilizados asumiendo normalidad. Los resultados se recogen en la Tabla 2, ratificando los publicados en Alfonso et al. (2005) que mostraban un mayor tamaño de los adipocitos de los animales Euskal Txerria.

La comparación de las distribuciones del tamaño de los adipocitos entre las distintas capas del tejido adiposo subcutáneo en cerdas

Tabla 2. Valores medios (\pm error típico) de los estadísticos descriptivos considerados en la comparación de la distribución del diámetro de los adipocitos en la capa externa del tejido adiposo subcutáneo de cerdos Large White y Euskal Txerria
 Table 2. Mean values (\pm standard error) of descriptive parameters considered for comparing the adipocyte size distribution of outer subcutaneous backfat layer in Basque and Large White pigs

	Euskal Txerria	Large White
Mínimo (μm)	30,66 \pm 1,70	29,24 \pm 1,56
Máximo (μm)	139,23 \pm 2,61 a	128,33 \pm 2,87 b
Mediana (μm)	96,23 \pm 2,46 a	80,86 \pm 2,35 b
Media (μm)	92,55 \pm 2,32 a	79,71 \pm 2,20 b
Moda (μm)	99,53 \pm 2,50 a	80,07 \pm 3,62 b

En una fila, letras distintas indican diferencias significativas, $\alpha = 0,05$.

reproductoras no es, por el contrario, tan sencilla. La convivencia de ambas distribuciones, uni y bimodales, dentro de un mismo grupo de animales hace la comparación entre grupos más difícil, pues no es evidente qué parámetros de comparación considerar y cómo calcular la significación de sus diferencias entre grupos. La solución propuesta consiste en hacer en estos casos una doble comparación entre grupos; una entre aquellos animales que presentan una distribución unimodal en ambos grupos, y otra entre los que presentan una distribución bimodal. De este modo, se puede calcular el error de estimación de los parámetros descriptivos apropiados para cada tipo de distribución y la significación de las diferencias entre los grupos. Los resultados se recogen en la Tabla 3.

Para el conjunto de todos los animales se puede observar un gradiente en el tamaño máximo de los adipocitos que va desde la capa externa (172 μm) a la interna (138 μm). Ese resultado no se relaciona con el valor de la mediana, que resultó ser mayor en la capa intermedia que en las otras dos, posiblemente ligado con el carácter unimodal de la distribución de la capa intermedia (Tabla 1).

Al comparar los resultados correspondientes a los animales en los que las distribuciones tenían carácter unimodal podemos concluir que las capas interna e intermedia presentan adipocitos de distinto tamaño, siendo en media mayores en la capa intermedia, y de mayor tamaño los más frecuentes (Tabla 3).

La comparación entre los resultados correspondientes a los animales en los que las distribuciones tenían carácter bimodal aporta nuevos datos sobre las diferencias entre capas. Por una parte se observa que no existen diferencias significativas en las dos modas ni en el punto de inflexión entre ambas. Este punto de inflexión que separa ambas distribuciones se encuentra siempre entre 50 y 60 μm . La primera distribución presenta una moda que se sitúa algo por encima de 20 μm , y la segunda alrededor de los 100 μm . Podemos, por tanto, pensar que la mezcla de distribuciones es siempre la misma para las tres capas. A partir de ahí, las diferencias podrían proceder de variaciones en el porcentaje de adipocitos que se sitúan por encima del punto de inflexión o, dicho de otra manera, que pertenecen a la población de adipocitos "pequeños" o "grandes". Siguiendo con esta

Tabla 3. Valores medios (\pm error típico) de los estadísticos descriptivos considerados en la comparación de la distribución del diámetro de los adipocitos en la capas externa, intermedia e interna del tejido adiposo subcutáneo de cerdas reproductoras
 Table 3. Mean values (\pm standard error) of descriptive parameters considered for comparing the adipocyte size distribution in outer, middle and inner subcutaneous backfat layers of sows

	Externa	Intermedia	Interna
Total de animales			
n	16	16	16
Mínimo (μm)	19,66 \pm 2,07 a	24,16 \pm 2,97 a	25,93 \pm 3,00 a
Máximo (μm)	171,28 \pm 11,02 a	158,74 \pm 4,54 a	138,39 \pm 5,84 b
Mediana (μm)	72,75 \pm 5,40 a	95,81 \pm 5,14 b	73,53 \pm 6,74 a
Animales con distribución unimodal			
n	4	9	11
Media (μm)	85,47 \pm 2,22 ab	93,49 \pm 4,90 a	76,54 \pm 6,59 b
Moda (μm)	98,48 \pm 5,08 ab	105,92 \pm 5,73 a	82,05 \pm 7,78 b
Animales con distribución bimodal			
n	12	7	5
Nadir (μm)	58,15 \pm 3,84 a	54,77 \pm 6,80 a	55,90 \pm 6,06 a
% sobre el nadir	54,87 \pm 3,86 a	68,05 \pm 4,16 b	56,10 \pm 9,03 ab
Pequeños/grandes	0,93 \pm 0,14 a	0,50 \pm 0,09 b	0,96 \pm 0,28 a
Primera moda (μm)	23,89 \pm 2,37 a	20,92 \pm 2,74 a	22,41 \pm 6,36 a
Segunda moda (μm)	101,60 \pm 5,63 a	105,27 \pm 9,82 a	100,22 \pm 11,19 a

En una fila, letras distintas indican diferencias significativas, $\alpha = 0,05$).

idea, se observa que realmente existen diferencias significativas en el porcentaje de adipocitos "grandes" o "pequeños" entre capas. En la capa intermedia existe un mayor porcentaje de adipocitos por encima del punto de inflexión que separa ambas distribuciones, resultando un ratio menor del número de pequeños/grandes (Tabla 3).

Estos resultados no contradicen los previamente publicados asumiendo la existencia de una única moda en la distribución del tamaño de los adipocitos en cada una de las cerdas

analizadas (Abadía et al., 2008) pero sí los complementan. En el trabajo de Abadía et al. (2008) se alcanzaba a concluir que el diámetro medio de los adipocitos de la capa intermedia ($89,0 \pm 0,5$) era mayor ($p < 0,05$) que el de las capas externa ($76,6 \pm 0,5$) e interna ($76,3 \pm 0,5$). Analizarlos asumiendo que la distribución pueda ser en algunos casos bimodal permite profundizar en ese resultado viendo que lo que está ocurriendo es que existe un conjunto de cerdas para las que la distribución es unimodal y que en media presentan un mayor ta-

maño de adipocitos, y otro conjunto de cerdas para las que existe una mayor proporción de adipocitos grandes en la capa intermedia que en las otras dos. Dado que se asume que el tamaño de los adipocitos es un indicador del estado metabólico (Jo *et al.*, 2102), ambas situaciones podrían indicar una mayor actividad lipogénica en esta capa intermedia, con una mayor intensidad de la hipertrofia adipocitaria que las otras dos capas.

Esa idea se ve en cierto modo avalada al analizar la relación entre los parámetros de las distribuciones que presentan diferencias significativas entre capas con el espesor de cada una de ellas, tal como se realizó en Abadía *et al.* (2008). Los resultados de ese análisis (Tabla 4) indican que existe una relación positiva entre

el espesor de la capa de grasa y el valor medio máximo del tamaño de los adipocitos en la capa externa y la intermedia, que sugiere que a medida que la capa es más gruesa se encuentran adipocitos de mayor tamaño. No se encuentra tal relación significativa en la capa interna. También se observa que a medida que aumenta el espesor de grasa de la capa intermedia, la mediana se desplaza a la derecha, lo que podría indicar un papel más activo en el almacenaje de triglicéridos que en las otras dos capas. Finalmente también cabe mencionar que en la capa interna se observa que el aumento de su espesor de grasa se acompaña de una reducción del porcentaje de adipocitos "grandes", lo que podría indicar que predominan procesos de hiperplasia, al contrario de lo que ocurre en las capas intermedia y ex-

Tabla 4. Coeficientes de regresión lineal estimados (\pm error típico) entre el espesor de cada capa de grasa subcutánea y el valor medio de los parámetros descriptivos para los que se encontraron diferencias significativas entre capas en cerdas reproductoras

Table 4. Linear regression coefficients (\pm standard error) between the depth of each backfat layer and the mean value of descriptive parameters that showed significant differences among layers, in sows

	Externa	Intermedia	Interna
Total de animales			
n	16	16	16
Máximo	8,27 \pm 3,42 *	1,76 \pm 0,52 **	NS
Mediana	NS	2,20 \pm 0,54 **	NS
Animales con distribución unimodal			
n	4	9	11
Media	NS	NS	NS
Moda	10,22 \pm 1,11 *	NS	NS
Animales con distribución bimodal			
n	12	7	5
% sobre el nadir	NS	NS	-7,10 \pm 2,21 *
Pequeños/grandes	NS	NS	NS

Fuente: Abadía *et al.* (2008).

terna. No obstante, en este último caso y pese a la significación de los resultados, el escaso número de animales no permite ir más allá de una mera especulación.

Finalmente, se puede ver que el análisis de la distribución del tamaño, como alternativa al tamaño medio, puede ofrecer más información sobre el por qué se pueden estar produciendo diferencias en el tipo de distribución entre animales. Los datos de Abadía *et al.* (2008) no son apropiados para responder a esa pregunta, entre otras razones por el escaso número de animales analizados, pero de todas formas podemos formularnos la pregunta del porqué algunas cerdas reproductoras presentan una distribución bimodal y otras unimodal. A modo de ejemplo especulativo, podríamos pensar que la prácticamente ausencia de bimodalidad en la distribución de los adipocitos de la capa externa en cerdos en crecimiento,

y la diferente frecuencia de bimodalidad observada en cerdas adultas entre las distintas capas, podrían indicar una posible relación con la diferencia temporal existente en el desarrollo de las tres capas, primero la externa, luego la intermedia y finalmente la interna (Alfonso, 2004); así, se podría especular que la frecuencia de la bimodalidad puede aumentar con la edad y el distinto grado de desarrollo de las capas asociado a esta.

Aunque los dos ejemplos desarrollados corresponden a la especie porcina, la forma de análisis propuesta es igualmente aplicable a otras especies, tal como se puede ver en la Figura 4 que recoge los resultados de reanalizar los datos de Mendizabal *et al.* (2004) correspondientes a adipocitos de corderos de raza Lacaune agrupados en tres categorías de acuerdo al grado de consistencia del tejido graso subcutáneo.

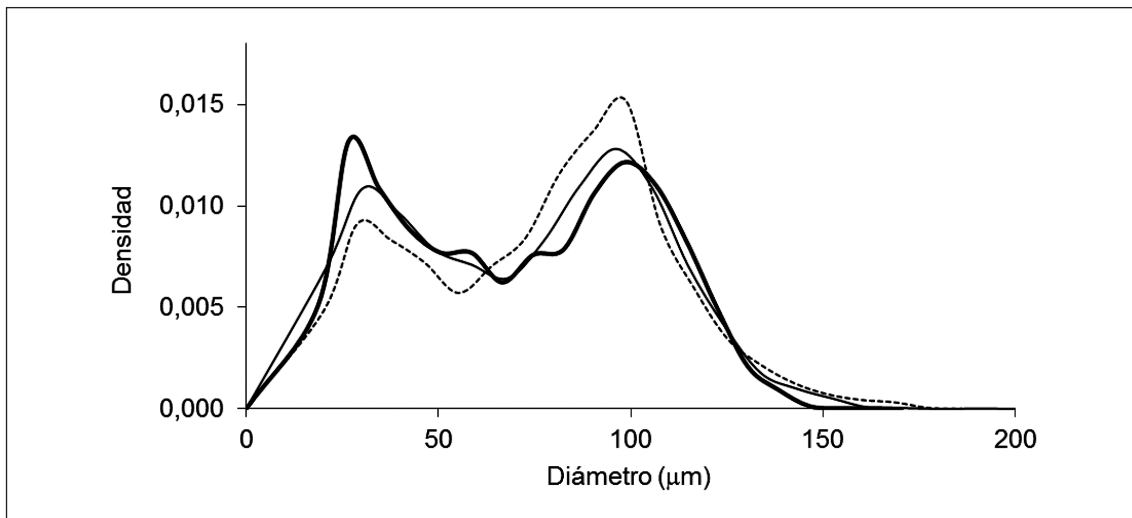


Figura 4. Distribución del diámetro de los adipocitos¹ del tejido adiposo subcutáneo de corderos de raza Lacaune².

¹Los resultados corresponden al análisis conjunto de los adipocitos medidos en todos los animales de cada uno de los grupos que se consideraron de acuerdo a la consistencia de la grasa (1: dura o muy dura (---); 2: medianamente blanda (-); 3: blanda o muy blanda (—)).

²Mendizabal *et al.* (2004).

Figure 4. Adipocyte size distribution in subcutaneous backfat tissue of Lacaune lambs.

Conclusiones

Dado que el tamaño de los adipocitos no siempre se distribuye siguiendo una única distribución normal, unimodal, antes de hacer comparaciones en base a la media aritmética se recomienda investigar la posible existencia de bimodalidad. Para rechazar la hipótesis de unimodalidad, no es suficiente la inspección del histograma de frecuencias de la distribución, si no que es necesario realizar algún contraste estadístico adicional. De los dos utilizados en este trabajo, el Coeficiente de Bimodalidad y el estadístico *Dip*, el primero no parece aportar mucha información, por lo que se ratifica el *Dip* como más apropiado.

Cuando la hipótesis de unimodalidad se rechaza, la comparación de parámetros como el porcentaje de adipocitos por encima del punto de inflexión (nadir) de la distribución, es más apropiada que la comparación entre los valores de la media aritmética. En el caso en el que no todos los animales de un grupo de comparación presenten el mismo tipo de distribución, se propone realizar la comparación entre subgrupos de animales del mismo tipo de distribución.

Todos los cálculos necesarios se pueden realizar utilizando el programa desarrollado y presentado en este trabajo, que se puede descargar para su evaluación, gratuitamente y sin ningún tipo de limitación de uso, en la siguiente dirección: www.unavarra.es/rmga/add/.

Bibliografía

- Abadía S, Mendizabal J, Alfonso L (2008). Relationship between depth of individual backfat layers and size of their constituent adipocytes in sows. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science* 58(3): 161-163.
- Alfonso L (2004). Subcutaneous fat and loin development in the Basque Black Pied pig breed. *Archivos de Zootecnia* 53: 415-418.
- Alfonso L, Mourot J, Insausti K, Mendizabal JA, Arana A (2005). Comparative description of growth, fat deposition, carcass and meat quality characteristics of Basque and Large White pigs. *Animal Research* 54: 33-42.
- Alzón M, Mendizabal JA, Arana A, Alberti P, Purroy A (2007). Adipocyte cellularity in different adipose depots in bulls of seven Spanish breeds slaughtered at two body weights. *Animal* 1: 261-267.
- Cruz GD, Strathe AB, Rossow HA, Fadel JG (2012). Characterizing bovine adipocyte distribution and its relationship with carcass and meat characteristics using a finite mixture model. *Journal of Animal Science* 90: 2995-3002.
- DeMartinis FD, Francendese A (1982). Very small fat cell populations: mammalian occurrence and effect of age. *Journal of Lipid Research* 23(8): 1107-20.
- Dodson M, Hausman G, Guan L, Du M, Rasmussen T, Poulos S, Mir P, Bergen W, Fernyhough M, McFarland D, Rhoads R, Soret B, Reecy J, Velleman S, Jiang Z (2010). Lipid metabolism, adipocyte depot physiology and utilization of meat animals as experimental models for metabolic research. *International Journal of Biological Sciences* 6(7): 691-699.
- Eliasson B, Smith U, Mullen S, Cushman SW, Sherman AS, Yang J (2014). Amelioration of insulin resistance by rosiglitazone is associated with increased adipose cell size in obese type 2 diabetic patients. *Adipocyte* 3(4): 1-8.
- Fisher NI, Mammen E, Marron JS (1994). Testing for multimodality. *Computational Statistics & Data Analysis* 18: 499-512.
- Freeman JB, Dale R (2013). Assessing bimodality to detect the presence of a dual cognitive process. *Behaviour Research* 45: 83-97.
- Hadji L, Berger E, Soula H, Vidal H, Géloën A (2014). White adipose tissue resilience to insulin deprivation and replacement. *PLoS ONE* 9(8): e106214.
- Hartigan PM (1985). Algorithm AS 217: Computation of the Dip statistic to test for unimodality. *Applied Statistics* 34(3): 320-325.

- Hartigan JA, Hartigan PM (1985). The Dip test of unimodality. *The Annals of Statistics* 13(1): 70-84.
- Hood RL, Allen CE (1973). Cellularity of bovine adipose tissue. *Journal of Lipid Research* 14(6): 605-610.
- Jo J, Gavrilova O, Pack S, Jou W, Mullen S, Sumner AE, Cushman SW, Periwai V (2009). Hypertrophy and/or Hyperplasia: Dynamics of Adipose Tissue Growth. *PLoS Comput Biol* 5: e1000324.
- Jo J, Shreif Z, Periwai V (2012). Quantitative dynamics of adipose cells. *Adipocyte* 1(2): 80-88.
- Knapp TR (2007). Bimodality Revisited. *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 6(1): article 3.
- Maechler M (2013). Diptest: Hartigan's dip test statistic for unimodality - corrected code. R package version 0.75-5. Disponible en [http://CRAN.R-project.org/package = diptest](http://CRAN.R-project.org/package=diptest) (10 octubre 2014).
- McLaughlin T, Sherman A, Tsao P, Gonzalez O, Yee G, Lamendola C, Reaven GM, Cushman SW (2007). Enhanced proportion of small adipose cells in insulin resistant vs. insulin-sensitive obese individuals implicates impaired adipogenesis. *Diabetologia* 50: 1707-1715.
- Mechler F (2002). DIPTST1, the fix for Hartigan's DIPTST algorithm. Disponible en: <http://lib.stat.cmu.edu/apstat/217> (10 octubre 2014).
- Mendizabal JA, Soret B, Purroy A, Arana A, Hordada A (1997). Influence of sex on cellularity and lipogenic enzymes of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Aragonesa). *Animal Science* 64: 283-289.
- Mendizabal JA, Thériez M, Bas P, Normand J, Auroseau B, Purroy A (2004). Fat firmness of subcutaneous adipose tissue in intensively reared lambs. *Small Ruminant Research* 53: 173-180.
- Mersmann HJ, Goodman JR, Brown LJ (1975). Development of swine adipose tissue: morphology and chemical composition. *Journal of Lipid Research* 16(4): 269-279.
- Muratov AL, Gnedin OY (2010). Modeling the metallicity distribution of globular clusters. *The Astrophysical Journal* 718: 1266.
- Pfister R, Schwarz KA, Janczyk M, Dale R, Freeman JB (2013). Good things peak in pairs: a note on the bimodality coefficient. *Frontiers in Psychology* 4: 700.
- SAS Institute Inc. (1989). *SAS/STAT User's Guide Version 6, Fourth Edition, Vol. 1*, Cary, NC, 943 pp.
- Soret B, Mendizabal JA, Arana A, Purroy A, Eguinoa P (1998). Cellularity and lipogenic enzyme activity in Lacha and Rasa Aragonesa lambs during growth. *Small Ruminant Research* 29: 103-112.
- Soula HA, Géoën A, Soulage CO (2015). Model of adipose tissue cellularity dynamics during food restriction. *Journal of Theoretical Biology* 364: 189-196.
- Soula HA, Julienne H, Soulage CO, Géoën A (2013). Modelling adipocytes size distribution. *Journal of Theoretical Biology* 332: 89-95.
- Sun K, Kusminski CM, Scherer PE (2011). Adipose tissue remodelling and obesity. *The Journal of Clinical Investigation* 121: 2094-2101.
- Whitehurst GB, Beitz DC, Cianzio D, Topel DG, Johnson DC (1981). Examination of a lognormal distribution equation for describing distributions of diameters of bovine adipocytes. *Journal of Animal Science* 53: 1236-1245.

(Aceptado para publicación el 23 de junio de 2015)

Acabado de vacas de desecho de rebaños lecheros. Revisión Bibliográfica

E. Serrano

C.I.F.A. Gobierno de Cantabria, C/ Héroes 2 de Mayo, 27, 39600, Muriedas, Cantabria, España

Resumen

La finalidad del acabado de vacas de desecho de los rebaños lecheros es incrementar el peso de la canal y el engrasamiento. El incremento de peso debido al músculo es relativamente constante y la mayoría del incremento de peso conseguido a partir de los 30 días de acabado se debe a la deposición de grasa. El ritmo de ganancia de peso y la eficiencia de conversión del alimento disminuyen con el tiempo de acabado y su evolución depende de la raza, la edad y el estado inicial de condición corporal. Entre los factores que condicionan los resultados productivos y la calidad de la canal y de la carne se encuentran la dieta, la edad, la duración del acabado y la condición corporal en el momento del sacrificio, la aplicación de periodos de restricción de la alimentación, la velocidad de ganancia de peso y el manejo de las canales (estimulación eléctrica, protocolo de refrigeración, sistema de suspensión, maduración). Durante el acabado es posible incrementar el contenido de la carne en ácidos grasos con efectos favorables para la salud, como los omega-3, mediante la administración de dietas ricas en forrajes o semillas de lino, e incrementar su vida útil mediante la administración de antioxidantes como vitamina E y extractos vegetales ricos en polifenoles.

Palabras clave: Vacas de desvieje, engrasamiento, calidad de la canal, calidad de la carne, Frisona/Holstein.

Abstract

Finishing of dairy cull cows. Review

The objective of finishing a cull cow is to increase its carcass weight and fat content. Body weight increase is relatively constant due to muscle growth, and after 30 days of finishing, most of the weight increase is mainly due to fat deposition. Daily weight gain and feed conversion efficiency decrease over time, and their evolution depend on breed, age and initial body condition score. Diet, age, length of the finishing period and body condition score at slaughter, the occurrence of a restricted feeding period, daily weight gain and carcass management (electrical stimulation, cooling procedure, suspension system, ageing) are the factors which affect performance and carcass and meat quality. The content of healthy fatty acids, as n-3 fatty acids, can be improved during finishing using forage-rich diets or supplementing the diet with linseed. It is also possible to increase meat shelf-life enriching diets with antioxidants such as vitamin E and plant polyphenols.

Key words: Cull cows, fattening, carcass quality, meat quality, Holstein/Friesian.

* Autor para correspondencia: emmaserrano@cifacantabria.org

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.011>

Introducción

La mayoría de las vacas de desecho de rebaños lecheros se vende sin un acabado previo y el precio obtenido por canal es bajo. La realización de un proceso de acabado de estos animales puede permitir obtener unos mayores ingresos por animal al incrementar el peso de la canal y mejorar la conformación y el engrasamiento. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que la rentabilidad de esta actividad se mueve en unos márgenes muy estrechos y que son muchos los factores por los que se puede ver afectada. Una visión completa de esta actividad de cebo debe considerar, además de los factores que influyen sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal, el efecto de estos y otros factores sobre la calidad sensorial de la carne. Optimizar la calidad sensorial debería ser un objetivo destacable del cebo, aunque la mayoría de los eslabones de la cadena de producción y comercialización se fijan en o evalúen únicamente las características de la canal.

España contaba en el año 2013 con un censo de 2.627.380 vacas de las que más del 30% eran vacas lecheras (Tabla 1). Tres comunidades autónomas, Galicia, Asturias y Cantabria, agrupaban el 59% del censo total de vacas lecheras. Si se añaden Cataluña y Castilla y León, el porcentaje del censo total alcanza el 79%. En la Tabla 2 se observa que el sacrificio de vacas supuso aproximadamente un 15% del total de cabezas de ganado vacuno sacrificadas en el año 2013 en España y aportó, también, aproximadamente, un 15% del total de kg de canal producidos; si bien, en comunidades autónomas como Cantabria la importancia relativa del sacrificio de este tipo de ganado fue mucho más alta (44% de las cabezas sacrificadas y 49% de los kg de canal producidos).

La tasa de reposición de vacas en los rebaños lecheros ha ido aumentando en los últimos años de forma paralela al incremento de la

Tabla 1. Censo de vacas (nº de cabezas) en el año 2013
Table 1. Cow census (nº of heads) in 2013

	Vacas	
	Lecheras	Resto
Galicia	368.911	188.705
P. de Asturias	72.966	129.238
Cantabria	65.686	9.997
País Vasco	20.386	46.015
Navarra	24.019	30.922
La Rioja	2.047	16.188
Aragón	14016	43.660
Cataluña	73.295	64.913
Baleares	11.143	2.083
Castilla y León	98.982	486.326
Madrid	6.441	35.677
Castilla La Mancha	24.445	96.760
C. Valenciana	4.996	11.741
R. de Murcia	7.751	813
Extremadura	3.335	394.876
Andalucía	51.999	211.245
Canarias	6383	1.423
ESPAÑA	856.800	1.770.580

Fuente: MAGRAMA (2015a).

producción de kg de leche por lactación y a la disminución de la fertilidad (Dillon *et al.*, 2006; Walsh *et al.*, 2011). Fouz *et al.* (2014) observaron en un trabajo, en el que se consideraba el censo de vacas de raza Frisona en Control Lechero Oficial en Galicia en el año 2009 (108.811 vacas), una vida productiva media de 3,6 lactaciones por vaca y una tasa de reposición de 19,4%. Según este trabajo, un 15,4% de las vacas con un parto o más fueron eliminadas (16.710 animales) por causas distintas a la muerte, sacrificio de urgencia o

Tabla 2. Cabezas sacrificadas y producción de carne de vacuno (Tm de canal) en España en el año 2013
 Table 2. Slaughtered animals and beef production (Tm of carcass) in Spain in 2013

	Cabezas Sacrificadas						Producción (Tm de canal)					
	Terneras + Bovino Joven		Novillas	Vacas	Toros	Total	Terneras + Bovino Joven		Novillas	Vacas	Toros	Total
Galicia	233.172	16.191	114.140	15.451	378.954	46.865	3.718	31.811	5.005	87.400		
P. de Asturias	39.492	6.480	20.386	12.204	78.562	9.019	1.553	5.003	4.053	19.628		
Cantabria	9.688	7.063	15.204	2.893	34.848	1.964	1.730	4.474	880	9.049		
País Vasco	14.869	16.997	5.567	12.025	49.458	3.501	4.526	1.810	3.903	13.740		
Navarra	13.845	2.281	4.759	4.975	25.860	4.113	607	1.275	1.378	7.372		
La Rioja	10.940	854	1.065	853	13.712	3.015	228	362	274	3.879		
Aragón	32.921	7.857	1.456	71.343	113.577	7.705	1.993	407	21.491	31.597		
Cataluña	346.028	49.088	16.043	72.079	483.238	80.586	12.165	4.732	21.593	119.075		
Baleares	6.454	833	1.505	1.631	10.423	1.445	188	410	420	2.462		
Castilla y León	185.429	65.792	66.995	100.957	419.173	43.018	15.656	17.532	31.823	108.029		
Madrid	16.495	31.573	5.957	28.007	82.032	4.148	8.090	1.555	9.427	23.221		
Castilla La Mancha	13.678	16.816	10.490	119.159	160.143	3.477	3.784	3.288	36.935	47.483		
C. Valenciana	22.844	10.417	26.926	69.739	129.926	4.724	2.743	8.869	24.283	40.619		
R. de Murcia	62.277	0	0	0	62.277	18.777	0	0	0	18.777		
Extremadura	21.267	16.739	11.275	31.017	80.298	5.057	4.414	3.081	10.020	22.572		
Andalucía	19.221	26.025	20.317	25.527	91.090	4.485	6.380	5.077	7.867	23.810		
Canarias	1.451	1.092	1.315	4.574	8.432	287	273	395	1.173	2.128		
ESPAÑA	1.050.071	276.098	323.400	572.434	2.222.003	242.187	68.048	90.079	180.527	580.840		

Fuente: MAGRAMA (2015b).

plan de erradicación, siendo, por lo tanto, en principio, susceptibles de un proceso de acabado. La principal causa de eliminación fue la infertilidad. Además, la incidencia de esta causa de eliminación se incrementó cuando se consideraban vacas entre 1º y 3º parto. Evans *et al.* (2006) observaron tasas de reposición en granjas de producción de leche de Irlanda de 16% en el año 1991 y de 27% en el año 2003. Según Therkildsen *et al.* (2011), la tasa de reposición en las granjas de producción de leche de Dinamarca estaría entre el 34 y el 38% y el número medio de lactaciones por vaca en torno a 2. Esta información nos sitúa en un escenario en el que la tasa de reposición aumenta y se eliminan animales más jóvenes, y más frecuentemente por infertilidad, y en el que el margen económico por litro de leche disminuye (Sineiro *et al.*, 2012; Vázquez, 2013). Todos estos factores justifican la importancia de revalorizar cualquier posible producto de la explotación, como son las vacas de desecho.

En trabajos de revisión anteriores sobre acabado de vacas de desecho (Cabaraux *et al.*, 2005; García y Agabriel, 2007) se han analizado los factores de variación que influyen sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal considerando razas lecheras y cárnicas. Las diferencias entre razas cárnicas y lecheras (en España el abanico de razas lecheras se puede reducir en la práctica a la raza Frisona/Holstein), tanto en las características de los animales en el momento del desecho (principalmente edad, menor en vacas lecheras), como en la evolución de la composición corporal y las características de la canal durante el acabado (Robelin *et al.*, 1990; Jurie *et al.*, 2007; Stelzleni *et al.*, 2007), justifican considerar de forma separada las vacas de aptitud lechera. En la presente revisión, además de considerar los resultados de trabajos posteriores a las revisiones citadas, se revisa el efecto de diversos factores sobre la calidad sensorial y nutricional de la carne y sobre su vida útil.

Características generales del cebo de vacas de desecho

El objetivo de realizar el acabado de una vaca lechera al final de su vida productiva es producir una canal lo más pesada posible en función del peso vivo adulto, con un grado de engrasamiento suficiente, pero sin que llegue a ser excesivo. Un exceso de grasa podría llegar a depreciar la canal y, teniendo en cuenta el coste energético de la deposición de grasa, limitaría la rentabilidad económica del proceso.

No todos los animales son, al final de su vida productiva, aptos para iniciar un proceso de acabado. Los resultados obtenidos pueden variar en función de muchos factores (raza, formato, edad, motivo del desecho, pasado productivo y sanitario, etc.). Seleccionar los animales con capacidad para responder adecuadamente al acabado (entendida como capacidad de ganancia de peso) es el primer paso para finalizar con éxito esta actividad productiva relativamente compleja, a diferencia de lo que se considera habitualmente (Malterre, 1986; Cabaraux *et al.*, 2005). No obstante, en la bibliografía no se encuentran trabajos cuyo objetivo sea definir las variables a considerar en el momento de tomar la decisión sobre la idoneidad de una vaca de desecho para iniciar un proceso de acabado o no.

Durante el acabado de una vaca lechera se produce un incremento del peso vivo, del peso de la canal, del rendimiento (el % de peso correspondiente a la canal frente a la no canal aumenta) y del engrasamiento (Jones y McLeod, 1981). Algunos autores han cuantificado la deposición de músculo y grasa durante el cebo de este tipo de animales. Durante el periodo de acabado de una vaca adulta el incremento de peso correspondiente a músculo es relativamente constante y oscila entre 20 y 30 kg y se alcanza en un periodo de tiempo relativamente corto (en torno a 30 días) (Jones y McLeod, 1981; Jones, 1983). El resto del incremento de peso vivo

conseguido corresponde fundamentalmente al incremento de peso de diversos depósitos adiposos. La importancia relativa del incremento de peso de los depósitos adiposos difiere entre razas cárnicas y lecheras. Por ejemplo, Robelin *et al.* (1990) observaron en vacas Holstein un incremento de los valores medios de peso vivo vacío (peso vivo menos peso del contenido digestivo) de 114 kg, de los que unos 87 kg (76%) correspondían a grasa total diseccionable y sólo 8 kg a músculo (7%). En vacas de raza Limusina el incremento de peso vivo vacío fue de 106 kg, el incremento de grasa total diseccionable de 72 kg (68% del incremento) y el de peso del músculo de 19 kg (18% del incremento). En otra raza especializada en la producción de carne, la raza Charolesa, el incremento de peso vivo vacío fue de 131 kg, el de grasa total diseccionable de 85 kg (65% del incremento) y el de peso del músculo de 26 kg (20% del incremento).

En cuanto a la evolución de los distintos depósitos adiposos, se sabe que aumentan más rápido los asociados a las vísceras que los asociados a la canal y que dentro de la grasa diseccionable de la canal, el depósito que más aumenta en términos absolutos es la grasa intermuscular y en términos relativos la grasa subcutánea (Jones, 1983; Robelin *et al.*, 1990). Incrementar la condición corporal en 1 punto (escala 1-5) supone incrementar la masa corporal en 40-45 kg, de los que 30 kg son lípidos (García y Agabriel, 2007).

Durante el acabado de vacas de desecho se pueden alcanzar ganancias medias diarias de peso relativamente altas, aunque a medida que transcurre el periodo de acabado estas ganancias y la eficiencia de conversión del alimento van disminuyendo (Jones y McLeod, 1981; Malterre, 1986). Las ganancias son más altas cuando se parte de animales delgados con capacidad para expresar un crecimiento compensatorio, asociado a una mayor eficiencia de utilización de la energía

y capacidad de retención del nitrógeno (Fretly y Nienaber, 1998). La ganancia de peso sigue una evolución exponencial decreciente a lo largo del periodo de acabado. Esta evolución se explica por tres principios que se combinan de distinta forma según la raza, la edad y el estado inicial de condición corporal del animal (Jones y McLeod, 1981; Graham y Price, 1982; Malterre, 1986; Cabaraux *et al.*, 2005): 1°. Aumentan las necesidades de mantenimiento como consecuencia del incremento del peso metabólico y de las vísceras (especialmente del hígado); 2°. Disminuye la capacidad de ingestión (-0,5 ULB por cada punto de condición corporal; ULB: Unidad Lastre Bovino, INRA (1990)) debido fundamentalmente al efecto negativo sobre el apetito del incremento de lípidos en sangre; 3°. La ganancia de peso se hace más rica en grasa y la eficiencia de utilización de la energía metabolizable disminuye. En la práctica, el factor que se podría manejar en las explotaciones para intentar modular el efecto de los 3 principios citados sería el nivel de alimentación (García y Agabriel, 2007).

Sistemas de cebo y factores que condicionan los rendimientos productivos, la calidad de la canal y la calidad sensorial de la carne

En las Tablas 3 y 4 se recoge información sobre algunos ensayos de acabado de vacas de desecho de raza Frisona/Holstein. Algunos datos han sido calculados a partir de información recogida en las publicaciones.

Objetivo del cebo y momento del sacrificio

En la bibliografía se encuentran dos tipos de trabajos, aquellos en los que se estudian los rendimientos productivos, la calidad de la canal y/o de la carne después de periodos de acabado de duración determinada (Vestergaard *et al.*, 2007; Franco *et al.*, 2009) y aque-

Tabla 3. Condiciones de los ensayos de algunos ejemplos de trabajos sobre acabado de vacas de reforma de rebaños lecheros
 Table 3. *Experimental conditions in some research studies on dairy cull cow finishing*

Factores estudiados	Dietas / Manejo	Alimentos UFL ¹ y g PB ² / kg MS ³	Ración UFL ¹ /kg MS ³	Objetivos del cebo
Acabado en pasto				
Irlanda: Minchin <i>et al.</i> (2010)	Estrategia de invernada antes del acabado en pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Secado + Silo de hierba <i>ad libitum</i>, 84 días Pastoreo hasta sacrificio • Secado + Silo de hierba 75% Paja 25% <i>ad lib.</i>, 84 d Pastoreo hasta sacrificio • Ordeño + Silo de hierba <i>ad lib.</i> y 6 kg concentrado 84 d Secado, pastoreo hasta sac. 		Peso Vivo > 620 kg Canal fría > 270 kg Engrasamiento ≥ 3 Conformación > P+
Acabado en estabulación				
Canadá: Jones y McLeod (1981); Jones (1983)	Edad <8 dientes permanentes >8 dientes permanentes	Secado y ración <i>ad libitum</i> 70% ensilado de grano de maíz, 30% ensilado leguminosas	Ensilado leguminosas: 35% MS, 18% PB Ensilado grano maíz: 74% MS, 11% PB	Sacrificio de 2 animales por lote cada 7 días a partir de los 68 días
Dinamarca: Vestergaard <i>et al.</i> (2007)	Duración del acabado: 2 vs. 4 meses	Mezcla completa: cebada, melaza, pulpa de remolacha, torta de soja y paja	0,81 UFL; 130 g PB 0,81	
Irlanda: Minchin <i>et al.</i> (2009)	Proporción de concentrado de la ración	Ensilado de hierba <i>ad libitum</i> + 0, 3, 6, 9 kg de concentrado	Silo de hierba: 0,82 UFL; 146 g PB Concentrado: 1,08 UFL; 124 g PB	Peso Vivo > 620 kg Canal fría > 270 kg Engrasamiento ≥ 3 Conformación ≥ P+

¹ UFL: Unidades Forrajeras Leche; ² PB: Proteína Bruta; ³ MS: Materia Seca.

Tabla 3. Condiciones de los ensayos de algunos ejemplos de trabajos sobre acabado de vacas de reforma de rebaños lecheros (continuación)
 Table 3. *Experimental conditions in some research studies on dairy cull cow finishing (continuation)*

Factores estudiados	Dietas / Manejo	Alimentos UFL ¹ y PB ² / kg MS ³	Ración UFL ¹ /kg MS ³	Objetivos del cebo	
España: Moreno <i>et al.</i> (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Condición corporal inicial: alta >2,5; baja < ,5 • Dieta 	<ul style="list-style-type: none"> • Silo de maíz + concentrado • Pastoreo + heno 	Silo maíz: 0,97 UFL; 74,1 g PB Concentrado: 1,14 UFL; 157 g PB Pastoreo: 1,1 UFL; 65g PB Heno: 0,79 UFL; 75 g PB	0,99	Peso Vivo~ 820 kg Engrasamiento ~ 4 Conformación ≥ O
Sistema mixto					
España: Franco <i>et al.</i> (2009)	Duración del acabado en estabulación después de un periodo de pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Pastoreo 42 días • Pastoreo 42 días / Silo de maíz <i>ad libitum</i> + 3 kg de concentrado 34 días • Pastoreo 42 días / Silo de maíz <i>ad libitum</i> + 3 kg de concentrado 62 días 	Pasto: 0,90 UFL; 96 g PB Silo de maíz: 0,69 UFL; 73,2 g PB Concentrado: 1,2 UFL; 162 g PB	1,06	

¹ UFL: Unidades Forrajeras Leche; ² PB: Proteína Bruta; ³ MS: Materia Seca.

Tabla 4. Resultados productivos, características de la canal y contenido en grasa intramuscular de la carne obtenidos en algunos trabajos sobre acabado de vacas de desecho de rebaños lecheros
 Table 4. Performance, carcass characteristics and intramuscular fat content obtained in some research studies on dairy cull cow finishing

	N	Edad (años)	Días acabado	GMD ¹ (kg/día)	PV ² Inicial (kg)	PV ² Final (kg)	Canal Fria (kg)	CC ³ Inicial (1-5)	CC ³ Final (1-5)	Conf. Canal (SEUROP)	Grasa Canal (1-5)	GIM (%) ⁴	UFL ⁵ totales /vaca
• Jones y McLeod (1981), Jones (1983)													
Control "jóvenes"	6	< 3	0	-	-	-	239 ^a	-	-	-	-	-	-
Control "maduras"	6	> 3-4	0	-	-	-	266 ^a	-	-	-	-	-	-
Acabado "jóvenes"	12	< 3	68-103	1,37	483 ^a	597 ^a	293 ^b	-	-	-	-	-	-
Acabado "maduras"	12	> 3-4	68-103	1,49	528 ^b	654 ^b	318 ^b	-	-	-	-	-	-
• Minchin et al. (2010)													
Control	14	5,7	0	-	599	599 ^a	251 ^a	2,8	2,8 ^a	P ^a	1 ^{+a}	2,1 ^a	-
Secado + Silo hierba + Pastoreo	14	5,7	115	0,81 ^a	604	695 ^b	322 ^b	2,8	3,6 ^c	P ^{+b}	3 ^b	3,6 ^b	1455 ^a
Secado + Silo de hierba 75% Paja 25% + Pastoreo	14	5,7	148	0,71 ^a	609	714 ^b	329 ^b	2,6	3,5 ^b	P ^{+b}	3 ^{-b}	3,4 ^b	1984 ^b
Ordeño + Silo-Concentrado + Secado + Pastoreo	14	5,7	153	0,44 ^b	620	685 ^b	319 ^b	2,8	3,5 ^b	P ^{+b}	3 ^{-b}	3,6 ^b	2400 ^c
• Vestergaard et al. (2007)													
Acabado 0 meses	43	*	0	-	537	552 ^a	243 ^{†a}	2,7	2,7 ^a	O ^a	2 ^a	2,6 ^a	-
Acabado 2 meses	41	*	58	1,16	558	624 ^b	289 ^{†b}	-	3,6 ^b	R ^b	3 ^b	3,7 ^b	-
Acabado 4 meses	41	*	122	1,16	560	696 ^c	330 ^{†c}	-	4,2 ^c	U ^c	3,7 ^c	5,5 ^c	-

GMD¹: ganancia media diaria de peso vivo; PV²: peso vivo; CC³: condición corporal; GIM⁴: grasa intramuscular; UFL⁵: Unidades Forra-
 jeras Leche; †: Peso canal caliente menos 2%; ††: valores estimados (INRA, 2007); ®: Transformación de una escala de 1 a 9 a una escala
 de 1 a 5. *: 1 a 8 lactaciones; ^{a, b, c}: distintos superíndices dentro de los resultados de un ensayo indican diferencias estadísticamente
 significativas (p<0,05).

Tabla 4. Resultados productivos, características de la canal y contenido en grasa intramuscular de la carne obtenidos en algunos trabajos sobre acabado de vacas de desecho de rebaños lecheros (continuación)
 Table 4. Performance, carcass characteristics and intramuscular fat content obtained in some research studies on dairy cull cow finishing (continuation)

	N	Edad (años)	Días acabado	GMD ¹ (kg/día)	PV ² Inicial (kg)	PV ² Final (kg)	Canal Fria (kg)	CC ³ Inicial (1-5)	CC ³ Final (1-5)	Conf. Canal (SEUROP)	Grasa Canal (1-5)	GIM (%) ⁴	UFL ⁵ totales /vaca
• Minchin et al. (2009)													
Silo hierba + 0 kg concentrado	17	5	122	0,71 ^a	613	699	324	2,7	3,5	P+	3	7,1	1264
Silo hierba + 3 kg concentrado	17	5	108	0,91 ^a	604	703	317	2,7	3,5	P+	3	5,6	1232
Silo hierba + 6 kg concentrado	17	5	95	1,14 ^b	601	708	321	2,6	3,5	P+	3	5,5	1247
Silo hierba + 9 kg concentrado	17	5	84	1,15 ^b	602	698	323	2,7	3,5	O-	3	5,7	1244
• Moreno et al. (2012)													
CC <2,5													
Silo de maíz + concentrado	7	5,3 ^a	205 ^a	1,06 ^a	582 ^a	801	391	<2,5 [⊕]	-	R-	4-	13,6	3887 ^a
Pastore + Heno	5	4,2 ^a	243 ^a	0,93 ^b	562 ^a	788	387	<2,5 [⊕]	-	R-/O+	4	7,9	3538 ^a
CC >2,5													
Silo de maíz + concentrado	7	8,2 ^b	133 ^b	1,03 ^a	695 ^b	831	398	>2,5 [⊕]	-	R-/O+	4-	7,8	2527 ^b
Pastore + Heno	7	7,0 ^b	153 ^b	0,71 ^b	743 ^b	850	413	>2,5 [⊕]	-	O+	4-	9,2	2225 ^b
• Franco et al. (2009)													
Pasto 42 d	6	8,8	42	1,46 ^a	679	769	299 [†]	-	-	O/O-	3	6,0 ^a	639 ^{††}
Pasto 42 d + Silo de maíz/concentrado 34 d	6	7,7	76	1,31 ^{ab}	653	762	323 [†]	-	-	O	4	6,8 ^{ab}	1046 ^{††}
Pasto 42 d + Silo de maíz/concentrado 62 d	6	8,7	104	1,07 ^b	633	751	326 [†]	-	-	O+/R-	4	8,5 ^b	1466 ^{††}

GMD¹: ganancia media diaria de peso vivo; PV²: peso vivo; CC³: condición corporal; GIM⁴: grasa intramuscular; UFL⁵: Unidades Forra-
 jeras Leche; †: Peso canal caliente menos 2%; ††: valores estimados (INRA, 2007); ⊕: Transformación de una escala de 1 a 9 a una escala
 de 1 a 5. *: 1 a 8 lactaciones; a, b, c: distintos superíndices dentro de los resultados de un ensayo indican diferencias estadísticamente
 significativas (p<0,05).

llos en los que se fija un objetivo de peso vivo y/o engrasamiento que determina el momento del sacrificio (Minchin *et al.*, 2009, 2010; Moreno *et al.*, 2012) (Tabla 3).

Minchin *et al.* (2009; 2010) sitúan, según las exigencias del mercado en Irlanda, el objetivo del cebo, y por tanto el momento de sacrificio, en la obtención de canales con un peso superior a 270 kg, una conformación superior a P+ (Clasificación SEUROP), y un engrasamiento de la canal mayor o igual a 3 (Escala 1 a 5) (Reglamento (CE) nº 1249/2008). En el trabajo de Moreno *et al.* (2012), el objetivo a conseguir con el proceso de cebo fue obtener una conformación de la canal mayor o igual a O y un engrasamiento de 4.

Alcanzar estos objetivos supuso en los trabajos de Minchin *et al.* (2009) y Moreno *et al.* (2012), respectivamente (Tabla 4), alcanzar en los animales un peso vivo mínimo de 620 frente a 820 kg, una duración media del periodo del cebo de 102 frente a 184 días y un consumo medio de energía por animal 1304 UFL (unidad forrajera lastre) frente a 3044 UFL (UFL: 1700 kilocalorías de energía neta para la producción de leche o contenido en energía neta para la producción de leche de 1 kg de cebada de referencia). Estas cifras muestran la importancia de fijar un objetivo de cebo y conocer las implicaciones de dicho objetivo en términos de duración del cebo, costes de alimentación y su relación con las características de la carne y las expectativas de los consumidores.

Sistemas de cebo

Acabado de vacas lecheras durante la lactación

El acabado de las vacas lecheras al final de su vida productiva se inicia habitualmente después del secado pero también puede llevarse a cabo durante la etapa final de la lactación. En este caso, la vaca permanecería en or-

deño, recibiendo la dieta habitual y un suplemento energético adicional en forma de concentrado. En la bibliografía no se encuentran muchos trabajos utilizando esta estrategia de acabado, también poco habitual en las explotaciones comerciales, pese a que podría permitir un buen índice de conversión de los alimentos gracias a la producción simultánea de leche. Malterre (1986) comparó dos estrategias de acabado: administración de 3 UFL/día suplementarias durante los últimos 75 días de lactación frente a mantenimiento de la lactación sin suplementación y cebo durante 60 días post-secado (aporte de 3 UFL por encima de mantenimiento/animal/día). La ganancia media diaria de las vacas acabadas sin secado previo fue de 600 g/animal/día y de 800 g/animal/día en las acabadas después del secado. En las condiciones de dicho ensayo, la estrategia de cebo post-secado permitió obtener 24 kg más de canal (314 vs. 338 kg) y un mayor engrasamiento (32,2 vs. 30,6% de grasa de disección en la chuleta de la 6ª costilla) pero implicó producir 65 kg menos de leche, un consumo suplementario de 280 UFL y que los animales permaneciesen 80 días más en la explotación. El acabado durante el final de la lactación tiene como requisito que los animales presenten un buen estado corporal al iniciar el último cuarto de la lactación (Malterre, 1986).

Acabado de vacas lecheras secas

En el caso del acabado de vacas secas, los sistemas podrían dividirse en sistemas en estabulación, en pastoreo y mixtos. Dentro de los sistemas de acabado en estabulación podemos encontrar trabajos con dietas muy diversas y en los que se estudia el efecto de factores de producción también diversos (Tabla 3). Por ejemplo, Minchin *et al.* (2009) estudiaron el efecto de añadir distintas cantidades de concentrado (desde 0 hasta 9 kg/animal/día) a una ración base de silo de hierba. Vestergaard *et al.* (2007) estudiaron el efecto de la

administración durante 2 o 4 meses de una mezcla completa constituida por cebada, pulpa de remolacha, torta de soja y paja. Moreno *et al.* (2012) compararon dos dietas de acabado, silo de maíz más concentrado o pastoreo (ensilado de mazorcas de maíz completas –grano, zuro y espátas–) más heno, administradas a vacas con alta o baja condición corporal. En la Tabla 4 se recogen los valores de algunos parámetros productivos y de calidad de la canal y el contenido en grasa intramuscular de la carne obtenidos con las distintas estrategias.

El coste de producción más importante del acabado de vacas de desecho es la alimentación. Diversos factores, entre los que se encuentran la elevación e inestabilidad del precio de los concentrados (Sineiro *et al.*, 2012), incrementan el riesgo de esta actividad de cebo. El pasto y el silo de hierba producido en la propia explotación puede ser la base de una ración más barata y sujeta a menos inestabilidad en países como Irlanda (Minchin *et al.*, 2010) pero también en algunas zonas de España, como la Cornisa Cantábrica, donde se sitúa, por otra parte, la mayoría del censo de vacas de leche (Tabla 1). Lee *et al.* (2009) estudiaron los resultados del acabado durante 84 días de vacas Frisona/Holstein con dos dietas constituidas exclusivamente por ensilado de alta calidad, en un caso de rai-grás (*Lolium perenne*) y en otro de trébol rojo (*Trifolium pratense*).

En cuanto a ejemplos de sistemas de acabado en pasto, Malterre (1986) recoge los resultados de un ensayo con 45 vacas Normandas acabadas en un pasto de primavera. Este sistema de acabado permitió obtener una ganancia media diaria de 800 g/animal a lo largo de un periodo de 84 días. Las elevadas ganancias de peso durante el primer mes de pastoreo (unos 1200 g/animal/día) permitieron alcanzar en ese periodo el engrasamiento suficiente para el sacrificio. Incrementar un mes más el acabado en pastoreo

permitió obtener 10 kg más de canal e incrementar muy ligeramente el engrasamiento. Alargar el cebo más allá de los dos meses no supuso ni un incremento del peso de la canal ni una mejora efectiva del engrasamiento de la misma. Siguiendo con los sistemas de acabado en pastoreo, Minchin *et al.* (2010) estudiaron el efecto de distintas estrategias de alimentación durante la invernada previa al acabado en pastoreo. Las estrategias comparadas fueron secado y alimentación con silo de hierba de alta calidad o con una mezcla del mismo silo y paja durante 84 días o continuar la lactación durante 77 días más y alimentación con silo de hierba y concentrado. En la Tablas 3 y 4 se recogen con más detalle las características del ensayo y algunos resultados.

El pasto es un recurso variable cuantitativa y cualitativamente lo que unido a dificultades relacionadas con la estructura de las explotaciones (disponibilidad de superficie y dimensión y situación de las parcelas) puede hacer que los sistemas de acabado en pastoreo exclusivamente sean en ocasiones difíciles del llevar a cabo. Sistemas mixtos, como el estudiado en Franco *et al.* (2009), en los que se combina una etapa inicial de pastoreo y un acabado en estabulación pueden ser interesantes para algunas explotaciones. Estos autores compararon los rendimientos productivos, la calidad de la canal y de la carne, obtenidos siguiendo tres estrategias de acabado de vacas secas: pastoreo durante 42 días o pastoreo durante el mismo periodo más acabado en estabulación con una dieta a base de silo de maíz y 3 kg de concentrado durante 34 o 62 días (Tablas 3 y 4). Las ganancias medias diarias durante el periodo inicial de pastoreo fueron altas (1,4 kg/animal/día) y se redujeron en la etapa de acabado en estabulación (1,02 y 0,94 kg/animal/día para los lotes acabados 34 y 62 días, respectivamente). La realización de un acabado después del pastoreo implicó un incre-

mento en los valores medios de la conformación y el engrasamiento (Tabla 4) pero no se observaron diferencias entre tratamientos, lo que podría deberse, entre otros factores, a una alta variabilidad intragrupos. Tampoco se observaron diferencias entre tratamientos en el peso del lomo pero sí en el rendimiento canal que se incrementó al realizar un acabado posterior al pastoreo y al incrementarse dicho acabado de 34 a 62 días (39,5; 43,4 y 49,4%, respectivamente). Otra forma de valorar el efecto de la estrategia de acabado sobre la calidad de la canal es contabilizar el número de canales que pasan un determinado umbral de conformación y engrasamiento. Un posible umbral es una clasificación $\geq R3$ a partir de la cual, según los autores, las canales entran en una categoría de calidad superior con diferencial de precio. Ninguna canal alcanzó este umbral con el acabado de 42 días en pastoreo, 1 (17%) al complementar el pastoreo con 32 días de acabado en estabulación y 4 (67%) al complementarlo con 64 días.

Factores que condicionan los rendimientos productivos, la calidad de la canal y la calidad sensorial de la carne

Dieta-Sistema de manejo

El incremento de peso vivo y la condición corporal en el momento del sacrificio están relacionados con el grado de engrasamiento del animal y por tanto con la evolución de los rendimientos productivos y con las características de la canal y de la carne. En consecuencia, la valoración del efecto de la dieta y/o el sistema de manejo sobre los rendimientos productivos, las características de la canal o de la carne debe hacerse comparando animales sacrificados con el mismo peso vivo y condición corporal. Moreno *et al.* (2012) estudiaron el efecto de dos dietas con una concentración energética similar, silo de maíz y concentrado vs. pastoreo y heno (0,99 vs. 1,06 UFL/kg de materia seca, respectiva-

mente; Tabla 3), en vacas sacrificadas al alcanzar 1,1 cm de espesor de grasa en la zona del lomo a la altura de la 12-13 vértebra torácica. Los lotes alimentados con silo de maíz y concentrado presentaron ritmos de crecimiento superiores y valores medios superiores de ingestión total de materia seca y de UFL por vaca e inferiores de días de duración del acabado (diferencias estadísticamente no significativas), lo que indicaría que el consumo de kg de ración por animal y día fue inferior en los animales alimentados con pastoreo y heno (Tabla 4). En las condiciones descritas (sacrificio al alcanzar un grado de engrasamiento común a todos los lotes), no se observó ningún efecto significativo de la dieta sobre las características de la canal ni sobre el contenido en grasa intramuscular de la carne. Lee *et al.* (2009) obtuvieron valores de ganancia media diaria relativamente altos y similares en dos grupos de vacas alimentadas durante 84 días con silo de raigrás o silo de trébol violeta a libre disposición (1,26 y 1,17 kg/animal/día, respectivamente). Estos autores no observaron diferencias entre los dos lotes en las características de la canal, ni en el color, la resistencia al corte o el contenido en grasa intramuscular de la carne. Aunque en la valoración por un panel de catadores la aceptabilidad global no difirió entre tratamientos, el descriptor "sabor a pescado" obtuvo una puntuación superior en los animales alimentados con silo de trébol rojo.

En la Tabla 5 se recogen los resultados obtenidos en dos ensayos en los que se compararon varias dietas y dos pautas generales de manejo, acabado en estabulación (Minchin *et al.*, 2009) y acabado en pastoreo (Minchin *et al.*, 2010), en animales sacrificados al superar un umbral de peso vivo de 620 kg y de condición corporal de 3,5. En estas condiciones, ni la dieta ni el binomio dieta-manejo tuvieron efecto sobre la conformación y el engrasamiento de la canal, el % de carne vendible, el % que supone el cuarto trasero sobre la

media canal o el rendimiento de la canal (Tabla 5). Los resultados de Minchin *et al.* (2009), recogidos en la Tabla 5, también indican, en general, un efecto reducido del nivel de suplementación con concentrado sobre los parámetros de color del músculo y de la grasa, la resistencia al corte y el contenido en grasa intramuscular, cuando se fija el peso vivo y la condición corporal al sacrificio. La duración del periodo de acabado necesario para alcanzar los objetivos fijados se vio claramente afectada por el nivel de suplementación con concentrado. La comparación de los resultados obtenidos en los trabajos de Minchin *et al.* (2009; 2010) (Tabla 5) indicaría que en la práctica podría darse más bien un efecto del binomio dieta-manejo (forrajes conservados y concentrado en estabulación vs. hierba verde en pastoreo, respectivamente) sobre los citados parámetros de caracterización de la carne y de la grasa. Minchin *et al.* (2010) obtuvieron mayores valores medios de luminosidad e índice de rojo del músculo, de resistencia al corte y de índice de amarillo de la grasa y menor contenido en grasa intramuscular que Minchin *et al.* (2009).

La naturaleza de los alimentos o el nivel de alimentación parecen tener un efecto poco importante sobre las características de la canal y de la carne de vacas de desecho sacrificadas con un mismo estado de engrasamiento. El nivel de alimentación afectaría principalmente al parámetro productivo días de acabado. Dependiendo de los casos (recursos de la explotación, coste de uso de las instalaciones y de la mano de obra, disponibilidad de sitio, precio/kg de canal, etc.), podría compensar administrar una ración con un menor contenido energético utilizando materias primas más baratas o producidas en la explotación, aunque ello implique alargar el periodo de acabado.

En la bibliografía no se encuentran trabajos en los que se evalúe el efecto de la relación proteína/energía de la ración sobre el acabado de vacas de razas lecheras. Este factor tampoco

ha sido muy estudiado en vacas de razas cárnicas. Roux *et al.* (1993) compararon tres niveles de contenido en proteína de la ración (90, 120, 160 g de proteína digestible en el intestino (PDI)/UFL) en vacas de raza Charolesa. Estos autores observaron que incrementar el contenido en proteína por encima de las recomendaciones del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) (90 g PDI/UFL; INRA 1990; 2007) no supuso mejoras con trascendencia productiva en la ganancia de peso vivo, en la composición de la canal o en las características sensoriales de la carne. Considerando las diferencias en el patrón de deposición de músculo y grasa entre razas cárnicas y lecheras, incrementar el contenido en proteína de la ración podría tener incluso menor trascendencia en vacas de razas lecheras.

Edad

En general, se considera que las vacas de mayor edad presentan valores de ganancias de peso vivo inferiores a las de menor edad asociados a una mayor deposición de grasa, menor capacidad de ingestión y mayores necesidades de mantenimiento (Cabaraux *et al.*, 2005). Si bien en la práctica esto es cierto en vacas de razas cárnicas, con una vida productiva más larga, no lo es tanto en razas lecheras en las que la mayoría de los animales se eliminan antes de los 8-9 años de edad, punto a partir del cual empiezan a ser más notables los efectos de este factor sobre los rendimientos productivos y las características de la canal (Malterre, 1986; Bastien y Brouard-Jabet, 2000). Varios autores han estudiado el efecto de la edad sobre el acabado de vacas lecheras de desecho. Los resultados obtenidos varían según los rangos de edad comparados. Jones y McLeod (1981) compararon dos grupos de vacas, uno con menos de 8 dientes permanentes (edad aproximada, menos de tres años), denominadas "jóvenes", y otro con 8 dientes permanentes o más (edad aproximada, mayores de 3-4 años), denomi-

Tabla 5. Efecto de la dieta y el sistema de manejo (acabado en pasto o en estabulación) sobre los rendimientos productivos y las características de la canal y de la carne
 Tabla 5. Effect of diet and management system (grazing vs stall feeding) on performance, carcass and meat characteristics

	Minchin et al. 2009				Minchin et al. 2010	
	SH+0kg [†]	SH+3 kg [†]	SH+6 kg [†]	SH+9 kg [†]	Control [‡]	SH + Pasto
Peso vivo final (kg)	699	703	708	698	599 ^a	714 ^b
Condición corporal final (1-5)	3,5	3,5	3,5	3,5	2,8 ^a	3,5 ^b
Días	122	108	95	84	-	148
Conformación de la canal (SEUROP)	P+	P+	P+	O-	P ^a	P+ ^b
Engrasamiento de la canal (1-5)	3	3	3-	3-	1+ ^a	3- ^b
Proporción de carne vendible	0,73	0,74	0,73	0,73	0,71 ^a	0,75 ^b
Proporción ¼ trasero de la ½ canal	0,51	0,50	0,50	0,49	0,50	0,50
Proporción peso canal sobre peso vivo	0,45	0,46	0,46	0,46	0,42 ^a	0,46 ^b
Kg de carne vendible del ¼ trasero	58,7	60,5	59,9	59,7	45,4 ^a	63,6 ^b
<i>Ms. Longissimus dorsi</i>						
Luminosidad (L*)	32,2 ^a	33,8 ^b	33,3 ^b	32,1 ^a	36,4	38,4
Índice de rojo (a*)	11,5	11,3	11,7	11,0	11,7 ^a	13,6 ^b
Resistencia al corte (kg/cm ²)	11,6	10,7	11,4	10,9	14,7	13,7
Grasa intramuscular (%)	7,1	5,6	5,5	5,7	2,1 ^a	3,4 ^b
Grasa subcutánea						
Luminosidad (L*)	69,2	70,6	70,8	69,6	67,4	68,0
Índice de amarillo (b*)	19,6 ^a	18,6 ^{ab}	18,8 ^{ab}	17,5 ^b	21,9	24,5

[†]SH+0kg, SH+3kg, SH+6kg, SH+9kg: Silo de hierba más 0, 3, 6 o 9 kg de concentrado/vaca/día, respectivamente; [‡]Control: animales sacrificados después del secado sin un periodo de acabado. [⊕]SH: silo de hierba; ^{a, b, c}: distintos superíndices dentro de los resultados de un ensayo indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

nadas "maduras", ambas con un baja condición corporal al inicio del estudio y alimentadas tras el secado con una dieta de alto contenido energético durante un periodo medio de 89 días (de 68 a 103) (Tabla 3). En las condiciones del citado ensayo, la edad no tuvo efecto ni sobre la ganancia de peso vivo ni sobre la eficiencia de conversión de los alimentos (Tabla 4). Las vacas "maduras" presentaron valores de peso vivo inicial y final y de canal superiores. En torno al 40% de la ganancia de peso de la canal fue en ambos grupos músculo, correspondiendo el 60% restante fundamentalmente a grasa disecionable y una pequeña cantidad de hueso, lo que indica que "jóvenes" y "maduras" acumularon grasa en la canal a un ritmo similar. La ausencia de diferencias entre los dos grupos pudo ser debida a la escasa diferencia de edad. Así, mientras Minchin *et al.* (2009) sí observaron diferencias en la ganancia de peso vivo entre primíparas y vacas con 7 lactaciones o más (1,2 vs. 0,71 kg/animal/día, respectivamente), Vestergaard *et al.* (2007) no observaron diferencias entre primíparas y vacas con 5 o más lactaciones. Estos autores indican, sin embargo, que en las vacas de más de un parto el periodo de cebo para alcanzar el engrasamiento necesario podría ser más corto. Moreno *et al.* (2012) no observaron diferencias en la ganancia de peso en dos grupos de vacas con una edad media de 4,7 vs. 7,5 años, sacrificadas con el mismo estado de engrasamiento, pero sí observaron diferencias en la longitud de la canal y en el área del lomo, que fueron superiores en las vacas de más edad.

Shemeis *et al.* (1994a,b) compararon las características de la canal y de la carne de vacas de tres grupos de edad: *muy jóvenes* (menores de 3 años), *jóvenes* (entre 3 y 4,5 años) y *maduras* (mayores de 4,5 años). Estos autores no observaron efectos de la edad sobre la conformación y el engrasamiento de la canal, pero sí sobre la clasificación de la canal por

color (valores superiores, color amarillo más oscuro, al aumentar la edad), el área del lomo y el grosor de la capa de grasa que lo recubre (valores superiores al aumentar la edad). En el grupo "maduras" el % que supuso el peso de la canal sobre el peso vivo vacío fue inferior al resto de grupos (57,5 vs. 59,4 y 59,3%) y fue, por el contrario, superior el % que supuso el peso de la cabeza, la ubre y otros órganos (23,1 vs. 20,7 y 20,8%). No se observaron efectos de la edad sobre otros parámetros considerados para estudiar la distribución de la grasa en la canal y no canal y tampoco en la relación músculo:hueso. Sí se observó que un menor % del músculo total correspondía en las vacas mayores de 4,5 años a piezas de 1ª categoría (46,1 vs. 47,1 y 47,2%) y que un mayor % correspondía a piezas de 3ª categoría (25,3 vs. 24,6 y 24,3%). Aunque las diferencias fueron cuantitativamente pequeñas y posiblemente carentes de implicaciones comerciales, de acuerdo con este resultado, Jones (1983) también observó que, para un mismo peso de canal, en vacas de más edad los músculos del cuello suponían un mayor % del peso total y en vacas más jóvenes suponían un mayor % los músculos de la zona de la cadera. Shemeis *et al.* (1994a,b) no observaron efecto de la edad sobre la saturación del color del músculo *Longissimus dorsi* ni sobre su contenido en grasa intramuscular, pero sí sobre la fuerza de resistencia al corte de carne madurada 72 h, que fue superior en el grupo "maduras" (8,0 vs. 6,0 y 5,0 kg para los grupos "jóvenes" y "muy jóvenes", respectivamente).

Seegers *et al.* (1998) estudiaron el efecto de distintos factores, entre ellos el número de lactaciones, sobre el peso de la canal de vacas Frisona/Holstein procedentes de 84 granjas comerciales del oeste de Francia. Estos autores observaron que las vacas con entre 4 y 6 lactaciones presentaban pesos de canal superiores a aquellas tanto con menor como con mayor número de lactaciones. Estos re-

sultados coinciden en gran medida con las observaciones de Bastien y Brouard-Jabet (2000). Estos autores recogieron la edad, el peso de la canal y la conformación y el engrasamiento de 115.340 vacas Holstein sacrificadas en mataderos del oeste de Francia. Observaron que un 45% de las vacas tenían menos de 5-6 años y un 89% menos de 8-9 años, que el peso medio de las canales se incrementaba hasta los 7 años de edad y luego disminuía y que a partir de este punto también se iniciaba un descenso en la conformación y el engrasamiento que se acentuaba a partir de los 12 años de edad.

Bastien *et al.* (2002) compararon la terneza de la carne madurada durante 10 días de vacas Normandas de dos grupos de edad, 3,5-5 años y 9-11 años, sacrificadas con el mismo estado de engrasamiento, con el fin de determinar la necesidad de introducir o no limitaciones en la edad de sacrificio en las normas de calidad de carne de vacuno mayor. Estos autores no observaron un efecto atribuible a la edad y constataron una gran variabilidad de la terneza dentro de cada grupo de edad. Xiong *et al.* (2007) sí observaron una disminución de la terneza con la edad en carne madurada durante 1 a 10 días procedente de vacas Angus x Simmental de 2-4 años, 6-8 años y 10-12 años. Comparando la intensidad de la proteólisis que se produjo durante la maduración, observaron una desestructuración más rápida y extensa de las miofibrillas en el grupo de menor edad. También observaron un incremento de la sensibilidad a la oxidación de los lípidos a medida que aumentaba la edad de las vacas. Según estos autores, en los animales de más edad la actividad de la calpaína (una enzima especialmente sensible a la oxidación) podría verse reducida como consecuencia de la menor capacidad antioxidante del músculo de estos animales, lo que reduciría la degradación proteica que se produce durante la maduración de la carne e incrementaría la dureza.

Duración del acabado y condición corporal en el sacrificio

La duración del acabado y la condición corporal de los animales en el sacrificio son, en la mayoría de los casos, dos factores con una fuerte correlación positiva cuyo efecto no es posible separar. Shemeis *et al.* (1994a,b) compararon las características de la canal y de la carne de tres grupos de vacas con distinta condición corporal (escala 1-5) en el momento del sacrificio: *delgadas* (< de 3), *normales* (entre 3 y 4) y *gordas* (mayor de 4). Los valores de las variables conformación, engrasamiento, área del lomo, % de peso canal sobre peso vivo vacío, % de grasa diseccionable de la canal y relación músculo:hueso se incrementaron con la condición corporal. Por el contrario, los valores del color de la canal y % de peso de la cabeza, ubre y otros órganos sobre el peso vivo vacío disminuyeron al aumentar la condición corporal. A medida que se incrementó la condición corporal, la grasa abdominal supuso un mayor % del peso vivo vacío y del total de grasa corporal, el % del músculo total correspondiente a piezas de 1ª categoría disminuyó y aumentó el correspondiente a piezas de 3ª categoría. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Jones (1983) y sugieren que el alargamiento del periodo de acabado más allá de un límite de tiempo y/o condición corporal implica una mayor deposición de grasa en la no canal y un desarrollo muscular más centrado en partes de la canal con mayor proporción de piezas de menor valor comercial. La condición corporal tuvo efecto sobre algunas características de la carne, así, al disminuir la condición corporal también disminuyó la saturación del color (parámetro C*) y el contenido en grasa intramuscular (2,2; 3,4 y 4,7% para los grupos "delgadas", "normales" y "gordas", respectivamente). Sin embargo, no se observó efecto de la condición corporal sobre la resistencia al corte de la carne.

Vestergaard *et al.* (2007) estudiaron el efecto de la realización o no de un periodo de acabado y de su duración (2 vs. 4 meses). Estos autores no observaron diferencias en la ganancia de peso entre los dos periodos de acabado (1,16 kg/animal/día) pero observaron una gran variabilidad entre animales (entre 0,6 y 1,8 kg/animal/día) dependiendo, entre otros factores, de la cuantía de la pérdida de peso durante el periodo de secado (a mayores pérdidas durante el secado mayor velocidad de recuperación de peso durante el cebo). Como era de esperar, los dos periodos de acabado supusieron un incremento de la condición corporal, del rendimiento canal y del peso, la conformación y el engrasamiento de la canal (Tabla 4). Sin embargo, es interesante destacar que el ritmo de mejora de estos parámetros fue menor entre los 2 y 4 meses que en los 2 primeros meses. Así, la condición corporal, el peso de la canal, la conformación y el engrasamiento se incrementaron en 0,9 puntos, 47 kg, 1,12 y 1 puntos, respectivamente, en el 1º periodo y en 0,6 puntos, 42 kg, 1,03 y 0,7 puntos en el 2º. Por el contrario, la velocidad de deposición de grasa en la no canal se incrementó en el 2º periodo respecto al 1º (10,6 vs. 5,7 kg, respectivamente). De acuerdo con estos resultados, el 72% del incremento de peso vivo correspondió a un incremento del peso de la canal en el 1º periodo y el 65% en el 2º. Coincidiendo con las observaciones de Sheeis *et al.* (1994a) y Jones (1983) en cuanto al mayor desarrollo del tercio delantero respecto a la zona dorsal y trasera en este tipo de animales a medida que avanza el cebo, Vestergaard *et al.* (2007) observaron que aunque en términos absolutos el peso del corte de pistola (cuarto trasero con una parte del lomo y el solomillo) se incrementó con la duración del acabado, el % que suponía este corte respecto al peso total de la canal disminuía a medida que aumentaba la duración del acabado. El incremento del periodo de acabado también implicó un incremento del veteado de la carne y del contenido en grasa

intramuscular (2,6; 3,7 y 5,5% para los lotes de 0, 2 y 4 meses de acabado, respectivamente). En este ensayo, el acabado implicó un incremento de los valores luminosidad, índice de rojo e índice de amarillo del músculo *Longissimus dorsi*. Sin embargo, incrementar la duración del acabado de 2 a 4 meses no afectó a estos parámetros de color. Finalmente, estos autores no observaron diferencias entre los animales control (sacrificados sin un periodo de acabado) y los acabados durante 2 o 4 meses en la resistencia al corte de carne madurada durante 16 días, ni en los parámetros terneza, jugosidad y masticabilidad valorados por un panel de catadores.

En conjunto, los resultados expuestos indicarían que la evolución de muchos parámetros productivos y de calidad de la canal y de la carne no es lineal a lo largo del periodo de cebo y que existiría un punto a partir del cual es necesario valorar si las mejoras en la calidad de la canal y de la carne obtenidas compensan los mayores costes de producción. En el ensayo de Vestergaard *et al.* (2007), con un manejo de la canal dirigido a maximizar la calidad sensorial de la carne (estimulación eléctrica de bajo voltaje, oreo a 10°C durante las primeras 12 horas postsacrificio), no se observó una mejora de parámetros como la terneza o la jugosidad en función de la duración del acabado, pese a las diferencias en otros parámetros como el engrasamiento de la canal o el contenido en grasa intramuscular de la carne. Stelzleni *et al.* (2007) tampoco observaron diferencias en la terneza (ni evaluada de forma instrumental ni por un panel de catadores) de la carne de vacas lecheras de desecho comerciales clasificadas por expertos del matadero en dos grupos "con/sin aspecto de haber recibido un periodo de acabado" pese a que sí presentaban diferencias en otros parámetros indicadores del grado de engrasamiento de la canal como en el veteado de la carne (Patten *et al.*, 2008). Jeremiah *et al.* (1996) observaron que las correlaciones entre veteado

y/o espesor de la grasa dorsal y palatabilidad no son altas cuando se supera un umbral de engrasamiento. Según estos autores, por ejemplo, con un espesor de grasa dorsal de entre 7,6 y 10,2 mm a la altura de la 12-13 costilla, el 90% de las muestras presentaban una buena palatabilidad.

Manejo post-sacrificio de las canales y de la carne

El efecto de la duración del acabado sobre la calidad sensorial de la carne puede verse modulado por otros factores como el tiempo de maduración. Así, Franco *et al.* (2009) observaron valores inferiores de fuerza máxima de corte del músculo *Longissimus dorsi* de vacas con un periodo de acabado de 62 frente a 34 días cuando se evaluaba después de 1 y 7 días de maduración, pero estas diferencias desaparecían a partir de los 14 días de maduración. En líneas generales, en el mismo ensayo (Franco *et al.*, 2009), las diferencias en los valores de luminosidad y saturación desaparecieron a partir de los 7 días de maduración, y en los valores del tono a partir de los 21 días.

Según algunos autores (Rider *et al.*, 2004; Vestergaard *et al.*, 2007; Minchin *et al.*, 2009, 2010), en animales adultos tiene una importancia mayor que en animales jóvenes maximizar la terneza debida a las características de las fibras musculares, optimizando aspectos del manejo postsacrificio como el protocolo de refrigeración en las primeras 24 horas postsacrificio o la maduración. Según estos autores, diversos efectos esperables del cebo en otros tipos de animales más jóvenes, como la dilución del colágeno debido a la hipertrofia de las fibras musculares o el incremento en la proporción de colágeno soluble, presentan en este tipo de animales (vacas adultas) una menor importancia. En este sentido, Patten *et al.* (2008) no observaron diferencias en el contenido en colágeno total entre vacas lecheras de desecho sacrificadas con o sin un periodo de acabado previo y tampoco en la terneza

de la carne pese a las diferencias en el contenido en grasa intramuscular.

Boleman *et al.* (1996) observaron que las diferencias en la dureza de la carne se minimizaban entre vacas con y sin un periodo de acabado aplicando estimulación eléctrica a las canales. Bastien *et al.* (2002) estudiaron el efecto de la suspensión pelviana de las canales sobre la terneza, valorada por un panel de catadores, de 5 músculos (*Longissimus dorsi*; *Gluteus medius*; *Adductor femoris*; *Semimembranosus* y *Gluteobiceps*) de vacas de desecho. La suspensión pelviana permitía un incremento de la terneza equivalente como mínimo a 9 días de maduración en todos los músculos salvo el *Gluteo biceps*. Además el estudio reveló que suspensión pelviana y maduración tenían efectos aditivos, permitiendo en las canales en las que se aplicaron los dos tratamientos obtener una carne más tierna que cuando se aplicó cualquiera de ellos por separado.

En la bibliografía pueden encontrarse trabajos sobre el efecto de otros métodos como el de ruptura del esqueleto en puntos concretos (Mandell *et al.*, 2006) antes de la instauración del *rigor mortis*, lo que permite mantener en extensión algunos músculos favoreciendo el alargamiento de los sarcómeros y la terneza de la carne de esos músculos. En los trabajos de Streiter *et al.* (2012) y Mandell *et al.* (2006), la aplicación de distintas variantes de este método a canales de vacas produjo un incremento en la longitud de los sarcómeros de los músculos *Longissimus lumborum* y *thoracis* que se tradujo en una mayor terneza. Los efectos no fueron claros en músculos de otras localizaciones, como el *Semimembranosus* o el *Semitendinosus*.

Restricción de la alimentación previa al acabado y ritmo de ganancia de peso

Algunos autores también han apuntado la posibilidad de que la terneza de la carne de las vacas sacrificadas sin un periodo de aca-

bado se pueda ver favorecida por un incremento en la actividad de la calpaína y/o una reducción en la actividad de la calpastatina, asociados al catabolismo muscular que implica la pérdida de peso que tiene lugar durante el secado (Schnell *et al.*, 1997). En este sentido, Vestergaard *et al.* (2007) observaron una correlación positiva entre pérdida de peso y terneza en las vacas del lote control (sacrificadas inmediatamente tras el secado sin un periodo de acabado). Therkildsen (2005) observó en añojos que la aplicación de un periodo de tres meses de restricción de la alimentación seguido de un periodo de realimentación de 5 a 8 semanas con ritmos altos de crecimiento favorecía la terneza de la carne posiblemente debido a un proceso de movilización proteica. Therkildsen *et al.* (2011) compararon la resistencia al corte después de varios periodos de maduración de dos músculos (*Longissimus dorsi* y *Semimembranosus*) de vacas con una estrategia de alimentación continua (sacrificio al final de la lactación) o discontinua (secado y periodo de restricción de 3 semanas seguido de un periodo de realimentación de 42 días). Se observó un comportamiento distinto entre los dos músculos en cuanto a la evolución del contenido de grasa intramuscular. Mientras que la estrategia de alimentación discontinua implicó un incremento en el contenido de grasa intramuscular del músculo *Longissimus dorsi* (7,9 vs. 3,7%), no se observaron diferencias en el caso del *Semimembranosus* (2,6 vs. 2,1%). En cuanto a la fuerza máxima de corte, fue menor para ambos músculos en los animales con una estrategia de alimentación discontinua y se redujo con el tiempo de maduración (2, 7 y 14 días) sólo en el caso del músculo *Longissimus dorsi*. En este músculo, los valores de resistencia al corte evolucionaron entre los 2 y los 14 días postmortem desde 9,1 a 6,4 kg en el caso de la estrategia continua y desde 6,7 a 4,7 kg en el caso de la discontinua. Estos resultados indicarían que el efecto positivo de la estrategia

discontinua sobre la terneza estaría más relacionado en el caso del lomo con el incremento en el contenido de grasa intramuscular y en el del músculo *Semimembranosus* (más rico en colágeno) con la renovación de las proteínas miofibrilares y del colágeno. En este trabajo las canales no fueron sometidas a estimulación eléctrica post-sacrificio pero se mantuvieron en oreo a 10°C durante las 12 primeras horas postsacrificio, lo que puede haber contribuido a los valores de resistencia al corte relativamente bajos observados independientemente del tratamiento.

La alimentación a nivel de mantenimiento o con ritmos de crecimiento bajos tiene efectos negativos sobre la terneza (Miller *et al.*, 1987; Schnell *et al.*, 1997). Teniendo en cuenta esta consideración y los efectos positivos de estrategias de alimentación discontinuas, previamente a la proposición de sistemas como el acabado al final de la lactación sin secado previo, que implicarían una estrategia de alimentación relativamente continua y ritmos de ganancia de peso moderados o bajos (Malterre, 1986), debería disponerse de información sobre las características sensoriales, particularmente sobre la terneza, de la carne obtenida.

Factores que condicionan la calidad nutricional y vida útil de la carne

Dieta

Un aspecto importante de la calidad nutricional de la carne es el perfil de ácidos grasos. En la bibliografía se encuentran algunos trabajos en los que se ha estudiado el efecto de la dieta sobre el perfil de ácidos grasos de vacas de desecho de rebaños lecheros. Habeau *et al.* (2014) estudiaron en vacas de raza Normanda el efecto de la inclusión de semillas lino extrusionadas o una mezcla de semillas de lino y colza en una ración formada por un 30% de paja y un 70% de concentrado. Se ob-

servó que ambos tratamientos favorecían la deposición de ácido linoleico conjugado y linoléico y disminuían la relación n-6/n-3, permitiendo una mejora del perfil global de ácidos grasos desde el punto de vista de sus posibles efectos sobre la salud del consumidor, siendo el efecto más pronunciado utilizando las semillas de lino únicamente. Lee *et al.* (2009) compararon el perfil de ácidos grasos de la carne de vacas Frisona-Holstein alimentadas durante 84 días exclusivamente con silo de raigrás o con silo de trébol rojo. Las dos dietas permitieron obtener contenidos altos en ácidos grasos poliinsaturados n-3 (1,77 y 2,26% para la dieta de silo de raigrás y trébol rojo, respectivamente, vs. 0,90% con la dieta control), de manera similar a los resultados obtenidos en terneros castrados alimentados con silo (Warren *et al.* 2008). El cociente n-6/n-3 fue, tanto para la dieta de silo de raigrás, como para la de silo de trébol rojo, inferior a 4 (1,70 y 1,35, respectivamente). Habeanu *et al.* (2014) obtuvieron valores de 1,23 y 1,02% de ácidos grasos n-3 y un cociente n-6/n-3 de 3,32 y 4,10 con dietas suplementadas con semillas de lino o de lino y colza, respectivamente. La carne de los animales alimentados con silo de trébol rojo presentó un mayor contenido en ácidos grasos de la serie n-3, pero también un menor contenido en vitamina E, una mayor sensibilidad a la oxidación de los lípidos y una menor capacidad para mantener un color atractivo durante la exposición en el punto de venta.

Maduración y envasado

La carne de vaca habitualmente se somete a periodos de maduración más largos que la de animales más jóvenes. Durante el proceso de maduración o la posterior exposición de la carne en los puntos de venta se pueden producir procesos de oxidación que limiten la vida útil debido al deterioro del color y/o a la apa-

rición de olores/sabores anormales. Xiong *et al.* (2007) apuntan una relación interesante entre capacidad antioxidante de la carne y terneza. Según estos autores, una mayor capacidad antioxidante podría permitir una mayor actividad de enzimas proteolíticas sensibles a la oxidación, como la calpaína, durante la maduración y ello redundaría en una mayor terneza. Gobert *et al.* (2010) estudiaron el efecto de la administración durante el cebo de un suplemento de vitamina E o vitamina E más un extracto de plantas rico en polifenoles sobre la oxidación de la carne sometida a dos sistemas de maduración (en canal vs. piezas envasadas al vacío, durante 12 días) y tres sistemas de exposición en el punto de venta (en bandejas con atmósfera de aire, 4 días; en bandejas con atmósfera modificada 30%CO₂/70%O₂, 7 días; al vacío, 14 días). La administración del extracto rico en polifenoles potenció el efecto de la vitamina E y esta combinación fue capaz de reducir la oxidación de los lípidos incluso en la combinación menos favorable de sistema de maduración y exposición de la carne (maduración en canal y exposición en atmósfera 30%CO₂/70%O₂).

Vitale *et al.* (2014) estudiaron el efecto de varias combinaciones de tiempo de maduración al vacío y tiempo de exposición en una atmósfera rica en oxígeno sobre las características sensoriales de la carne de vacas frisónas y sobre su vida útil. Los tiempos de maduración de 6-8 días a 2 °C permitían conseguir valores aceptables de terneza y color después de una exposición en el punto de venta de 9 días. Tiempos superiores de maduración permitían incrementar la terneza pero reducían la estabilidad del color, siendo aconsejables sólo para formas de comercialización, como la restauración, en las que el consumidor no valora el color de la carne cruda. Obuz *et al.* (2014) estudiaron la evolución de distintos parámetros sensoriales de carne de vacas Holstein sometida a dos métodos de maduración: húmeda (maduración en piezas envasadas al vacío) y seca (ma-

duración en canal). No se observaron diferencias importantes entre métodos en las características sensoriales de la carne tras 23 días de maduración, pero sí un mayor rendimiento en el caso de la maduración húmeda, como consecuencia de las menores pérdidas de agua y por expurgos.

Conclusiones

Existen diversos sistemas de acabado de vacas lecheras de desecho, todos permiten alcanzar ganancias diarias de peso relativamente elevadas e implican un incremento de grasa en la canal y en la carne. Sin embargo, es importante evaluar para cada sistema de producción la duración óptima del cebo teniendo en cuenta que existe un punto a partir del cual algunos parámetros productivos empeoran y las mejoras en la calidad de la canal y de la carne se ralentizan, lo que puede implicar que las mejoras obtenidas no compensen los costes de producción. Por otro lado, la calidad sensorial de la carne de vacas de desecho depende de muchos factores además del engrasamiento de la canal y el contenido en grasa intramuscular de la carne, entre los que se encuentran el protocolo de manejo de la canal inmediatamente después del sacrificio, la pérdida de peso antes del periodo de cebo o el ritmo de ganancia de peso durante el acabado. La optimización de estos factores permitiría obtener valores adecuados de parámetros importantes de calidad, como la terniza, en animales sacrificados con niveles de engrasamiento más moderados y periodos de cebo más cortos, mejorando la rentabilidad económica del proceso. La dieta de acabado puede contribuir también a aportar un perfil de ácidos grasos más favorable desde el punto de vista nutricional o factores que incrementen la vida útil de la carne.

Bibliografía

- Bastien D, Brouard-Jabet S (2000). Comment raisonner les limites d'âge dans les cahiers des charges: premières références sur l'effet de l'âge à l'abattage des vaches sur la qualité des carcasses. *Rencontres, Recherches, Ruminants*, 6-7 diciembre 2000, París, Francia, 7, p. 269.
- Bastien D, Denoyelle C, Tribot Laspiere P (2002). Age à l'abattage, "suspension pelvienne", pratique de l'affranchi": pour une meilleure argumentation des choix techniques en matière de gestion de la tenderte dans les démarches qualité. *Rencontres, Recherches, Ruminants*, 4-5 diciembre 2002, París, Francia, 9, p. 251.
- Boleman SJ, Miller RK, Buyck MJ, Cross R, Savell JW (1996). Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. *Journal of Animal Science* 74: 2187-2194.
- Cabaraux JF, Dufrasne I, Roux M, Istasse L, Hornick JL (2005). La production de viande bovine à partir de femelles de réforme. *INRA Productions Animales* 18: 37-48.
- Dillon P, Berry DP, Evans RD, Buckley F, Horan B (2006). Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livestock Science* 99: 141-158.
- Evans RD, Wallace M, Shalloo L, Garrick DJ, Dillon P (2006). Financial implications of recent declines in reproduction and survival of Holstein-Friesian cows in spring-calving Irish dairy herds. *Agricultural Systems* 89: 165-183.
- Fouz R, Yus E, Sanjuán ML, Diéguez FJ (2014). Causas de eliminación en rebaños bovinos lecheros de raza frisona en Control Lechero Oficial. *Información Técnica Económica Agraria* 110: 171-186.
- Franco D, Bispo E, González L, Vázquez JA, Moreno T (2009). Effect of finishing and ageing time on quality attributes of loin from the meat of Holstein-Friesian cull cows. *Meat Science* 83: 484-491.
- Freetly HC, Nienaber JA (1998) Efficiency of energy and nitrogen loss and gain in mature cows. *Journal of Animal Science*, 76: 896-905.

- García F, Agabriel J (2007). Recommandations alimentaires pour les vaches de réforme à l'engrais Développement d'un modèle d'estimation de la composition du gain de poids et des besoins associés. *INRA Productions Animales* 20: 137-150.
- Gobert M, Gruffat D, Habeanu M, Parafita E, Bauchart D, Durand D (2010). Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect processed beef against lipid oxidation. *Meat Science* 85: 676-683.
- Graham WC, Price MA (1982). Feedlot performance and carcass composition of cull cows of different ages. *Canadian Journal of Animal Science* 62: 845-854.
- Habeanu M, Thomas A, Bispo E, Gober M, Gruffat D, Durand D, Bauchart D (2014). Extruded linseed and rapeseed both influenced fatty acid composition of total lipids and their polar and neutral fractions in *Longissimus thoracis* and *Semitendinosus* muscles of finishing Normand cows. *Meat Science* 96: 99-107.
- INRA (1990). Alimentation de bovins, ovins y caprins. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 437 pp.
- INRA (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. Quae, Paris, France. 307 pp.
- Jeremiah LE (1996). The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on beef. Palatability and consumer acceptability. *Food Research International* 29: 513-520.
- Jones SDM, MacLeod GK (1981). The feedlot performance and carcass composition of young and mature cull Holstein cows. *Canadian Journal of Animal Science* 61: 593-599.
- Jones SDM (1983). Tissue growth in young and mature cull Holstein cows fed a high energy diet. *Journal of Animal Science* 56: 64-70.
- Jurie C, Picard B, Hocquette J-F, Dransfield E, Micol D, Listrat A (2007). Muscle and meat quality characteristics of Holstein and Salers cull cows. *Meat Science* 77: 459-466.
- Lee MRF, Evans PR, Nute GR, Richardson RI, Scollan ND (2009). A comparison between red clover silage and grass silage feeding on fatty acid composition, meat stability and sensory quality of the M *Longissimus* muscle of dairy cull cows. *Meat Science* 81: 738-744.
- MAGRAMA (2015a). Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. Estadísticas Agrarias, Encuestas ganaderas. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-ganaderas/>
- MAGRAMA (2015b). Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. Estadísticas Agrarias, Encuestas de sacrificio de ganado. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-sacrificio-ganado/>
- Malterre C (1986). Production de viande de vaches de réforme. En: Production de viande bovine (Ed. D Micol), pp. 247-269. INRA, Paris, Francia.
- Mandell IB, Campbell CP, Quinton VM, Wilton JW (2006). Effects of skeletal separation method and postmortem ageing on carcass traits and shear force in cull cow beef. *Canadian Journal of Animal Science* 80: 51-58.
- Miller MF, Cross HR, Crouse JD, Jenkins TG (1987). Effect of feed energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. *Meat Science* 21: 287-294.
- Minchin W, Buckley F, Kenny DA, Monahan FJ, Shalloo L, O'Donovan M (2009). Effect of grass silage and concentrate based finishing strategies on cull dairy cow performance, carcass and meat quality characteristics. *Meat Science*, 81: 93-101.
- Minchin W, Buckley F, Kenny DA, Monahan FJ, Shalloo L, O'Donovan M (2010). An evaluation of over-wintering feeding strategies prior to finishing at pasture for cull dairy cows on live animal performance, carcass and meat quality characteristics. *Meat Science* 85: 385-393.
- Moreno T, Botana A, Bispo E, González L, García C, Mesas J (2012). High-energy forage feeding diets and body condition on the finishing of cull dairy cows. *Animal* 6: 1634-1641.
- Obuz E, Akkaya L, Gök V, Dikeman ME (2014). Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of *Longissimus lumborum* steaks from cull Holstein cows. *Meat Science* 96: 1227-1232.
- Patten L, Hodgen J, Stelzleni A, Calkins CR, Johnson DD, Gwartney BL (2008). Chemical properties of cow and beef muscles: Benchmarking

- the differences and similarities. *Journal of Animal Science* 86: 1904-1916.
- Rider Sell N, Mikel WB, Xiong YL, Behrends JM (2004). Vitamin D3 supplementation of cull cows: Effects on longissimus and semitendinosus muscle tenderness. *Journal of Animal Science* 82: 225-230.
- Robelin J, Agabriel J, Malterre C, Bonnemaire J (1990). Changes in body composition of mature dry cows of Holstein, Limousin and Charolais breeds during fattening I Skeleton, muscles, fatty tissues and offal. *Livestock Production Science* 25: 199-215.
- Roux M, Dumont R, Agabriel J, Bonnemaire J, Micol D (1993). Engraissement des vaches de réforme de race Charolaise: Effet d'une suralimentation protéique sur les performances d'engraissement et les caractéristiques physico-chimiques musculaires. *INRA Productions Animales* 6: 237-248.
- Schnell TD, Belk KE, Tatum JD, Miller RK, Smith GC (1997). Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42 or 56 days. *Journal of Animal Science* 75: 1195-1202.
- Seegers H, Bareille N, Beaudeau F (1998). Effects of parity, stage of lactation and culling reason on the commercial carcass weight of French Holstein cows. *Livestock Production Science* 56: 79-88.
- Shemeis AR, Liboriussen T, Bech Andersen B, Abdallah OY (1994a). Changes in carcass and meat quality traits of Danish Friesian cull cows with the increase of their age and body condition. *Meat Science* 37: 161-167.
- Shemeis AR, T Liboriussena, B Bech Andersen, OY Abdallah (1994b). Offal components, body fat partition, carcass composition and carcass tissues distribution in Danish Friesian cull cows of different age and body condition. *Livestock Production Science* 40: 165-170.
- Sineiro F, Lorenzana R, Vázquez I (2012). Situación actual y cambios previstos en la estructura y en el sistema productivo de las explotaciones de leche en Galicia. *Pastos* 42: 67-92.
- Stelzleni AM, Patten LE, Johnson DD, Calkins CR, Gwartney BL (2007). Benchmarking carcass characteristics and muscles from commercially identified beef and dairy cull cow carcasses for Warner-Bratzler shear force and sensory attributes. *Journal of Animal Science* 85: 2631-2638.
- Streiter PJ, Campbell CP, Mandell IB (2012). The effects of skeletal separation and moisture enhancement for improving the eating quality of cull cow beef. *Meat Science* 92: 400-408.
- Therkildsen M (2005). Muscle protein degradation in bull calves with compensatory growth. *Livestock Production Science* 98: 205-218.
- Therkildsen M, Stolzenbach S, Byrne DV (2011). Sensory profiling of textural properties of meat from dairy cows exposed to a compensatory finishing strategy. *Meat Science* 87: 73-80.
- Vázquez I (2013). Situación actual, dinámica y estrategias de las explotaciones con bovino en el norte de España. Tesis doctoral. USC. Disponible en <http://hdl.handle.net/10347/9292>.
- Vestergaard M, Madsen NT, Bligaard HB, Bredahl L, Rasmussen PT, Andersen HR (2007). Consequences of two or four months of finishing feeding of culled dry dairy cows on carcass characteristics and technological and sensory meat quality. *Meat Science* 76: 635-643.
- Vitale M, Pérez-Juan M, Lloret E, Arnau J, Realini CE (2014). Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science* 96: 270-277.
- Walsh SW, Williams E J, Evans ACO (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science* 123: 127-138.
- Warren HE, Scollan ND, Enser M, Hughes SI, Richardson RI, Wood JD (2008). Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages: I Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science* 78: 256-269.
- Xiong YL, Mullins OE, Stika JF, Chen J, Blanchard SP, Moody WG (2007). Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscles from mature cows of various ages. *Meat Science* 77: 105-113.

(Aceptado para publicación el 27 de julio de 2015)

Factores coadyuvantes de la innovación en las cooperativas agroalimentarias. Caso estudio de las cítricas españolas

R.J. Server-Izquierdo y N. Lajara-Camilleri*

CEGEA. Departamento de Economía y Ciencias Sociales, Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia

Resumen

La innovación ha sido reiteradamente señalada como factor de competitividad en la empresa. Como tal, resulta clave estudiar los aspectos que inciden en ella para conducir a la mejora de la posición competitiva en el mercado. Las cooperativas, como entidades con actividad empresarial que son, no escapan de esta realidad. Sin embargo, son escasos los estudios que abordan específicamente el estudio de los recursos internos en las cooperativas agroalimentarias y más aún aquellos que aportan evidencias empíricas. El objetivo de este trabajo es abordar la innovación como fuente de competitividad específicamente en cooperativas agroalimentarias, estudiando los factores que contribuyen a ella. Para ello, tomando como base una muestra de 45 cooperativas cítricas exportadoras españolas, se estudia la incidencia que la orientación al mercado, la dimensión, la formación y perfil del directivo y la internacionalización tienen sobre la innovación. Los resultados obtenidos muestran una relación de la innovación con el tamaño empresarial, la orientación al mercado y el grado de internacionalización. Se pone de manifiesto una relación apreciable también con el perfil empresarial del gerente aunque el factor de la formación del gerente resulta no significativo, si bien este dato debería matizarse en estudios posteriores para valorar la influencia del conjunto de trabajadores y no sólo del director.

Palabras clave: Innovación, competitividad, análisis logit, orientación al mercado, formación.

Abstract

Factors explaining innovation in agro-food cooperatives: A case study for Spanish citrus cooperatives

Innovation has repeatedly been identified as a factor of companies' competitiveness in the agro-food sector. It is of vital importance to study the aspects that improve competitive positions in the market, and in particular, applied to cooperatives. Few up to date studies have specifically addressed the study of internal resources in agro-food cooperatives and even fewer provide empirical evidence. The aim of this paper is to analyze innovation as a source of competitiveness, in particular, to study the factors that influence agro-food cooperative innovation. To do this, the impact of several factors such as market orientation, size, training and management profile and internationalization on innovation is studied. The data used are from a survey conducted to 45 Spanish citrus exporting cooperatives. Results show that a relationship between innovation and firm size, market orientation and the degree of internationalization exists. In addition, innovation is also related to the business profile of the manager but not related to level of education.

Key words: Innovation, competitiveness, logit model, market orientation, formation.

* Autor para correspondencia: nalade@cegea.upv.es
<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.012>

Introducción

El entorno empresarial actualmente se caracteriza por su elevada exposición al cambio. Las organizaciones precisan para su supervivencia y éxito desarrollar capacidades que les permitan obtener ventajas en el entorno frente al resto de competidores. Se tratan por tanto de factores de competitividad. Las cooperativas se han constituido como actores fundamentales en los primeros eslabones de la cadena de valor de la mayoría de los productos agroalimentarios. En España existen 3.844 entidades agroalimentarias, de las que aproximadamente un 90% son cooperativas de primer y segundo grado (OSCAE, 2014). En 2012 la facturación del cooperativismo agroalimentario español alcanzó los 25.696 millones de Euros, lo cual supuso un 60% de la Producción Final Agraria obtenida por el conjunto del sector en España y un 30% de la Producción Bruta de la Industria Alimentaria Española (OSCAE, 2014).

No obstante, la vertiente social de este tipo de entidades ha provocado en ocasiones que su consideración en estudios de índole económica quede relegada, dando prioridad a las empresas de tipo capitalista. Resulta de interés por tanto estudiar la influencia de distintos factores en las cooperativas con el fin de poder dirigir las políticas hacia el impulso de las iniciativas que inciden más directamente en su competitividad. El objetivo de este trabajo es abordar específicamente la innovación como fuente de competitividad en las cooperativas agroalimentarias, estudiando los factores que contribuyen a ella. Para ello se lleva a cabo una sucinta revisión de los estudios publicados hasta la fecha tanto en empresas mercantiles como en cooperativas.

Material y métodos

Marco teórico

La innovación es un factor de competitividad en el entorno empresarial (Hernández-Espa-

llardo et al., 2011; Tamayo et al., 2015). En cooperativas su relevancia ha sido puesta de manifiesto en los trabajos de Fernández de Bobadilla y Velasco (2008) y Juliá-Igual et al. (2012). Más recientemente Marí-Vidal et al. (2014) señalan la innovación y la formación como una de las oportunidades externas que deben aprovechar las cooperativas para evitar el fracaso empresarial.

Sin embargo, la naturaleza intangible de la innovación dificulta su estudio, ya que suscita diversos modos de medir, valorar y cuantificar el grado de innovación. Esta situación acaba redundando en una diversificación de los tipos de análisis que ralentizan la adopción de decisiones tanto en las propias empresas como a nivel de administración.

El concepto de innovación, tal como recoge el Manual de Oslo (OCDE, 2005), se encuentra en continua evolución. Las sucesivas ediciones que se han realizado de este Manual como propuesta de medición de la innovación han ampliado y actualizado la metodología inicial, siendo un claro reflejo del progreso que experimenta la comprensión del proceso de innovación. La última definición aportada señala que *“innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar del trabajo o las relaciones exteriores”* (OCDE, 2005).

Se distinguen en consecuencia cuatro tipos de innovación en la empresa; a las ya consideradas clásicas de producto y proceso se añaden la innovación organizativa y la de mercadotecnia. No obstante, esta categorización de tipos de innovación es adaptada por la comunidad científica debido a razones operativas y algunos estudios plantean la medición de la innovación bajo una perspectiva triangular, englobando las innovaciones en comercialización dentro de la caja de organización (Mavrelakis et al., 2006 y Benito et al., 2012, en-

tre otros). Este trabajo adopta este enfoque y establece tres grandes categorías de innovación en la empresa: producto, proceso y organización.

A las anteriormente mencionadas dificultades de conseguir una definición clara y estable del concepto de innovación se une la necesidad de establecer indicadores comunes para cualquier tipología de organización. Las medidas de innovación más habituales suelen utilizar indicadores de input como el gasto en I+D o bien de output ya sea mediante el número de patentes registradas o el número de innovaciones. En empresas de una cierta dimensión estas aproximaciones resultan operativas y los resultados pueden ser una buena aproximación para establecer comparaciones dentro de un mismo sector. El problema surge con las PYMEs, en las que la aplicación de estos indicadores puede conducir a conclusiones erróneas (Maravelakis et al., 2006). En las organizaciones de un tamaño reducido el potencial innovador queda subestimado si se limita al uso de los indicadores tradicionales recogidos en el Manual de Frascati (OCDE, 1980).

A lo largo de los años, la conciencia de esta brecha ha propiciado la propuesta de diversos métodos para la medición de la innovación en PYMEs. Baker y Sinkula (1999) aportan una escala que ha sido ampliamente utilizada pero que con las sucesivas revisiones del concepto de innovación queda incompleta al centrarse únicamente en el producto.

Otra interesante contribución es el PIP-Score que trata de cuantificar la innovación de producto mediante benchmarking (Maravelakis et al., 2006). Se definen 30 ítems, diez correspondientes a producto, diez a proceso y diez a organización, y mediante la respuesta al cuestionario se determina la posición innovadora de la organización. Con una aproximación más tangible, Sempere y Hervás-Oliver (2011) miden el grado de innovación en PYMEs españolas a través del número de innovaciones desarrolladas en los tres últimos años, entendiendo innovación como modelo

de utilidad, patente, proceso nuevo o mejorado o producto nuevo o mejorado.

Aragón y Rubio (2005) analizan la innovación en las empresas desde el punto de vista subjetivo del directivo, que valora las acciones respecto a sus competidores e incluyen también la estimación del esfuerzo realizado en llevar a cabo dichas innovaciones.

Específicamente en el ámbito agroalimentario Avermaete (2002) pone de manifiesto la dificultad de estudiar la innovación en base al número de patentes registradas o gasto en I+D, debido a tratarse de un sector con un perfil tecnológico más bajo, al menos hasta la fecha. De hecho, las principales innovaciones han sido introducidas por multinacionales (Fayos et al., 2011). Triguero et al. (2013) también subrayan esta cuestión y proponen utilizar una combinación de indicadores para solventar parcialmente el problema de la medición de innovación en PYMEs. Cabe destacar que esta medición de la innovación se ha llevado a cabo en algunos estudios a través de indicadores ad-hoc como la aplicación de normas ISO 9000 o Buenas Prácticas Agrícolas (Melo et al., 2006), con el consecuente inconveniente de perder comparabilidad.

En relación a los factores que propician e impulsan el desarrollo de la innovación en empresas, Jiménez y Sanz (2004) realizan una clasificación de los factores internos que resultan determinantes de la innovación. Destacan la estrategia, la estructura organizativa, la dirección y el liderazgo, los recursos humanos y otros factores como el capital tecnológico y la orientación al mercado.

Hipótesis de investigación

Tal como se ha indicado anteriormente, el objetivo de este trabajo es analizar los factores que inciden positivamente en la innovación en cooperativas agroalimentarias, tomando como base una muestra de entidades citrícolas. El propósito es determinar la inci-

dencia o no de aspectos relacionados con la gestión empresarial como la orientación al mercado, la internacionalización, el nivel de formación del gerente y su actitud empresarial así como el tamaño de la empresa y cuantificar la relación que existe, en su caso, entre cada factor y la innovación. Este objetivo se pretende lograr a través del contraste de las siguientes hipótesis de investigación:

Hipótesis 1: Las entidades orientadas al mercado muestran mayor propensión a ser innovadoras

Uno de los factores internos de la innovación que ha sido objeto de estudio en los últimos años ha sido la orientación al mercado (Narver y Slater, 1990; Grinstein, 2008, Gómez et al., 2009). De hecho, es considerada como un antecedente del proceso de innovación, ya que las organizaciones orientadas al mercado requieren innovación para ser capaces de mantener sus ventajas competitivas (Cambra et al., 2011). Es más, al monitorizar las necesidades de los clientes se induce el proceso innovador.

Los trabajos realizados han estado normalmente referidos a empresas mercantiles y son escasos los estudios empíricos basados en cooperativas. Cabe recordar que la cooperativa, por su estructura de propiedad, sufre de una importante dualidad en su orientación al considerar al socio también como cliente (Juliá et al., 2009). No obstante, en referencia a cooperativas, Bijman (2010) señala que la orientación al mercado fuerza a operar de forma más estratégica, empujando hacia la innovación. En este sentido, dentro del ámbito agroalimentario español, Cambra et al. (2011) llevan a cabo un ambicioso estudio sobre una muestra de 71 bodegas vitivinícolas –algunas de ellas cooperativas– inscritas en la denominación de origen de Aragón (España). Sus resultados confirman la relación positiva entre la orientación al mercado y la innovación.

Este trabajo trata por tanto de proporcionar evidencia empírica sobre esta relación, especí-

ficamente en la figura de la cooperativa agroalimentaria.

Hipótesis 2: La condición de empresa innovadora depende del tamaño de la empresa. Las empresas de mayor dimensión suelen ser más innovadoras

La relación entre la dimensión de las organizaciones y su capacidad de innovación ha sido un tema recurrente en la literatura. Damanpour (1992) demostró a través de un meta-análisis de 20 estudios que la relación entre tamaño empresarial e innovación es estrecha si bien está modulada por aspectos como el tipo de organización. En concreto la correlación era mayor en organizaciones con ánimo de lucro frente a las que no son y también existe un vínculo mayor en empresas manufactureras frente a las de servicios. Camisón-Zornoza et al. (2004) replicaron y ampliaron el meta-análisis de Damanpour obteniendo resultados similares en cuanto a la relación entre dimensión e innovación pero contrarios en cuanto al comportamiento al considerar el sector.

Por ello es necesario matizar que la relación entre la innovación y el tamaño empresarial se ha demostrado especialmente cuando la capacidad de innovación se circunscribe al ámbito tecnológico-industrial (Buesa y Molero, 1998). Tal como se ha apuntado anteriormente, dentro del sector agroalimentario las principales innovadoras han sido protagonizadas por multinacionales, lo que corrobora los hallazgos de Damanpour.

No obstante, diversos autores señalan la ventaja que supone la mayor flexibilidad de las PYMEs, que les permite incorporar más fácilmente cambios en sus operaciones (OCDE, 2000).

En definitiva a la luz de lo expuesto, parece existir todavía cierta controversia sobre la influencia del tamaño empresarial en la capacidad de innovación (Metz et al., 2007), este hecho unido a la carencia de estudios

empíricos sobre cooperativas agroalimentarias sugiere la incorporación de esta hipótesis a la investigación.

Hipótesis 3: Las empresas con un mayor porcentaje de ventas en mercados exteriores son más innovadoras

La relación entre internacionalización e innovación es estrecha y ha sido puesta de manifiesto en estudios teóricos y empíricos (Cavusgil y Knight, 2014).

El enfoque asumido en este trabajo parte sin embargo de cooperativas que son exportadoras, por lo que en ellas la internacionalización no constituye un objeto de innovación. El propósito es contrastar si, de acuerdo a Katsikeas et al. (2000) y Leonidou (1998), la internacionalización y la innovación son aspectos empresariales relacionados de forma significativa y directa, de forma que una mayor exposición a mercados exteriores motiva comportamientos más innovadores en las cooperativas.

Hipótesis 4: Las empresas con directivos con una formación especializada son más innovadoras

La influencia de la formación de los directivos de las empresas en los resultados obtenidos por las mismas es una cuestión que ha sido abordada y contrastada en diversos sectores y tipologías empresariales, también en el ámbito de la economía social (Del Águila y Padilla, 2010).

En relación con la posición competitiva de las empresas en general, Díaz-Fernández et al. (2014) sostienen que el capital humano (incluyendo no sólo capacidades y habilidades sino también nivel educativo) es un factor clave de competitividad en la empresa. Más recientemente, Mari-Vidal et al. (2013) confirman que la formación es uno de los pilares de la competitividad también en el cooperativismo agroalimentario.

Específicamente en relación a la innovación, Datta y Guthrie (1994) ponen de manifiesto una correlación positiva entre los niveles de formación de los directivos y la propensión de la empresa al cambio. Levenburg et al. (2006) estudiaron la relevancia de diversas características del perfil del directivo como la formación, el estilo de liderazgo o la edad en relación a la implementación de innovaciones de proceso u organizativas (adopción de estrategias de eBusiness) en una muestra de PYMEs estadounidenses; su estudio pone de manifiesto que únicamente la formación tiene incidencia significativa (al 0,01). Este resultado corrobora las conclusiones de Hausman (2005).

Benito et al. (2012) en un estudio específico sobre la incidencia de los factores internos en la innovación de microempresas sostienen que es la formación específica, y no la formación académica general, la que fomenta una mejor utilización de los recursos, favoreciendo en definitiva la capacidad innovadora de las organizaciones. La relación positiva entre formación e innovación se demuestra también en entidades de economía social es los estudios de Del Águila y Padilla (2010), Morales y García (2007) y Borra et al. (2005), en los que se pone de manifiesto que las empresas más innovadoras cuentan con un mayor porcentaje de personal cualificado.

En consecuencia se pretende analizar si las cooperativas citrícolas cuyos directivos cuentan con formación específica son más innovadoras que aquellas cuyos directivos cuentan con un nivel de estudios inferior.

Hipótesis 5: Los directivos de las empresas innovadoras son más agresivos, en términos empresariales, que los de las empresas no innovadoras

Tal como afirman Del Águila y Padilla (2010), el apoyo de la dirección de la organización es uno de los factores más importantes en los procesos de innovación en las empresas. Chat-

terjee (2014) señaló el papel fundamental que desempeña el líder del proyecto dentro del proceso de innovación en las empresas. En efecto, Gupta y Govindarajan (1984) apuntan que en concreto la disposición a asumir riesgos (*willingness to take risks*) de los directivos de las empresas favorece las estrategias de expansión mediante nuevos productos o a través de nuevos mercados. Esta afirmación ha sido contrastada en numerosas ocasiones tanto en el plano de la internacionalización de la empresa como en la innovación desarrollada. El bajo nivel de profesionalización que se observaba en la dirección de las cooperativas agroalimentarias españolas (García y Aranda, 2001) es posiblemente uno de los elementos que ha retrasado el estudio de la influencia de las características personales del directivo en las estrategias empresariales de las cooperativas. A pesar de existir excelentes análisis sobre el nivel de formación en las cooperativas (Mozas y Rodríguez, 2003; Marí-Vidal et al., 2013, entre otros), no hay evidencias sobre el efecto que la aversión al riesgo o la agresividad empresarial del gerente pueden tener sobre la actividad en cooperativas. La agresividad empresarial se entiende como una cierta capacidad de anticipación por parte del empresario (Del Río y Varela, 2006). Mide por tanto la proactividad del directivo ante el contexto socioeconómico en el que la empresa (cooperativa) opera. En base a lo anterior parece oportuno abordar esta cuestión y su influencia en concreto en la capacidad de innovación de las cooperativas.

Metodología y variables

La regresión logística o análisis *logit* es una técnica de regresión que se utiliza cuando la variable dependiente que se pretende predecir y explicar es de tipo binario. Según Hair et al. (1999) la regresión logística cuenta con ciertas ventajas frente al análisis discriminante, principalmente relacionadas con la

menor exigencia de los supuestos de normalidad de las variables y de igualdad de matrices de varianzas covarianzas. Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en estudios económicos de empresa cuando se trata de obtener una predicción o de modelizar un comportamiento de respuesta dicotómica. Mora (1994) utiliza el análisis *logit* para establecer modelos de predicción del fracaso empresarial y Carrasco y García (2005) aplican un modelo *logit* para predecir el comportamiento de índices bursátiles e identificar los atributos financieros relevantes en el valor de la empresa. En el ámbito agroalimentario este análisis ha sido también utilizado por Khanal y Mishra (2014) al estudiar las estrategias de supervivencia en explotaciones agroturísticas; Golovina et al. (2014) lo aplican en el estudio del éxito de cooperativas rusas, Rebelo et al. (2000) llevan un estudio análogo en cooperativas vitivinícolas portuguesas y Huiban y Bouhsina (1998) estudian el rol de la innovación en las empresas agroalimentarias francesas, incluyendo cooperativas, a través de una regresión logística. Más recientemente Meliá-Martí y Martínez-García (2015) aplican el análisis *logit* en cooperativas agrarias para evaluar el grado de influencia de diversos factores en los procesos de fusión.

Como se ha señalado anteriormente, la regresión logística necesita una variable dependiente de tipo dicotómico. En este estudio, siguiendo la medición realizada por Aragón y Rubio (2005), la variable innovación recoge la clasificación como cooperativa innovadora o no (1/0) que realizan los gerentes o directores comerciales de las cooperativas de la muestra.

Las variables independientes se han establecido a partir de las hipótesis de investigación formuladas (Tabla 1).

La medición de la orientación al mercado se ha realizado utilizando la adaptación de la escala MARKOR para cooperativas realizada

Tabla 1. Definición de las variables independientes
 Table 1. Explanatory variable definitions

Variable	Referencias	Respuesta
<u>Hipótesis 1</u>		
Orientación al mercado	Arcas (2002)	0-100
<u>Hipótesis 2</u>		
Dimensión empresarial ¹	Rothwell (1983)	1 (Micro) 2 (Pequeña) 3 (Mediana) 4 (Grande)
Volumen de negocio anual		1 (menos de 1M€) 2 (1-2M€) 3 (2-10M€) 4 (10-43M€) 5 (43-50M€) 6 (más de 50M€)
Balance general anual		1 (menos de 1M€), 2 (1-2M€), 3 (2-10M€), 4 (10-43M€), 5 (43-50M€), 6 (más de 50M€)
Trabajadores		1 (menos de 10), 2 (10-50), 3 (50-250), 4 (más de 250)
<u>Hipótesis 3</u>		
Peso de las exportaciones en la facturación	Katsikeas et al. (2000) Leonidou (1998)	0 (Menos del 50%) 1 (Más del 50%)

¹ Definida en base a la Recomendación 2003/361/CE, de 6 de mayo, sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas.

Tabla 1. Definición de las variables independientes (continuación)
 Table 1. Explanatory variable definitions (continuation)

Variable	Referencias	Respuesta
Hipótesis 4		
Formación del gerente/director comercial	Benito et al. (2012), Levenburg et al. (2006)	0 (Formación básica) 1 (Formación superior/ especializada)
Hipótesis 5		
Agresividad empresarial	Dichtl et al. (1990), Del Río y Varela (2006)	Likert (1-5)
Peso de las exportaciones (Ventas extranjero/ventas totales)		1 (menos 10%) 2 (10-25%) 3 (25-50%) 4 (50-75%) 5 (más del 75%)

¹ Definida en base a la Recomendación 2003/361/CE, de 6 de mayo, sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas.

por Arcas (2002). Esta escala consta de tres bloques principales: generación de inteligencia, respuesta de toda la empresa y diseminación de la inteligencia.

La dimensión empresarial es una variable que se construye a partir de la definición de micro, pequeña, mediana y gran empresa (por exclusión) recogida en la Recomendación 2003/361/CE, de 6 de mayo, sobre la defini-

ción de microempresas, pequeñas y medianas empresas. La categoría de pertenencia se determina en función del número de empleados, volumen de negocios anual y balance total de cada empresa. En la Tabla 2 se recoge la descripción de las variables utilizadas tanto para esta clasificación como para posteriormente hacer un somero análisis descriptivo de la muestra.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la muestra en relación a la dimensión e internacionalización
 Table 2. Descriptive statistics of the sample related to size and internationalization

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Volumen de negocio actual	42	1,00	6,00	3,186	1,052
Balance general anual	35	1,00	4,00	2,971	0,822
Nº de trabajadores	45	1,00	4,00	2,978	0,690
Peso de las exportaciones	38	1,00	5,00	4,500	1,084

El peso de las exportaciones es una variable de tipo dicotómico definida como 1 para cooperativas cuyas exportaciones suponen más de la mitad de la facturación y 0 para la que no alcanzan dicho valor. La formación del gerente o director comercial, en su caso, es también de tipo dicotómico, tomando valor 1 si ha recibido formación superior y/o especializada y 0 si no se cumple esta cuestión. La agresividad empresarial ha sido valorada también a través de la escala desarrollada por Del Río y Varela (2006) y se valora el grado de acuerdo del gerente o directivo respecto a una serie de afirmaciones relacionadas con su actitud en la toma de decisiones.

Selección de la muestra y caracterización

El ámbito de estudio es España, por ello, a partir del listado de Organizaciones de Productores de Cítricos proporcionado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España en marzo de 2014, se han identificado las entidades cuya forma jurídica es la cooperativa, tienen su domicilio en España y se encuentran en activo, su número asciende a 63 cooperativas y constituyen la población del estudio.

La recogida de datos se ha realizado en base a un cuestionario auto-administrado, formado por preguntas de respuesta cerrada o semiabierta, agrupadas en diversos bloques (perfil del encuestado, orientación al mercado, innovación e internacionalización). El cuestionario ha sido contestado por el gerente o el director comercial de las cooperativas entre los meses de junio y septiembre de 2014. Debido al reducido número de entidades no se ha utilizado ningún método de muestreo, el cuestionario ha sido enviado por vía postal a todas las cooperativas. Tras realizar cinco contactos (vía telefónica, postal y visita personal), se ha obtenido una tasa de respuesta del 71%. La muestra está formada por 45 cooperativas, se considera una muestra representativa asumiendo un nivel de confianza del 95% con un porcentaje de error del 8%.

Las 45 cooperativas españolas que componen la muestra se localizan en un 86,7% en la Comunidad Valenciana, correspondiendo a Murcia, Andalucía y Cataluña el resto de las entidades. Esta distribución plasma la realidad de la población en la que el 86% de las Organizaciones de Productores de Cítricos reconocidas son valencianas. Se trata en todos los casos de cooperativas de primer grado que trabajan fundamentalmente con cítricos, si bien un 24,4% declara comercializar también otros productos (fundamentalmente frutas no cítricas, con el objetivo de completar el calendario de comercialización y mejorar el rendimiento de las instalaciones).

La heterogeneidad de la muestra se pone de manifiesto en las variables de dimensión (volumen de negocios anual, balance total de la empresa, número de empleados), con entidades que facturan menos de un millón de euros y otras que declaran ventas anuales entre los 43 y 50 millones de euros (Tabla 2). No obstante, atendiendo exclusivamente al criterio del número de empleados, el 82,2% de las entidades se clasificarían como empresas medianas y un 17,8% serían grandes. El marcado carácter exportador del cooperativismo cítrico queda patente a través del peso de las exportaciones en la facturación que se sitúa por término medio en más de un 50%.

Resultados

El análisis LOGIT planteado intenta explicar el carácter innovador o no de las cooperativas cítricas a partir de sus atributos. Como resultado se obtiene un modelo que obtiene la probabilidad estimada sobre la calificación de cooperativa innovadora. A partir del establecimiento de un valor crítico (0,5) esta probabilidad se convierte en unos y ceros. El valor crítico se ha establecido en función de los porcentajes de las categorías en la muestra, que pueden ser considerados similares.

Las variables que resultan relevantes en la innovación de las cooperativas citrícolas considerando un nivel de confianza del 5% son la dimensión, la orientación al mercado y la in-

ternacionalización, adicionalmente el perfil del directivo en términos de agresividad empresarial es significativo al menos al 8,2% (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis logit aplicado a la variable innovación en cooperativas
Table 3. Results of the logit analysis of innovation in cooperatives

	B ^a	e.e. ^b	Wald ^c	P-valor	Exp(B) ^d
Orientación del mercado	0,209	0,073	8,147	0,004	1,232
Peso de las exportaciones	-3,620	1,598	5,131	0,024	0,027
Dimensión empresarial	1,960	0,833	5,541	0,019	7,097
Nivel de educación del gerente	-1,180	1,026	1,323	0,250	0,307
Agresividad empresarial	2,305	1,324	3,034	0,082	10,029
Constante	-17,887	6,516	7,536	0,006	0,000
Ajustes del modelo					
logaritmo de la verosimilitud			31,488		
R ² Nagelkerke ^e			0,657		
Hosmer-Lemeshow ^f			4,938 (0,0667)		

^a Parámetro estimado; ^b Error estándar; ^c Significación estadística con la prueba de Wald; ^d Odd ratio; ^e Evalúa el poder de explicación del modelo; ^f Evalúa la bondad de ajuste del modelo logit.

El ajuste del modelo estimado es bueno ya que tanto el análisis chi cuadrado de la variación del logaritmo de la verosimilitud como en la prueba de Hosmer-Lemeshow (Tabla 3), demuestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las clasi-

ficaciones observadas y predichas. Adicionalmente, el logaritmo de la verosimilitud presenta un valor bajo, lo que indica un mejor ajuste del modelo (Hair et al., 1999). Finalmente la matriz de clasificación muestra ratios de acierto muy elevados (Tabla 4), pro-

Tabla 4. Matriz de clasificación obtenida con el análisis logit¹
Table 4. Classification matrix from the logit analysis

Observado		Pronosticado		Porcentaje correcto
		Innovación		
		No innovadora	Innovadora	
Innovación	No innovadora	16	4	80,0
	Innovadora	3	22	88,0
Porcentaje global				84,4

¹ Valor de corte: 0,500.

nosticando de forma acertada ambas categorías, por lo que no son indicativos de producir problemas en la predicción de ninguno de los grupos.

Discusión

Los resultados obtenidos empíricamente a partir de una muestra de 45 cooperativas cítrícolas españolas permiten realizar las siguientes afirmaciones en relación a las hipótesis planteadas.

Se confirma la *hipótesis 1* que vincula a las cooperativas innovadoras con aquellas con una mayor orientación al mercado. El análisis Logit pone de manifiesto una relación estadísticamente significativa entre ambas cuestiones, lo que corrobora y amplía las conclusiones de los estudios previos de Cambra et al. (2011) en el sector vitivinícola. La dimensión empresarial, *hipótesis de investigación 2*, también se ha confirmado como un elemento en relación a la consideración de cooperativa innovadora. Este resultado se alinea con las evidencias aportadas en otras formas jurídicas por Damanpour (1992) y Camisón-Zornoza et al. (2004) y adicionalmente constituye un hito inicial en la investigación sobre cooperativas en este aspecto. Se verifica también la *hipótesis de investigación 3* que considera la relación entre innovación e internacionalización (tomando como referencia el peso de las ventas en mercados exteriores). El resultado se une en consecuencia a los estudios que han evidenciado esta relación (Katsikeas et al., 2000 y Leonidou, 1998). Las dos hipótesis restantes se deben rechazar al adoptar un nivel de significación del 5%. La *hipótesis de trabajo 4* que relaciona la formación superior o especializada del directivo con la innovación es rechazada con los datos planteados. Esta cuestión, que ha sido reiteradamente señalada por múltiples estudios, tanto a nivel teórico como em-

pírico debe ser analizada con detenimiento. Existen diversas cuestiones que pueden explicar el resultado obtenido, en primer lugar es posible que tal como afirman Benito et al. (2012) sea la formación específica la que tiene una incidencia directa sobre la innovación y que por tanto, al haber agrupado en una variable tanto formación superior (universitaria) como específica, este efecto quede anulado. La segunda explicación se encuentra en línea con lo que sostienen autores como Sempere y Hervás (2011), que señalan que es la formación conjunta de los trabajadores, medida como número de licenciados universitarios, la que tiene incidencia sobre el nivel de innovación de una empresa. En consecuencia al contemplar en este caso únicamente la formación del director/gerente sería coherente que los resultados no reflejen una relación directa ya que no se está contemplando el escenario completo en cuestión de formación.

No obstante cabe destacar que la relación de la innovación con el perfil del directivo en términos de agresividad empresarial –*hipótesis 5*– es significativa al menos al 8,2%, por lo que resulta evidente que ésta existe y quizá sería interesante plantear un estudio similar bajo una perspectiva diferente –quizá englobando otros aspectos de la personalidad del directivo– para profundizar en esta vertiente. En definitiva, este trabajo aporta evidencias sobre la relevancia positiva que la dimensión, la internacionalización y la orientación al mercado tienen sobre la innovación en las cooperativas agroalimentarias, específicamente en las cítrícolas españolas, lo cual supone un avance en el conocimiento existente sobre la gestión y la competitividad de este tipo de entidades.

Los resultados obtenidos incitan también a un estudio más exhaustivo de la influencia del perfil del directivo en los efectos de la gestión y queda señalada la necesidad de analizar la formación no solo del puesto directivo sino del conjunto de trabajadores. Sin embargo

cabe destacar que existen ciertas limitaciones que hay que considerar a la hora de ponderar las conclusiones. Como se ha señalado, las conclusiones se derivan del estudio de una muestra de cooperativas exclusivamente cítrcolas, por lo que se trata de un subsector muy concreto dentro del panorama del cooperativismo agroalimentario, con las consiguientes particularidades. Adicionalmente hay que hacer constar que el reducido número de la muestra, si bien cumple con el tamaño mínimo para el análisis, ha imposibilitado la división para poder estimar y validar el modelo logit en dos submuestras diferentes, por lo que ambos pasos se han tenido que realizar sobre la misma y ello puede introducir un sesgo al alza en la capacidad predictiva del modelo. El último lugar cabe recordar que la medición del carácter innovador de las entidades se ha realizado en base a la propuesta de Aragón y Rubio (2005), en la que es el propio gerente de la cooperativa quien valora distintos aspectos de la innovación en la organización, lo que introduce un sesgo al no existir un único criterio uniforme que se aplique a todos los individuos de la muestra.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los dos revisores anónimos sus comentarios que han servido para mejorar la precisión y calidad de este artículo.

Bibliografía

- Aragón A, Rubio A (2005). Factores asociados con el éxito competitivo de las PYMEs industriales en España. *Universia Business Review* 8:38-51.
- Arcas N (2002). Contribución de las cooperativas agrarias de segundo grado a la orientación al mercado de sus cooperativas asociadas: efectos en el desempeño de la relación. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 41: 139-161.
- Avermaete, T. (2002). *Systems of innovation: the case of small food firms in the EU*, DRUID PhD Winter Conference, 17-19 January, Aalborg, Dinamarca. Disponible en: www.druid.dk/conferences/winter2002/gallery/avermaete.pdf (16 de diciembre de 2014).
- Baker W, Sinkula JW (1999). Learning orientation and innovation: integrating and extending models of organizational performance. *Journal of market focused management* 4:295-308.
- Benito-Hernández S, Platero-Jaime M, Rodríguez-Duarte A (2012). Factores determinantes de la innovación en las microempresas españolas: la importancia de los factores internos. *Universia Business Review* 33: 104-121.
- Bijman J (2010). Agricultural cooperatives and market orientation: a challenging combination? En *Market orientation: transforming food and agribusiness around the customer*. (Eds. A Lindgreen, M Hingley, P Custance) Aldershot: Gower Publishing, p. 119-136.
- Borra C, García A, Espasandín F (2005). Empresa, comportamiento innovador y Universidad: el caso de la Economía Social en Andalucía. *Estudios de Economía Aplicada* 23(3): 583-606.
- Buesa M, Molero J (1998). Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española. *Información Comercial Española*, 773: 155-173.
- Cambra JJ, Fraj E, Melero I, Sesé FJ, Vázquez R (2011). Orientación al mercado y al aprendizaje en el sector vinícola aragonés. Documento de trabajo - Fundación Economía Aragonesa (FUNDEAR) nº 58: 1-76.
- Camisón-Zornoza C, Lapiedra-Alcamí R, Segarra-Ciprés M, Boronat-Navarro M (2004). A meta-analysis of innovation and organizational size. *Organization Studies* 25(3): 331-361.
- Carrasco E, García E (2005). Aplicación logit a la predicción de rendimientos bursátiles. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* 11: 99-113.

- Cavusgil ST, Knight G (2014). The born global firm: an entrepreneurial and capabilities perspective on early and rapid internationalization. *Journal of International Business Studies* 46: 3-16.
- Chatterjee D (2014). Leadership in Innovators and Defenders: the roles of cognitive personality styles. *Industry and Innovation*, 21(5): 430-453.
- Damanpour F (1992). Organizational size and innovation. *Organization Studies* 13:375-402.
- Datta DK, Guthrie JP (1994). Executive succession: organizational antecedents of CEO characteristics. *Strategic Management Journal* 15: 569-577.
- Del Aguila AR, Padilla A (2010). Factores determinantes de la innovación en empresas de economía social. La importancia de la formación de la actitud estratégica. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 67 (1): 129-155.
- Del Río ML, Varela MC (2006). Características de los directivos y rendimiento exportador en las pymes españolas. *ESIC Market* 125: 223-254.
- Díaz-Fernández M, López-Cabrales A, Valle-Cabrera R (2014). A contingent approach to the role of human capital and competencies on firm strategy. *Business Research Quarterly* 17(3): 205-222.
- Dichtl E, Koeglmaier HG, Mueller S (1990). International orientation as a precondition for export success. *Journal of International Business Studies* 21(1): 23-40.
- Fayos T, Calderón H, Mir J (2011). El éxito en la internacionalización de las cooperativas agroalimentarias españolas. Propuesta de un modelo de estudio desde la perspectiva del marketing internacional. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 72 (1): 43-72.
- Fernández de Bobadilla S, Velasco E (2008) Gestionan mejor la innovación las empresas de economía social que las sociedades anónimas: estudio comparativo de empresas innovadoras vascas. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 63: 5-37.
- García E, Aranda M (2001). Problemas existentes en la profesionalización de la gestión en la sociedad cooperativa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* 7(3): 139-154.
- Golovina S, Hess S, Nilsson, J, Wolz A (2014). Social capital in Russian agricultural production cooperatives. *Post-communist economies* 26(4): 522-536.
- Gómez JE, Rialp J, Llonch J (2009). Influencia de la Orientación al Mercado en la Función Empresarial; Su Impacto en la Capacidad de Innovación y en los Resultados de la PYME Española. *Revista Internacional de la Pequeña y Mediana Empresa* 1: 46-47.
- Grinstein A (2008). The Effect of Market Orientation and its Components on Innovation Consequences: a Meta Analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science* 36: 166-173.
- Gupta AK, Govindarajan V (1984). Business unit strategy, managerial characteristics and business unit effectiveness at strategy implementation. *Academy of Management Journal*, 27(1): 25-41.
- Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC (1999). *Análisis multivariante*. 5ª ed. Prentice-Hall.
- Hausman A (2005). Innovativeness among small businesses: Theory and propositions for future research. *Industrial Marketing Management* 34(8): 773-782.
- Hernández-Espallardo, M, Sánchez-Pérez, M, Segovia-López, C (2011). Exploitation- and exploration-based innovations: The role of knowledge in inter-firm relationships with distributors. *Technovation* 31 (5-6): 203-215.
- Huiban JP, Bouhsina Z (1998). Innovation and the quality of labour factor: An empirical investigation in the French food industry. *Small Business Economics* 10(4): 389-400.
- Jiménez JD, Sanz VR (2004). Determinantes del éxito de la innovación. *Revista de Empresa* 7: 24-28.
- Juliá JF, Lajara-Camilleri N, Meliá E (2009). Factores de competitividad en las cooperativas agrarias valencianas. La orientación al mercado y las alianzas empresariales. *La gestión de empresas de economía social*, 37-60.
- Juliá Igual JF, Meliá-Martí E, García-Martínez G (2012). Strategies developed by leading EU agri-food cooperatives in their growth models. *Service Business. An International Journal* 6(1): 27-46.

- Katsikeas CS, Leonidou LC, Morgan NA (2000). Firm-level export performance assessment: review, evaluation, and development. *Journal of the Academy of Marketing Science* 28(4): 493-511.
- Khanal AR, Mishra AK (2014). Agritourism and off-farm work: survival strategies for small farms. *Agricultural economics* 45: 65-76.
- Leonidou LC (1998). Organisational determinants of exporting: conceptual, methodological, and empirical insights. *Management International Review* 38(1): 7-52.
- Levenburg N, Magal SR, Kosalge P (2006). An exploratory investigation of organizational factors and e-Business motivations among SMFOEs in the US. *Electronic markets* 16(1): 70-84.
- Maravelakis E, Bilalis N, Antoniadis A, Jones KA, Moustakis V (2006). Measuring and benchmarking the innovativeness of SMEs: a three-dimensional fuzzy logic approach. *Production Planning and Control* 17(3): 283-292.
- Marí-Vidal S; Lajara-Camilleri N; Server RJ (2013). La formación en las sociedades cooperativas agrarias como factor clave de competitividad en un contexto de concentración e internacionalización de los mercados. *Interiencia* 38(2): 112-120.
- Marí-Vidal S; Marín-Sánchez M; Seguí-Mas E; Michael-Zamorano M (2014). Análisis cualitativo de los determinantes en la predicción del fracaso empresarial en cooperativas agroalimentarias. *Información Técnica Económica Agraria*, Vol 110(3): 300-320.
- Meliá-Martí E, Martínez-García A (2015). Factores críticos del éxito de una fusión de cooperativas. *Información Técnica Económica Agraria*, 111(1): 73-92.
- Melo LI, Melo MM, Rodríguez LF (2006). Competitividad del sistema agroalimentario de la cebolla de bulbo con enfoque de cadena productiva en el Distrito de riego del Alto Chicamocha (Bocayá). *Agronomía Colombiana* 24(2): 367-377.
- Metz I, Terziovski M, Samson D (2007). Development of an Integrated Innovation Capability Model en Building Innovation Capability in Organizations: an International Cross-case perspective. Imperial College Press.
- Mora A (1994). Los modelos de predicción del fracaso empresarial: una aplicación empírica del *logit*. *Revista Española de Financiación y Contabilidad* 78: 203-233.
- Morales AC, García J (2007). Innovación empresarial y economía social: un estudio empírico a nivel andaluz. Strengthening and Building Communities: The Social Economy in a Changing World. 1st International CIRIEC Research Conference on the Social Economy 22-25 de octubre de 2007 en Victoria, BC, Canadá.
- Mozas A, Rodríguez J (2003). La formación de los recursos humanos de las cooperativas agrarias y la nueva economía: un estudio empírico. *Boletín Económico del ICE, Información Comercial Española* 2776: 9-19.
- Narver J, Slater S (1990). The Effect of Market Orientation on Business Profitability. *Journal of Marketing*, 54: 20-35.
- OSCAE (2014). Disponible en: <http://www.agroalimentarias.coop/ficheros/doc/04281.pdf>
- OCDE (1980). La medición de las actividades científicas y técnicas "Manual de Frascati". Método tipo propuesto para las encuestas sobre investigación y desarrollo experimental. Ed. CDTI, Madrid.
- OCDE (2000). Small and Medium-Sized Enterprises: Local Strengths, Global Reach. Policy Brief.
- OCDE (2005): Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3^aed. OECD Publishing and Eurostat.
- Rebelo J, Caldas, JV, Teixeira M (2000). Economic role, governance structure and labour skills of Portuguese wine co-operatives. Proceedings of 4th International Conference on Chain Management in Agribusiness and the Food Industry, 25-26 Mayo, Wageningen University, Holanda, pp. 533-541.
- Rothwell R (1983). Innovation and firm size: a case for dynamic complementarity. *Journal for General Management* 8(3): 56-67.
- Sempere F, Hervás-Oliver JL (2011). ¿Qué explica la innovación en PYMEs? *Dirección y Organización* 43: 5-15.

Tamayo JA, Romero JE, Gamero J, Martínez-Román JA (2015). Do Innovation and Cooperation influence SMEs' competitiveness? Evidence from the Andalusian metal-mechanic sector. *Innovar, Revista de Ciencias Administrativas y Sociales* 25(1): 101-115.

Triguero A, Córcoles D, Cuerva MC (2013) Differences in innovation between food and manufacturing firms: an analysis of persistence. *Agribusiness* 29(3): 273-292.

(Aceptado para publicación el 17 de abril de 2015)

El cooperativismo agrícola y ganadero frente a la responsabilidad social: estudio de un caso de contraste

F. Castilla-Polo^{1,*} y D. Gallardo-Vázquez²

¹ Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas, s/n. Edif. D-3 23071 Jaén, España

² Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Extremadura. Av. Elvas, s/n. 06071 Badajoz, España

Resumen

En este trabajo se presentan los casos de estudio de dos cooperativas reconocidas por sus gestiones responsables pero diferenciadas en su actitud hacia la revelación de sus actuaciones. El análisis comparativo permitirá aportar razones que expliquen el interés de una de ellas hacia la revelación social así como también identificar variables a utilizar en futuros acercamientos a este campo de investigación. La metodología cualitativa, y concretamente del estudio de caso de contraste, está especialmente indicada ante la inexistencia de estudios previos en la realidad cooperativa, hecho que introduce el carácter exploratorio de los hallazgos evidenciados y el potencial de la comparación en este estado de desarrollo. Los resultados corroboran que la visión hacia el papel de la revelación social es convergente en ambas cooperativas, no así su puesta en práctica pues el reconocimiento social y el deseo de animar la realización de estas prácticas entre otras cooperativas intervienen como variables claves a la hora de explicar el porqué de la revelación social con independencia de la realidad territorial o el sector de actividad de estas cooperativas, variables que desde la teoría apuntaban comportamientos divergentes.

Palabras clave: Cooperativas, Responsabilidad Social Cooperativa, caso de contraste, gestión, estrategia.

Abstract

Agricultural and livestock cooperativism versus social responsibility: a case study of contrast

This paper presents the case study of two cooperatives recognized by their socially responsible actions but different in their attitude towards disclosure efforts. The comparative analysis will provide reasons that may explain the interest of one of them towards social disclosure as well as to identify the variables that could be used in future approaches to this field of research. The qualitative methodology, specifically the cases study of contrast, is particularly suitable in the absence of previous studies in cooperatives, a fact that introduces the exploratory nature of the findings and the potential for comparison in this status of development. The results showed that the vision for the role of social disclosure is convergent in both cooperatives, not their practical implementation as social recognition and the desire to encourage the implementation of these practices among other cooperatives are involved as key variables explaining social disclosures, independently of the territorial reality or the sector of activity of these cooperatives, variables that, based on the theory, could trigger different behaviors.

Key words: Co-operatives, Cooperative Social Responsibility, contrast case, management and strategy.

* Autor para correspondencia: fpolo@ujaen.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.013>

Introducción

No se puede obviar un primer aunque breve acercamiento a la responsabilidad social antes de enfocarnos al ámbito cooperativo. Algunas referencias claves las encontramos en el Libro Verde de la Comisión Europea (Unión Europea, 2001). En este documento la responsabilidad social se contempla como la integración voluntaria, por parte de las empresas, de preocupaciones de naturaleza social, económica y medioambiental en el desarrollo de sus actividades. Es destacable, la voluntariedad de la responsabilidad social, la realización de acciones sin obligación por normativa, lo cual supone un primer e importante paso en la vida de aquélla. La propia Comisión Europea, siguiendo el deseo de fomentar el ejercicio de este tipo de acciones, expresa en 2011 el impacto que la responsabilidad social provoca en la sociedad (Unión Europea, 2011).

La responsabilidad social no es un tema novedoso para las cooperativas, ya que la naturaleza intrínseca de aquéllas nos permitiría derivar comportamientos responsables. Es el entramado de principios y valores cooperativos el principal responsable de la relación entre cooperativas y responsabilidad social, como factor que cohesiona y justifica esta estrategia en cooperativas, la llamada responsabilidad social en cooperativas. Numerosas afirmaciones corroboran el enlace tan natural entre las cooperativas y la responsabilidad social. Así, siguiendo al Instituto Argentino de la responsabilidad social (2007), la responsabilidad social en cooperativas constituye un estilo de gestión que se basa en la fortaleza de los principios del cooperativismo, mientras que para Cortés (2009) "las cooperativas son por y en sí mismas socialmente responsables".

Un elemento clave en el ámbito de la responsabilidad social es la transparencia, último eslabón de las prácticas responsables. La re-

velación social permite aprovechar estratégicamente este tipo de actuaciones sin afectar a los planteamientos de sostenibilidad que constituyen la base de la actuación responsable empresarial. Por otro lado, ello contribuye a orientar a las empresas hacia un conjunto más amplio de grupos de interés, específicamente, aquellos que escapan del ámbito interno. Server y Capó (2011) llegan a comentar que el objetivo de la responsabilidad social es satisfacer las expectativas de los grupos de interés sobre las conductas de las empresas y ahí la revelación tiene un papel fundamental. Si bien, se toman en cuenta en este trabajo las consideraciones realizadas por la Unión Europea (2013) al entender que la responsabilidad social no puede ser un mero instrumento de marketing y que la única manera de desarrollarla plenamente es integrarla en la estrategia de la empresa. Además, la responsabilidad social debería ser fácilmente identificable por personas ajenas, citando a dos colectivos claves: inversores y consumidores, papel que justifica el interés en incluir la revelación social como una parte más de la implementación estratégica con la que tanto empresas como cooperativas deberían apostar por gestionar su responsabilidad social. En un contexto como el actual, donde tras la reciente aprobación de propuesta de Directiva sobre Divulgación de Información No Financiera (Unión Europea, 2014) se obliga a las empresas europeas de más de 500 trabajadores y que no facturen menos de 40 millones de euros a revelar sus impactos medioambientales, sociales y en materia de anticorrupción, promoviendo la reflexión sobre la revelación social para el resto de empresas "no obligadas" y justificando investigaciones sobre la misma.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo se orienta a mostrar evidencia de naturaleza cualitativa sobre la gestión de la responsabilidad social en las cooperativas incluido el papel que desempeña la revelación de información social en el proceso.

La metodología cualitativa proporcionará un acercamiento real al objetivo de estudio, al emplear la entrevista dirigida al directivo, quien en base a su propia opinión y experiencia aportará los elementos necesarios para el análisis. Se aplicará un marco que contempla todas las fases de la gestión de la responsabilidad social en cooperativas, elaborado por las autoras en una primera fase de esta investigación (Gallardo-Vázquez y Castilla-Polo, 2014), y que constituye el fundamento del análisis cualitativo de la responsabilidad social en cooperativas. El modelo apuntado ha desempeñado un papel fundamental y se encuentra formado por los siguientes cuatro bloques: i) La responsabilidad social y sus fundamentos; ii) La responsabilidad social en cooperativas y sus características; iii) Estrategia y responsabilidad social en cooperativas; y iv) Revelación Social en Cooperativas, integrados por un número variable de interrogantes sobre la temática en cuestión que han dado fundamento a las proposiciones formuladas.

La inexistencia de investigaciones previas justifica el acercamiento cualitativo llevado a cabo en este caso de contraste. Concretamente, nos planteamos analizar las evidencias encontradas con el análisis de dos casos seleccionados a priori al querer confrontar resultados de dos realidades que resultaban interesantes por varios motivos. En primer lugar, son cooperativas pertenecientes a dos Comunidades Autónomas con realidades empresariales diferentes. En segundo lugar, en una de tales Comunidades Autónomas, existe una Ley de Responsabilidad Social Empresarial que puede determinar el funcionamiento de la cooperativa y la respuesta ofrecida por el entrevistado, mientras que en la otra, al no existir Ley de esta naturaleza, entendimos que los resultados podrían ser bastante diferentes. En tercer lugar, una de las cooperativas ha realizado Memoria de responsabilidad social mientras que la otra aún no ha dado ese paso, lo cual pensamos que podría mar-

car diferencias en el tema de la divulgación de la responsabilidad social. En cuarto lugar, son cooperativas que muestran intereses diferentes en lo relativo a la divulgación de información. Por todo ello, percibimos a las cooperativas como realidades empresariales diferentes capaces de aportar elementos diferenciadores y extensibles a otras realidades.

Material y métodos

Diseño metodológico

El estudio de casos se ha convertido en una técnica de investigación habitual dentro del ámbito empresarial. Su ventaja se encuentra en permitir a los investigadores conocer un fenómeno dentro de su contexto real (Yin, 1994). Otros beneficios se relacionan con la posibilidad de estudiar la complejidad y particularidad de un caso para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes (Stake, 2007). En este trabajo el interés se centra en su empleo como vía para explorar una práctica, la gestión y revelación social cooperativa, escasamente tratada por la literatura existente al centrarse este tópico en el caso de la gran empresa y de carácter privado; por este motivo podemos catalogarlo como exploratorio siguiendo a Ryan *et al.* (2004).

Dentro de la tipología existente, se acomete un caso de contraste o comparación. Se analiza el estado de la gestión de la responsabilidad social en cooperativas en dos ejemplos diferentes elegidos por su valor en sí mismos, utilizando una estrategia de selección de casos orientada a la información buscada (Flyvbjerg, 2006), e identificando pautas comunes. Son casos ilustrativos que eligen unidades representativas sobre el objetivo de investigación para conocer el fenómeno (Yin, 1994).

Se ha de comentar que el uso del caso de contraste se ha utilizado en muy diversos escenarios, por ejemplo para el estudio de la ges-

ción de la innovación en sectores maduros por Visintin *et al.* (2005), para el análisis de la gestión medioambiental pública por Rivera-Rentas *et al.* (2007), para analizar sistemas de gobierno corporativo por Calvin y Pan. (2008) y para casos de reestructuración de empresas por Garaudel *et al.* (2008). Igualmente podemos indicar que ha sido una metodología aplicada al sector cooperativo. Así, encontramos los trabajos realizados por Barton *et al.* (1993) quienes analizan la consolidación de cooperativas en Kansas a través de la comparación de dos grupos; el llevado a cabo por Pratt (1999) al comparar dos cooperativas de mujeres en Sur-África; Vidal (2006) quien ana-

liza los efectos de la aplicación de las normas internacionales de información financiera en dos cooperativas; Ressel y Silva (2008) y la comparación de dos cooperativas y sus procesos de cooperación; el efectuado por Cox y Viet (2014) sobre el desarrollo institucional de dos cooperativas agrícolas en Vietnam; así como Song *et al.* (2014) quienes profundizan en dos casos de cooperativas rurales y sus implicaciones sobre el desarrollo rural sostenible. Existen numerosas iniciativas previas que analizan el potencial de la comparación a través de casos de contraste. A continuación se describen los principales aspectos de la metodología empleada bajo la Tabla 1.

Tabla 1. Ficha técnica diseño cualitativo
Table 1. Technical notes qualitative design

Área de interés	Gestión de la Responsabilidad Social en Cooperativas	
Objetivos generales del estudio	1. Conocer los motivos que avalan la gestión de la responsabilidad social en cooperativas 2. Analizar la profundidad del proceso de gestión, con especial referencia a la revelación social	
Método elegido	Estudio de caso: contraste	
Diseño metodológico	Triangulación de datos: revisión teórica, información empresarial y realización de dos entrevistas en profundidad	
Detalles entrevista semiestructurada	Tipo de entrevista	Semi-estructurada
	Tipo de muestreo	Muestreo intencional y opinático para permitir el contraste
	Informante clave	Gerente, persona con conocimiento global de la empresa y de su gestión
	Duración	Aproximadamente 45 minutos
Análisis de datos	Programa Atlas.ti 7.5.2.	

En este caso concreto, se han seleccionado dos cooperativas reconocidas por su interés en temas de responsabilidad social, Comercial Ovinos SCL y Almocrafe SC. Comercial Ovinos SCL¹ fue galardonada con el "I Premio de Cooperativas Socialmente Responsables" en la categoría "social" por su decidida apuesta por la defensa del sector de la lana en Extremadura y por su trabajo para evitar la extinción del pastoreo. La obtención de este galardón supone un paso importante en el tema de la responsabilidad social para una cooperativa y por ello consideramos que queda acreditada su consideración como responsable. Almocrafe SC², reconocida en el ámbito del consumo ecológico y por su labor de fomento de una cultura para este tipo de productos, ha sido merecedora de premios como el referente a *Alimentación ecológica y biodiversidad 2007*. Es una cooperativa participante en el Manual de Responsabilidad Social para Pymes (Ruiz-Lozano, 2007), siendo por ambos motivos también un ejemplo destacado en la implementación de su responsabilidad social.

Este caso parte del análisis de los datos obtenidos a través de la información financiera obligatoria así como de la información voluntaria ofrecida por estas empresas y de la realización de entrevistas. Hemos seleccionado la entrevista semiestructurada al igual que otros autores en este tema (Husillos et al., 2011; Ololade y Annegarn, 2013; Stewart y Gapp, 2014).

En cuanto a los informantes elegidos, en Comercial Ovinos SCL el informante posee una triple condición dentro de la cooperativa: gerente, director financiero y director comercial. Por tal rol, resulta la persona más adecuada para obtener una triple visión de cómo se está considerando la responsabilidad social en co-

operativas desde múltiples frentes y del papel de la revelación social en esta cooperativa, tanto a nivel de su efecto sobre temas de reputación, como a niveles de inversión necesaria y de resultados financieros previstos, todo ello bajo la gestión como gerente. Por su parte, en Almocrafe SC, la persona entrevistada fue igualmente su responsable de ventas, empleado-socio al frente de este tema desde su creación. Su elección obedece al rol desempeñado así como al hecho de haber sido la persona que, fruto de una colaboración con el ámbito universitario, resulta conector de la labor de responsabilidad social en cooperativas de la cooperativa durante años.

Con relación a la importancia de la fiabilidad de procedimiento, validez contextual y transferibilidad para la metodología del estudio de caso, se han seguido todas las recomendaciones al respecto ofrecidas por Ryan et al. (2004). Con respecto a la fiabilidad, todas las evidencias encontradas se encuentran recogidas a través de notas de campo así como adecuadamente transcritas las entrevistas realizadas y a disposición de cualquier investigador que las demande. Por otro lado, la validez contextual de nuestro estudio queda controlada a través del uso de observaciones e información pública de las cooperativas participantes junto a las propias evidencias ofrecidas por los informantes elegidos, triangulación de fuentes, así como por el análisis llevado a cabo por el equipo investigador, triangulación de investigadores. Finalmente, entendemos que la transferibilidad de resultados proviene de la propia metodología del caso, así las evidencias encontradas permitirán formar el cuerpo de futuros avances en la materia. Todas estas cuestiones incluyen igualmente la elaboración de un protocolo de investigación, como vía necesaria para la

1. Más información disponible en: <http://www.comercialovinos.com> (Acceso Mayo 2014).

2. Más información disponible en: <http://www.almocrafe.com> (Acceso Mayo 2014).

recolección de datos y tareas siempre con el objetivo de guiar la investigación y de reforzar su fiabilidad (Vieira *et al.*, 2013).

Resultados

El análisis de resultados, a partir de las evidencias obtenidas en los estudios de casos, y dentro de los cuatro bloques correspondientes al marco de estudio empleado, da pie al fundamento de las proposiciones planteadas. De ellas se desprenden evidencias concretas capaces de ser analizadas en otros contextos regionales y en otras cooperativas.

PROPOSICIÓN 1: Distintas realidades empresariales no determinan distintos conceptos de responsabilidad social

Resulta fundamental citar el trabajo de revisión de Garriga y Melé (2004) en relación a las teorías que apoyan y definen la responsabilidad social. Otros autores apuntan diferentes tópicos en relación con el término y las dimensiones de responsabilidad social, económica, legal, ética y discrecional (Carroll, 1991); Batra (2007) apunta la importancia de la discrecionalidad en el concepto responsabilidad social superando la legislación vigente; Aceituno-Aceituno *et al.* (2013) consideran la responsabilidad social como un sistema vital de gestión para lograr ventajas y motivación en los empleados y Ololade y Annegarn (2013) argumentan la necesidad de una definición realista de responsabilidad social. En definitiva, no es unánime el concepto de responsabilidad social, pasando a analizar la idea asumida por los representantes de las cooperativas objeto de análisis.

En este caso, nos encontramos en Comercial Ovinos SCL con una definición de responsabilidad social coincidente o en línea con la nueva definición establecida por la Comisión Europea (2011:6) “la responsabilidad de las empresas sobre sus impactos en la sociedad”.

Al igual que lo expone el entrevistado “es ir más allá de lo estrictamente legal... es dar un paso adelante en bienestar”. Para Almocrafe SC la responsabilidad social plantea la idea del intercambio sociedad-empresa, aludiendo al compromiso de la empresa de trabajar en colaboración con la sociedad y, explícitamente con sus trabajadores, clientes y proveedores: “una relación simbiótica, nosotros –refiriéndose a la cooperativa– obtenemos algo de la sociedad, la sociedad obtiene algo de nosotros”.

Frente a estas actuaciones voluntarias, no se puede obviar que el cumplimiento de leyes y normativas es un requisito previo para plantear otro tipo de actividades empresariales. El debate de la responsabilidad social como *business case* o *social case* nos parece también interesante dentro de la revisión del concepto responsabilidad social en cooperativas que plantean las cooperativas estudiadas, pues uno de los criterios de selección precisamente atendía a este hecho en el sentido de que Extremadura es la única Comunidad Autónoma donde existe regulación específica de la responsabilidad social.

Explícitamente, dentro del discurso de Comercial Ovinos SCL se repite una idea que, para esta cooperativa y para su gestión, resulta muy importante: *el convencimiento*. Se refiere al convencimiento propio para llevar a cabo actividades de responsabilidad social. Esta idea surge al definir la responsabilidad social pero también cuando se le presenta la aprobación de la Ley 15/2010, de 9 de diciembre de responsabilidad social empresarial en Extremadura y se le solicita su opinión sobre el estímulo que representa. No concibe la regulación de este tema desde un punto de vista legal, justificándolo por el propio carácter voluntario que atribuye a la responsabilidad social, proponiendo otros métodos para estimular: divulgar, publicar, concienciar pero “sin necesidad de sacar una ley”. Tampoco por Almocrafe SC se contem-

pla la regulación de la responsabilidad social, “chocante” es el modo de describir esta cuestión al entender que “las empresas no son sólo máquinas que generen beneficios, sino que también deben reportar a la sociedad” siendo necesario que ese algo más lo decida y surja de la propia empresa.

En definitiva, el concepto de responsabilidad social es común en los dos casos estudiados, se advierte la necesidad de una colaboración con la sociedad que vaya más allá de todo tipo de regulación legal, si bien, en Comercial Ovinos SCL se deduce un planteamiento más filantrópico que el planteado por Almocrafe SC al referirse explícitamente al intercambio de favores entre cooperativa-sociedad. Independiente de las características diferenciales por las que fueron elegidos su concepción es la misma, concluyendo que realidades cooperativas distintas responden a conceptos similares de responsabilidad social, lo cual da soporte a la primera proposición planteada.

PROPOSICIÓN 2: Distintas realidades empresariales no determinan diferencias en el concepto responsabilidad social en cooperativas

La literatura evidencia la existencia de diferencias teóricas entre la responsabilidad social asumida por empresas de naturaleza privada y de cooperativas. Una de las cuestiones fundamentales es la existencia de numerosos puntos en común entre responsabilidad social y los principios y valores cooperativos (Server y Capó, 2011) hasta el punto de que existen autores que los conciben como principios de responsabilidad social (Carrasco, 2007). Los principios cooperativos establecidos por la Alianza Cooperativa Internacional (ACI) (1995)³ constituyen los pilares sobre los

que se estructuran las cooperativas y promueven el compromiso social de estas empresas con su entorno. Novkovic (2008) plantea que son los principios cooperativos los que marcan la diferencia en cooperativas y tienen importantes implicaciones en la explicación del éxito de estas empresas. Marín *et al.* (2010) afirman que los principios cooperativos coinciden perfectamente con la esencia de la responsabilidad social, si bien, el planteamiento con el que se aborda es independiente para cada caso concreto; para Monzón y Antuñano (2012) existen formas diferentes de entender la responsabilidad social en cooperativas dentro de las 20 cooperativas analizadas en el territorio español, no siendo posible concluir sobre una definición general; por su parte, la Confederación Española de Cooperativas de Trabajo Asociado (COCETA) (2012) encuentra que el convencimiento es una nota clave para definir la responsabilidad social en cooperativas, seguido del papel que una adecuada gestión de este ámbito supone para la mejora de las organizaciones. Sin embargo, Puusa *et al.* (2013) cuestionan la trascendencia de la función social y, por extensión, del cumplimiento de estos principios en el día a día de la cooperativa y frente a la función económica o de supervivencia en el mercado.

Para Comercial Ovinos SCL los principios cooperativos resultan fundamentales para diferenciar a una cooperativa del resto de empresas, son principios de responsabilidad social. Lo mismo ocurre con el caso de los valores cooperativos, ahora la relación de responsabilidad es por parte de los socios con la cooperativa. “Yo creo que no hay ninguna empresa más social que una cooperativa...

3. Principio de Adhesión voluntaria y abierta, Principio de Gestión democrática por parte de los socios, Principio de Participación económica de los socios, Principio de Autonomía e independencia, Principio de Educación, Formación e Información, Principio de Cooperación entre cooperativas y Principio de Interés por la comunidad. Véase puntos en común en Server y Capó (2009).

son las empresas más relacionadas con la responsabilidad social en forma jurídica”, planteamiento también observado por la Comisión Europea (2011) donde se les cita como ejemplos de empresas con estructuras de gobierno y propiedad que se dirigen especialmente hacia conductas responsables. Insistiendo en la importancia del convencimiento en temas de responsabilidad social en cooperativas, su presidente José Ignacio Valdés también afirma “basta pararse a pensar qué hacemos y cómo lo hacemos para darnos cuenta que las cooperativas tienen mucho que decir y que enseñar en el mundo de la Responsabilidad Social” (Comercial Ovinos, 2012:7). El caso de Almocrafe SC también se adhiere a esta filosofía diferenciadora de cooperativas, más aún, en este ejemplo precisamente por su carácter cooperativo se encuentra cerca de la responsabilidad social pero también por el tema medioambiental por ser una cooperativa dedicada al consumo ecológico.

La responsabilidad social resulta diferente para el caso cooperativo, explícitamente indicado por ambas cooperativas. Los motivos que justifican por Comercial Ovinos SCL esta divergencia se relacionan con la presencia y la finalidad. Para ellos, la responsabilidad social en cooperativas “se encuentra más patente que la responsabilidad social, aunque debería ser igual pero desgraciadamente...”. Por su parte, Almocrafe SC insiste en la misma idea, la responsabilidad social en cooperativas es más real y no se hace por razones de imagen, poniendo como ejemplo el caso de las pymes. Son los principios cooperativos y el convencimiento lo que lleva dentro de Comercial Ovinos SCL a fomentar las actuaciones responsables a diferencia de una finalidad publicista que atribuye a este tipo de prácticas dentro de empresas capitalistas y privadas: “todos vemos a grandes empresas y de renombre que te dicen que contribuyen a tal y tal, y muchas veces es la manera más

barata de hacer publicidad...”. Para Almocrafe SC, en el mismo sentido, su responsabilidad social en cooperativas se hace por decisión propia “no es que nos cause cargo de conciencia”. Se argumenta en ambos casos una filosofía altruista de la responsabilidad social en cooperativas frente a una finalidad económica de la responsabilidad social en grandes empresas, empresas privadas.

Resulta patente que ambas cooperativas entienden que la responsabilidad social en cooperativas es diferente de la responsabilidad social en otro tipo de empresas y que la finalidad con la que se abordan este tipo de actuaciones responsables en ambas cooperativas se vincula a la presencia de una filosofía interna de principios y valores cooperativos y no a motivos de tipo económico tendentes a buscar algún beneficio en términos de imagen o reputación empresarial. Esto nos lleva a deducir un planteamiento más cercano y convergente en la definición de responsabilidad social en cooperativas que incluso el encontrado para la definición genérica de responsabilidad social, corroborando la literatura existente y llevándonos a aceptar la proposición planteada.

PROPOSICIÓN 3: Distintas realidades empresariales no determinan distintos tipos de actuaciones de responsabilidad social

El alcance del sistema de gestión de responsabilidad social por parte de cualquier empresa depende del grado de compromiso asumido. Partiendo de la filosofía *Triple Bottom Line*, los bloques económico, social y medioambiental resultan partes imprescindibles de este tipo de gestión. En el caso cooperativo, Olmedo-Cifuentes *et al.* (2012) indican que la gestión de los principios cooperativos dependerá de cada cooperativa; Belhaouri *et al.* (2005) también proponen esta gestión individualizada y el desarrollo de una forma de gobierno propia frente a su responsabilidad social y sus grupos de interés. No obstante,

estudios como el realizado por COCETA (2012) identifican diferencias importantes en el grado de interés hacia los bloques económico, social y medioambiental, predominando la gestión de los dos primeros y en detrimento del último. También Monzón y Antuñano (2012) identifican actividades concretas gestionadas por las cooperativas, la conciliación familiar y laboral, la sostenibilidad ambiental y el impulso económico y social hacia los entornos. Las investigaciones precedentes indican que no existe homogeneidad ni en el contenido ni en el grado de gestión de la responsabilidad social en cooperativas, debiendo valorar qué ocurre en nuestro análisis cooperativo.

A este respecto, Comercial Ovinos SCL indica que, de las tres dimensiones, para ellos son la social y la económica las más relevantes frente a la escasa importancia que concede a la vertiente medioambiental. De hecho, el galardón obtenido por esta primera edición de premios ha sido en la categoría social⁴, donde han sido altamente valoradas por el jurado las actividades en defensa de la profesión de pastor⁵. De forma más específica, destaca en el campo laboral la "flexibilidad de la plantilla", especialmente en épocas de sobrecarga de trabajo, al igual que el "reparto de beneficios o pagas extras según el resultado del ejercicio". La labor social la relaciona exclusivamente con el colectivo de proveedores, indicando la "flexibilidad" que la cooperativa mantiene con ellos, especialmente, en la fecha de entrega de mercancía.

El único bloque que el entrevistado entiende que no guarda relación con la puesta en práctica de esta cooperativa es el medioambiental justificando su posicionamiento en los siguientes términos "al no generar residuos es muy difícil hacer algo extra en cuanto al tema medioambiental".

En Almocrafe SC, los tres bloques de responsabilidad social son tratados con numerosas actuaciones. En este caso, la actuación social se dirige a los empleados a través de planes de seguridad e higiene, planes de salud, estabilidad de la plantilla, formación y apoyo a la conciliación familiar. Queda patente la vinculación a la comunidad a través de los numerosos acuerdos con la Universidad de Córdoba y el Ayuntamiento de la ciudad. En cuanto a las relaciones con el medioambiente, y debido a su carácter de cooperativa dedicada al consumo ecológico, dos aspectos resultan fundamentales en sus relaciones con proveedores, la legalidad y responsabilidad, "aunque la producción ecológica está regulada, nosotros llevamos años trabajando en la certificación social propia". Las exigencias legales medioambientales y, específicamente las dirigidas a la producción ecológica acajan la atención de esta cooperativa.

Por todo lo comentado, no podemos soportar la proposición planteada por cuanto nuestras evidencias confirman que las distintas realidades empresariales determinan distintos tipos de actuaciones de responsabilidad social, ello viene marcado por la propia actividad de

4. Comercial Ovinos, Feiraco y Udapa fueron las tres primeras cooperativas galardonadas con este premio para la categoría social, económica y medioambiental respectivamente.

5. Entre sus actividades más destacadas se incluyen las siguientes:

- a) Participación en el desarrollo del proyecto "Centro de desarrollo integral del ovino en Extremadura y Andalucía", proyecto financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- b) Participación en el desarrollo del proyecto "Cayado y Zurrón", junto con la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural de la Junta de Extremadura, para dignificar la profesión del pastor.
- c) Participación en numerosas jornadas informativas relacionadas fundamentalmente con el esquila y manejo de lana para ganaderos y desempleados.

la cooperativa, es decir, concretamente, por el sector de actividad, hecho que se argumenta por las cooperativas como responsable de una acción más o menos cercana a las dimensiones clásicas de la responsabilidad social.

PROPOSICIÓN 4: Diferentes realidades empresariales no determinan visiones diferentes sobre los beneficios de la responsabilidad social en cooperativas

La responsabilidad social se considera beneficiosa para la sociedad en general y también para la propia empresa que la lleva a cabo: incremento de resultados, aumento de confianza de clientes, lealtad, mejora de la imagen (Aaijaz *et al.*, 2012). La mejora de la reputación sobresale como uno de los principales beneficios de la actuación responsable en empresas privadas, seguido de beneficios de tipo organizativo y relacionados con su papel de conductor de la estrategia señalado por McElhaney (2009), su valor para recabar empleados a la empresa (Lu y Gowan, 2008) y su potencial para generar intangibles (Surroca *et al.* 2010). En el campo cooperativo, Marín *et al.* (2010) enumeran un amplio listado de beneficios incluyendo las mejoras en la satisfacción de los socios, de los grupos de interés externos, de la imagen y reputación y del bienestar futuro. Por su parte, COCETA (2012) encuentra que las cooperativas valoran como beneficios más importantes de la responsabilidad social en cooperativas, el mantenimiento de puestos de trabajo, el mayor compromiso con las personas, la mejora de imagen y la estabilidad de las relaciones de cooperación, todos ellos con porcentajes superiores al 80 de los casos. También se dispone de estudios específicos, como es el caso de la reputación (Olmedo-Cifuentes *et al.*, 2012) y el desarrollo rural (Song *et al.*, 2014). Como nota común, la literatura advierte el potencial estratégico de la responsabilidad social en cooperativas.

En nuestra opinión, es un enfoque poco estratégico el que se observa dentro de la res-

ponsabilidad social en cooperativas asumida y ejercida en ambas cooperativas a tenor de las menciones de los entrevistados hacia la idea de "convencimiento", no obstante, pasamos a comentar las evidencias detectadas en ambas cooperativas cuando se les ha cuestionado qué beneficios conlleva la responsabilidad social en cooperativas, cuestión que se ha planteado con ítems que debían ser valorados en una escala de tipo itemizada cuyos valores oscilaban del 1: nada relevante a 10: muy relevante.

Los principales beneficios que Comercial Ovinos SCL atribuye a la responsabilidad social en cooperativas son: el papel de estímulo a los empleados en la formación y desarrollo de competencias y habilidades, el aumento de satisfacción del personal y la mejora de la imagen empresarial, aspectos a los que se otorga el valor máximo de la escala. Como importantes, también indica el beneficio de la diferenciación, del aumento del grado de compromiso con la empresa y la mejora de la reputación empresarial. Por debajo quedan los aspectos valorados como los menos relevantes, entre los que se encuentran temas tales como el refuerzo de la comunicación, el uso más eficaz de los recursos, la atracción y retención de socios de calidad, el hecho de ganar ventajas competitivas, la atracción de inversiones, la reducción de costes, el aumento de rentabilidad económica y de rentabilidad financiera en el largo plazo.

En el caso de Almocrafe SC, los beneficios asociados a la responsabilidad social en cooperativas también resultan muy importantes y, específicamente: la mejora de relaciones con grupos de interés, como vía para atraer y retener socios, el refuerzo de la comunicación y el estímulo hacia los empleados, la diferenciación, la conciencia social y el compromiso y la mejora de imagen, como beneficios valorados con la máxima puntuación. En líneas generales, los beneficios presentados han sido puntuados en general con puntuaciones más

elevadas para las ofrecidas por Comercial Ovinos SCL, siendo los menos valorados los relativos al incremento de la productividad y la generación de ventajas competitivas.

De forma gráfica recogemos los distintos beneficios por los que se ha preguntado a ambas cooperativas y el orden de importancia concedida a cada uno de ellos (Tabla 2).

Tabla 2. Beneficios de la responsabilidad social en cooperativas
Table 2. Advantages of Social Responsibility in cooperatives

Beneficios de la responsabilidad social	Comercial Ovinos SCL	Almocrafe SC
Mejora las relaciones con los grupos de interés	8	10
Atraer y retener socios de calidad	4	10
Atrae inversiones	2	8
Refuerza la comunicación	5	10
Estimula a los empleados en la formación y el desarrollo de competencias y habilidades (liderazgo, iniciativa propia, creatividad, trabajo en equipo)	10	10
Aumenta la satisfacción del personal	10	10
Disminución de bajas y absentismo	7	8
Diferenciación frente a la competencia	9	10
Uso más eficaz de los recursos	5	7
Incrementa la productividad	7	5
Ganar ventajas competitivas	3	5
Fomenta la cultura de conciencia social	8	10
Mayor compromiso con la empresa	9	10
Mejora la reputación empresarial	9	10
Mejora la imagen de la empresa	10	10
Refuerza la fidelidad a la marca	6	8
Reducción de costes	2	5
Aumento de rentabilidad económica	2	5
Aumenta la rentabilidad financiera en el largo plazo	2	1
La responsabilidad social genera innovación	8	9
La responsabilidad social genera nuevas oportunidades de mercado	8	5
Otros (especificar)	–	–

Escala 1 (nada relevante) a 10 (muy relevante).

En cuanto a los principales beneficiarios, Comercial Ovinos SCL argumenta que es la propia sociedad, aunque también expone que para la cooperativa existe una recompensa moral y que para los socios, es “el beneficio de la reconfortabilidad saber que tu empresa hace algo digno de destacar socialmente pero no hay ningún beneficio económico directo detrás”. Los aspectos resaltados por el entrevistado resultan fundamentales dentro de una empresa cooperativa por cuanto el papel de los socios y el planteamiento de principios y valores cooperativos fomentan precisamente este tipo de actuaciones y así parece ser entendido desde la práctica. Almocrafe SC por su parte insiste en que la principal beneficiada con este tipo de actuaciones es la cooperativa, cuestión que contradice, al menos en cierto grado, sus respuestas acerca de la escasa importancia para ellos de la rentabilidad social.

Por todo lo anterior, observamos cómo en líneas generales existe una elevada valoración de los beneficios asociados a la responsabilidad social en cooperativas en los casos estudiados pero un enfoque diferente en el tema de sus destinatarios, el interés hacia la sociedad por el primer caso en oposición a la cooperativa en el segundo de ellos. Todo ello nos lleva a no poder aceptar la proposición planteada.

PROPOSICIÓN 5: Diferentes realidades empresariales no pueden determinar visiones diferentes sobre los perjuicios de la responsabilidad social en cooperativas

Si revisamos la literatura existente sobre inconvenientes de la responsabilidad social, desde el plano teórico, los costes económicos de las actuaciones sociales y de implantación de la responsabilidad social tanto en términos de formación, como aplicación en los distintos departamentos y unidades empresariales de la misma, constituyen los principales ítems tratados. Gray (2006) señala los problemas de

utilidad que pudieran derivarse del reporting social actual. No hemos encontrado ningún trabajo que cuestione en la práctica cooperativa este tema, constituyendo una importante y necesaria parcela de investigación por abordar. Si existen trabajos previos sobre problemas concretos de la revelación social tales como el elaborado por Kristen y Lewis (2005) para el caso de Nike y el análisis de los problemas éticos y legales que pueden asociarse a este tipo de comunicaciones, cuestión que los autores entienden que puede ser solucionada con una auditoría. También Aktar (2013) estudia los efectos de revelar prácticas no responsables, identificando que no dañan necesariamente la reputación empresarial. No obstante, consideramos que los perjuicios de la responsabilidad social en cooperativas, al igual que los beneficios, tienen un elevado grado de relación con la revelación social, de ahí que se propone estudiar este nexo en los dos casos analizados. Si los perjuicios son considerables será poco probable la revelación social ante su carácter voluntario.

Resulta particularmente sorprendente que ambas cooperativas no consideren que la responsabilidad social en cooperativas presenta inconvenientes sino que “es cuestión de prioridades, dar importancia o no a determinadas actuaciones y acometerlas o no, respectivamente” (Comercial Ovinos SCL). Lo anterior queda corroborado por las puntuaciones tan bajas que han sido ofrecidas para los aspectos indicados. El caso de Almocrafe SC viene a corroborar todo lo apuntado, si bien, añade como el más importante de los perjuicios el relativo a las dificultades de aplicación de la responsabilidad social en cooperativas. Para esta cooperativa no existen inconvenientes “yo no los veo” (Almocrafe SC).

De forma gráfica recogemos los distintos inconvenientes por los que se ha preguntado y las valoraciones otorgadas a cada uno (Tabla 3).

Tabla 3. Inconvenientes de la responsabilidad social en cooperativas
Table 3. Disadvantages of Social Responsibility in cooperatives

Inconvenientes de la responsabilidad social Cooperativa	Comercial Ovinos SCL	Almocrafe SC
Coste económico de las actuaciones de responsabilidad social	3	1
Costes de implantación de las acciones de responsabilidad social	3	1
Costes de seguimiento de las actuaciones de responsabilidad social	3	1
Dificultades de coordinación entre distintas áreas involucradas	4	1
Percepción negativa ante algunos colectivos: consideración como lavado de imagen	9	1
Falta de conocimiento e información sobre el tema	6	1
Dificultades a la hora de aplicarlo en la empresa	2	3
Otros (Especificar)		

Escala 1 (nada relevante) a 10 (muy relevante).

En ambos casos, se considera un problema importante la percepción negativa de algunos colectivos hacia la responsabilidad social en su relación con las críticas que la asocian a operaciones de lavado de imagen, a pesar que las puntuaciones ofrecidas por cada cooperativa analizada cuando se les pregunta por este tema son muy divergentes y, en uno de los casos, valorada incluso como muy poco importante. En su opinión, este tema debería ser punto de partida para concienciar a las empresas sobre salvar este posible inconveniente, a trabajar sin buscar esta mejora de imagen como primer objetivo aunque, qué duda cabe que tras una serie de actuaciones acometidas la empresa puede llegar a conseguirla pero en este caso estaría primando la responsabilidad social frente al fin a conseguir. Igualmente, este tema se relaciona con la visión que estas cooperativas presentan sobre el concepto responsabilidad social en cooperativas, alejado de las visiones más pragmáticas de este concepto de la empresa privada con las que no coinciden.

En resumen, la similitud de planteamientos sobre los problemas de la responsabilidad social en cooperativas encontrados en ambas cooperativas resulta bastante homogénea, hecho que nos lleva a aceptar la proposición planteada. En teoría la relación costes-beneficio para la responsabilidad social en cooperativas en ambas es altamente favorable, con lo que deberemos indagar en la explicación de por qué una de ellas no la traslada finalmente a la actividad de comunicación.

PROPOSICIÓN 6: Diferentes realidades empresariales no implican diferentes visiones sobre la revelación social

Varios autores defienden la necesidad de una gestión estratégica de la responsabilidad social (McWilliams y Siegel, 2001), incluida su información. Para Gray (2000) la mejora de la toma de decisiones, la imagen y la legitimación, son algunos de los más relevantes beneficios que conllevarían para las empresas emisoras. Moneva (2007) también insiste en el papel de la transparencia dentro de las declaraciones conceptuales sobre responsabili-

dad social. La revelación social, a pesar de que ha experimentado un importante avance en los últimos años entre la gran empresa, todavía es un tema incipiente para el caso cooperativo, que no constituye desde luego ningún ejemplo destacable en este sentido (Mugarra, 2001). Si analizamos las cooperativas que han elaborado una memoria de sostenibilidad al amparo de la metodología GRI para 2012 sólo han sido 5 a fecha de realización del presente estudio ninguna de las cooperativas analizadas estaban incluidas en ese listado. Mozas-Moral *et al.* (2010) concluyen que, a pesar de la facilidad que las empresas cooperativas podrían tener para ejercer y transmitir la responsabilidad social, no se visualizan las acciones en sus páginas web, uno de los medios más cómodos para la revelación voluntaria. También Castilla *et al.* (2015) insisten en su consideración como una herramienta para mejorar las relaciones socio-empresa y en la utilidad de informar sobre la faceta social cooperativa.

La revelación social cooperativa puede ser abordada con una dimensión interna siendo comunicada a los socios cooperativos en su Asamblea General o reuniones internas- y/o externa, publicando al exterior esta información a través de diferentes vías, informes, web, folletos, etc. El contenido y el alcance de ambas dimensiones no tienen por qué coincidir al igual que entendemos que ni tienen por qué realizarse a la vez ni de forma simultánea.

Comercial Ovinos SCL se plantea el "deseo de informar más y mejor hacia los socios de sus cooperativas base o de primer grado, para hacerles más partícipes en la gestión de la cooperativa de ulterior grado". Se refiere expresamente a la "necesidad de hacerles más partícipes y de que la sientan como suya". La información como vía de legitimación, es decir, de conseguir el reconocimiento de su buen hacer dando a conocer al público y a la sociedad en general las actuaciones sociales realizadas. En cuanto a la dimensión externa

de su revelación social, el entrevistado entiende que "la mera presentación al concurso que les otorgó el galardón es una vía de revelación externa". No obstante, en su caso concreto, esta candidatura no fue algo perseguido a priori sino inducido a posteriori "me convencieron diciéndome que si la gente no participaba no se animaba otra gente con lo cual era importante no sólo hacerlo sino divulgarlo y la manera de divulgarlo era participando o concursando para animar a otras empresas...".

El papel de la revelación social en Almocrafe SC es una tarea pendiente, en opinión de su gerente, si bien, demanda que la revelación social se podría llevar a cabo de no ser por problemas técnicos relacionados con el estado de la web "yo mismo me encargaría de dar esa información porque ahí se puede aportar mucho al colectivo". La cooperativa posee diferentes comisiones incluyendo la relacionada con la comunicación, pero sobre ésta indica que se encuentra sin funcionamiento desde hace algún tiempo. De hecho, esta comisión era responsable de la elaboración de un boletín social de carácter bimensual que se ha dejado de publicar "...había una comisión de socios que eran los que seleccionaban los temas y que se encargaban de colgar esa información social en la web". El desinterés es otro motivo apuntado para el cese práctico de esta comisión en los últimos años. La existencia de una importante carga laboral para los empleados de esta cooperativa unida al hecho de que la participación de los socios en la gestión no es un punto fuerte de la misma, constituyen aspectos fundamentales de la explicación en profundidad de este desinterés argumentado.

En relación con las ventajas ofrecidas por Comercial Ovinos SCL a la revelación social, se refiere a la repercusión que ello puede tener para animar a otras cooperativas a actuar de esta forma, "solamente le veo la ventaja de animar a otra gente a que hagan cosas". Sobre los inconvenientes encontrados no se

pronuncia explícitamente. Aun cuando se esperaba que esta cooperativa siguiera un esquema teórico con larga trayectoria, dado que ha sido galardonada con un premio y suponíamos un gran conocimiento en este aspecto, nos ha sorprendido la ausencia de un marco de trabajo para proceder a la revelación de sus actuaciones sociales en sus inicios. En palabras de la persona entrevistada "no seguimos ningún esquema teórico, fue una situación casi sin esperar, casi sin planificar y que surgió casi de la noche a la mañana y en nuestro caso concretamente fue una situación personal de otra cooperativa la que nos hizo meternos en este tema, pero no lo planificamos". Ha sido en 2012, y para el bienio 2010-2011, cuando se ha publicado la primera Memoria de Sostenibilidad de Comercial Ovinos SCL con los objetivos de "poner en valor la labor que venimos desarrollando en materia de responsabilidad social, satisfacer las expectativas de información de nuestros grupos de interés y ser una guía para comprobar el nivel de cumplimiento de los objetivos definidos" (Comercial Ovinos, 2012). Esta memoria sigue la metodología GRI y el programa RSECOOP, las dos grandes iniciativas en materia de revelación social cooperativa que, sin embargo, parecen haber sido sólo incorporadas recientemente al ámbito de su gestión.

El caso de Almocrafe SC es peculiar en este sentido, pues si bien no revelan información social, sí son conocedores de las herramientas existentes. La colaboración entre esta cooperativa y el mundo académico les ha servido para tener un conocimiento de todas las herramientas para la revelación social que no aplican a su cooperativa, descartándose problemas relativos a la formación como explicación de esta no revelación. "Aquí somos muy dejados para todo, posiblemente por falta de tiempo", indica al respecto.

En este momento interesaba conocer en qué medios se encontraba disponible la información social revelada, si en la página web, si se entregaba en papel a través de un informe

específico o si se incorporaba a la memoria. Comercial Ovinos SCL indicó que aun teniendo página web no tienen la memoria de sostenibilidad disponible hasta 2012. Su explicación vuelve a ser la reducida importancia que se le otorga, "quizás sea fruto de no darle la importancia que tiene". Un dato significativo es que actualmente no se encuentra disponible en la web. En cuanto a otros medios para abordar la divulgación social, se hace referencia a noticias publicadas "algo que se publicara de noticias del año pasado cuando nos dieron el premio de lo que se pueda acceder en Internet" sin encontrar nada más concreto realizado por la cooperativa. Para Almocrafe SC el tema de la página web resulta similar, se apunta la necesidad de actualizarla para incorporar más contenidos, si bien, en la web no se encuentran disponibles los boletines que elaboraban con anterioridad sobre estas materias. Ha sido recientemente, con motivo de su 20 aniversario cuando se han actualizado algunos de los contenidos y se han incorporado contenidos no financieros sino introductorios al saber hacer y el día a día de esta cooperativa.

Encontramos un planteamiento convergente dentro de la idea de abordar la revelación social en ambos casos estudiados, no es lo más relevante en sí, sino que el hecho de ser responsable ya es bastante y suficiente. El caso de Comercial Ovinos SCL que revela, no es por un tema de índole estratégico, pues carecen de enfoque teórico y práctico sino más bien por un esfuerzo derivado de querer animar a otras cooperativas en el camino de la transparencia informativa. Explícitamente reconoce la labor de los Premios de Cooperativas Agroalimentarias como una vía para fomentar la responsabilidad social, se trataría de pretender el avance de la responsabilidad social en cooperativas a través de un planteamiento de difusión y adopción voluntario. Por otro lado, el caso de Almocrafe SC comparte la visión de que la revelación no es necesaria, sí lo es ser socialmente responsable. Si bien, siendo co-

nocedores de la importancia de esta información social y de las herramientas que podrían utilizarse para su puesta en práctica justifican la no revelación por problemas organizativos derivados de la excesiva carga laboral a que se encuentran sujetos. En resumen, la proposición que planteamos sí es soportada con la evidencia de estos dos casos.

Discusión

En la línea de analizar en dos cooperativas su gestión de la responsabilidad social en cooperativas así como de obtener una impresión de cómo llevan a cabo la revelación de la información social, se han obtenido resultados que vienen a complementar la literatura existente. Consideramos que este trabajo puede contribuir a otras aportaciones anteriores, no solamente planteadas bajo la metodología del estudio de casos (Barton *et al.*, 1993; Pratt, 1999; Vidal, 2006; Ressel y Silva, 2008; Cox y Viet, 2014; Song *et al.*, 2014), sino en cuanto a una aportación global al ámbito cooperativo.

En relación con la concepción sobre responsabilidad social, podemos afirmar que los resultados de este estudio mejoran y amplían los de trabajos previos (Monzón y Antuñano, 2012; COCETA, 2012; Aceituno-Aceituno *et al.*, 2013; Ololade y Annegarn, 2013), es decir, a la existencia de una definición única y unánime para la responsabilidad social, las cooperativas analizadas incorporan una visión basada en los mismos principios y que viene a unificar la noción de la responsabilidad social. Respecto al concepto de responsabilidad social en cooperativas, el estudio muestra la diferencia entre la responsabilidad social que se lleva a cabo en la empresa privada y la responsabilidad social en cooperativas. Ello resulta evidente debido a la propia esencia cooperativa y viene a corroborar la opinión de Vargas-Sánchez y Vaca-Acosta

(2005), Castro (2006), Carrasco (2007), Cortés (2009), Server-Izquierdo y Capó-Vicedo (2009), Arcas y Briones (2009), Mozas-Moral y Puentes-Poyatos (2010) y Castilla-Polo y Gallardo-Vázquez (2011a,b). Por tanto, la definición de responsabilidad social en cooperativas ofrecida por ambas cooperativas es convergente con la literatura existente, corroborando los hallazgos previos.

Por lo que se refiere a la realización de actuaciones de responsabilidad social, la noción de gestión de la responsabilidad social en cooperativas se encuentra presente en la literatura (Marín *et al.*, 2010; COCETA, 2012; Monzón y Antuñano, 2012) aún con matices y orientaciones diversas. En este sentido, el estudio realizado pone de manifiesto una gestión marcada, sobre todo, por la propia actividad cooperativa, es decir, nos encontramos ante un trabajo que apoya las evidencias anteriores de diversidad pero que aporta la actividad o sector de pertenencia como variable clave en la gestión de los bloques clásicos de responsabilidad social ya planteados por Elkington (1994, 1998, 2002).

En relación con los beneficios derivados de la responsabilidad social en cooperativas se confirman las aportaciones procedentes de trabajos previos, tales como los de Marín *et al.* (2010), COCETA (2012) y Olmedo-Cifuentes *et al.* (2012) entre los que se apuntan los beneficios para los socios y para la propia cooperativa. De forma paralela, y en relación con los perjuicios de la responsabilidad social en cooperativas, consideramos que este trabajo supone una importante aportación a la literatura dado su escaso tratamiento hasta el momento. La enumeración pormenorizada de los inconvenientes por parte de las cooperativas permitirá analizar con antelación cada situación, informar a la cooperativa de cómo solventarlos y tratar de animarlas en el ejercicio responsable convenciéndolas de que trabajando de manera correcta, sensible y razonable no tienen por qué presentarse tales situaciones negativas para las cooperativas.

Finalmente, en relación con el tema de revelación social, el trabajo presenta un enfoque diferente a los realizados hasta la fecha (Mugarra, 2001; Mozas-Moral *et al.*, 2010; Monzón y Antuñano, 2012) y que completa la literatura existente con la incorporación de los beneficios y perjuicios que tal decisión implica para la cooperativa. Debemos indicar que la visión hacia el papel de la revelación social es convergente en ambas cooperativas, no así su puesta en práctica. Tras el análisis comparado del estudio de caso llevado a cabo observamos que las únicas variables que diferencian el planteamiento de ambas cooperativas son la necesidad de animar a otras cooperativas hacia la responsabilidad social en cooperativas, variable que constituye una aportación a la literatura existente, y la inexistencia de problemas de tipo organizativo, como por ejemplo la sobrecarga laboral apuntada por la cooperativa no reveladora, como causa responsable del escaso interés.

Conclusiones

En primer lugar, en relación con las conclusiones del estudio, debemos afirmar que las implicaciones derivadas de analizar dos casos de forma comparativa estriban precisamente en identificar las diferencias detectadas como explicación de tal comportamiento. Las dos cooperativas analizadas constituyen ejemplos destacados en la gestión de la responsabilidad social en cooperativas, si bien se diferencian en la apuesta por la revelación y por este motivo se pasa a evidenciar con el análisis realizado qué variables pueden influenciarla. Los resultados muestran que el interés hacia el fomento de la responsabilidad social en cooperativas entre otras cooperativas, en parte, probablemente explicado por la consecución de un galardón de gran prestigio y reconocimiento dentro del ámbito coopera-

tivo y la inexistencia de trabas organizativas al respecto, son las dos variables más relacionadas con la revelación social y su puesta en práctica. En este sentido, observamos cierta similitud con el caso de la revelación social para Pymes por cuanto se practica una responsabilidad social en silencio, ante los problemas organizativos que impiden la estructura necesaria para la comunicación de estos contenidos.

En segundo lugar, y con respecto a las limitaciones del estudio, debemos indicar que el estudio de dos cooperativas puede aportar mucha información significativa, si bien, siempre puede quedar la duda de la extensión de los resultados a otras cooperativas en otros sectores y otros contextos. No obstante, entendemos que las investigaciones han de ser sumativas en el tiempo, de tal forma que lo ahora investigado debe constituir un buen punto de arranque para trabajar en la misma línea con otras cooperativas y convertir el estudio de contraste en un futuro estudio cuantitativo. En esta línea deben ir las líneas futuras de investigación a abordar.

Con todo ello, consideramos que el presente estudio supone una contribución a la literatura en el campo de la responsabilidad social, en el ámbito de las cooperativas y en la temática de la revelación social, a la vez que deja numerosas puertas abiertas para continuar la investigación y ampliar el campo de estudio. Las implicaciones derivadas son numerosas, tanto en el ámbito académico, aportando resultados y abriendo nuevas líneas de trabajo; en el ámbito cooperativo, ofreciendo a estas empresas una visión de trabajo diferente a la que venían abordando, que complementará sin duda su forma de hacer tradicional; en el ámbito institucional, este trabajo puede abrir puertas para que los gobiernos, en su necesidad de fomentar la responsabilidad social, sepan a qué deben enfocar los esfuerzos y apoyos a este tipo de empresas.

Bibliografía

- Aaijaz N, Salleh S, Ibrahim M, Dahlan B (2012). Cooperative Social Responsibility: The Gap Model Approach and Empirical Derivation to Members' Satisfaction. 18th International Business Information Management Association Conference, Estambul, Turquía.
- Aceituno-Aceituno P, Cea-Moure R, Casado-Sánchez JL, Ruiz De Azcarate-Varela C (2013). Communication as a key factor for implementing corporate social responsibility: the case of Credit AgricoleEspan. *Profesional de la Información* 22 (4): 326-332.
- Aktar I (2013). Disclosure strategies regarding ethically questionable business practices. *British Food Journal* 115 (1): 162-193.
- ACI (1995). Principios Cooperativos. Disponible en: <http://ica.coop/sites/default/files/attachments/ICA%20Bylaws%20-%20Updated%202013%20-%20Spanish.pdf>
- Arcas N, Briones AJ (2009). Responsabilidad social empresarial de las Organizaciones de la economía Social. Valoración de la misma en las empresas de la Región de Murcia. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 65: 143-161.
- Barton DG, Schroeder TC, Featherstone AM (1993). Evaluating the feasibility of local cooperative consolidations: a case study. *Agribusiness* 9 (3): 281-297.
- Batra MM (2007). The dark side of international business. *Competition Forum* 5(1): 306-314.
- Belhaouri A, Buendía Martínez I, Lapointe MJ, Tremblay B (2005). La Responsabilidad Social de las empresas: ¿un nuevo valor para las cooperativas. X Jornadas de Investigadores en Economía Social y Cooperativa. Baeza.
- Calvin ML, Pan SL (2008). User engagement in e-government systems implementation: a comparative case study of two Singaporean e-government initiatives. *Journal of Strategic Information System* 17: 124-139.
- Carrasco I (2007). Corporate Social Responsibility, Values and Cooperation. *International Journal in Advanced Economic Research* 13 (4): 454-460.
- Carroll A (1991). The pyramid of corporate social responsibility: toward the moral management of organizational Stakeholders, *Business Horizons*, julio-agosto, 9-48.
- Castilla Polo F, Gallardo Vázquez D (2011a). La Responsabilidad Social en sociedades cooperativas. Especial referencia a la revelación social. VIII Reunión de Investigación en Contabilidad Social y Medioambiental. 21-22 de julio de 2011. Burgos, España.
- Castilla Polo F, Gallardo Vázquez D (2011b). Fondo y forma de la revelación social cooperativa. XVI Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, AECA, 21-23 de septiembre de 2011, Granada, España.
- Castilla F, Gallardo D, Sánchez MI (2015). La guía GRI y las relaciones socio-cooperativa. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, en prensa.
- Castro M (2006). Las empresas de economía social y la responsabilidad social corporativa. *Papeles de Economía Española* 108: 92-105.
- Comercial Ovinos (2012). Memoria de Sostenibilidad 2012. Comercial Ovinos, Badajoz.
- COCETA (2012). La RSE y las cooperativas. Disponible en: <http://coceta.coop/publicaciones/rse-estudio-evolucion-cooperativas-politicas-rse.pdf>
- Cortés R (2009). Responsabilidad Social Cooperativa. Más allá del Balance Social Cooperativo. Disponible en: <http://www.aciamericas.coop>
- Cox A, Viet L (2014). Governmental influences on the evolution of agricultural cooperatives in Vietnam: an institutional perspective with case studies. *Asia Pacific Business Review* 20 (3): 401-421.
- Elkington J (1994). Toward the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review* 36 (2): 90-100.
- Elkington J (1998). The Triple Bottom Line: Sustainability's Accountant. Chapter 4 of *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line in 21st Century Businesses*, New Society Publishers.
- Elkington J (2002). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing Ltd., Oxford.

- Flyvbjerg B (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry* 12(2): 219-245.
- Gallardo Vázquez D, Castilla Polo F (2014). Propuesta de un esquema teórico para la implantación y gestión de la Responsabilidad Social Cooperativa. *Confluencias: Interdisciplinary Review of Sociology and Law* 16 (1): 99-111.
- Garaudel P, Florent N, Geraldine S (2008). Overcoming the risks of restructuring through the integrative bargaining process: two case studies in a French context. *Human Relations* 61 (9): 1293-1307.
- Garriga E, Melé D (2004). Corporate Social Responsibility Theories. Mapping the territory. *Journal of Business Ethics* 53: 51-71.
- GRI (2007). Ciclo Preparatorio para la Elaboración de Memorias de Sostenibilidad GRI. Edición Especial para la Economía Social. GRI, Colecciones de Aprendizaje. Disponible en: <http://www.gri.org>
- Gray RH (2000). Current developments and trends in Social and Environmental Auditing, Reporting and Attestation. *International Journal of Auditing* 4 (3): 247-268.
- Gray RH (2006). Social, environmental and sustainability reporting and organizational value creation? *Accounting, Auditing and Accountability Journal* 19 (6): 793-819.
- Husillos J, Larrinaga C, Álvarez MJ (2011) The emergence of triple bottom line reporting in Spain. *Revista Española de Financiación y Contabilidad* 150: 195-219.
- Instituto Argentino de la Responsabilidad Social (2007). Indicadores de RSE para Cooperativas de Usuarios. Disponible en http://www.iarse.org/seccion/wp-content/uploads/2013/12/20213_Indicadores-para-Cooperativas.pdf
- Kristen B, Lewis LW (2005). The pragmatic and ethical barriers to Corporate Social Responsibility disclosures: the Nike case. *Journal of Business Ethics* 60 (4): 359-376.
- Lu Z, Gowan M (2008). Corporate Social Responsibility, Applicants' Ethical Predispositions and Organizational Attraction. *Academy of Management Proceedings*: 1-6.
- Marín L, Arcas N, Cortés FJ (2010) Guía Práctica Para La Elaboración De memorias de RSE en cooperativas agroalimentarias. Fundación Cajamar, Almería.
- Mcelhaney K (2009). A Strategic Approach to Corporate Social Responsibility. *Executive Forum* 30-36.
- McWilliams A, Siegel D (2001) Corporate social responsibility: a theory of the firm perspective. *Academy of Management Review* 26 (1): 117-127.
- Moneva JM (2007). El marco de la información sobre responsabilidad social de las organizaciones. *Economiaz* 65 (2): 284-317.
- Monzón JL, Antuñano I (2012). Cooperativismo y Responsabilidad Social de las Empresa. Veinte casos de cooperativas socialmente responsables. CIRIEC-España, Valencia.
- Mozas Moral A, Puentes Poyatos R (2010). La responsabilidad social corporativa y su paralelismo con las sociedades cooperativas. *REVESCO* 103: 75-100.
- Mozas Moral A, Puentes Poyatos R, Bernal Jurado E (2010). La E-Corporate Social Responsibility en las sociedades cooperativas agrarias andaluzas. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 67: 187-212.
- Mugarra A (2001). Responsabilidad y Balance Social hoy en día: Un reto para las Cooperativas. CIRIEC ESPAÑA, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 39: 25-50.
- Novkovic S (2008). Defining the co-operative difference. *The Journal of Socio-Economics* 37: 2168-2177.
- Olmedo Cifuentes I, Martínez León IM, Arcas Lario N, Longinos Marín-Rives J (2012). Relación Circular Entre Ética, Responsabilidad Social Y Reputación de las cooperativas. *REVESCO* 107: 129-154.
- Ololade OO, Annegarn HJ (2013). Contrasting community and corporate perceptions of sustainability: A case study within the platinum mining region of South Africa. *Resources Policy* 38 (4): 568-576.

- Pratt AD (1999). Rural women and economic survival strategies in the former Bantustans: a case study from the Northwest Province. West Virginia University, EE.UU. UMI Dissertations Publishing.
- Puusa A, Monkkonen K, Varis A (2013). Mission lost? Dilemmatic dual nature of co-operatives. *Journal of Co-operative Organization and Management* 1: 6-14.
- Ressel AB, Silva NC (2008). El sector de las cooperativas agropecuarias en la República de Argentina. Disponible en http://www.econo.unlp.edu.ar/uploads/docs/el_sector_de_las_cooperativas_agropecuarias_en_la_republica_argentina.pdf
- Rivera-Rentas A, Vilches M, Davila E, Rebollo C, Rodríguez M (2007). Environmental awareness through integration of research and education: a case study from two elementary public schools in Puerto Rico. *International Journal of Environmental and Pollution* 31 (3/4).
- Ryan R, Scapens RW, Theobald M (2004) *Metodología de la investigación en finanzas y contabilidad*. Deusto: Barcelona, España.
- Ruiz Lozano M (COORD.) (2007) *Manual de Responsabilidad Social para Pymes*. Ed. Ayuntamiento de Córdoba. Instituto Municipal de Desarrollo Económico y Empleo (IMDEEC).
- Server Izquierdo R, Capó Vicedo J (2009). La Responsabilidad Social Empresarial en un contexto de crisis. Repercusión en las sociedades cooperativas. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 65: 7-31.
- Server Izquierdo R. Y Capó Vicedo J (2011). The interrelationship between the demands of Corporate Social Responsibility and co-operative principles and values. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 73: 212-232.
- Song Y, Gubo Q, Yanyan Z, Ronnie V (2014). Farmer cooperatives in China: diverse pathways to sustainable rural development. *International Journal of Agricultural Sustainability* 12 (2): 95-108.
- Stake RE (2007). *Multiple Case Study Analysis*. New York & London: The Guildford Press.
- Stewart H, Gapp R (2014). Achieving Effective Sustainable Management: A Small-Medium Enterprise Case Study. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 21 (1) 52-64.
- Surroca J, Tribó JA, Waddock S (2010). Corporate responsibility and financial performance: the role of intangible resources. *Strategic Management Journal* 31: 463-490.
- Unión Europea (2001). Libro Verde. Fomentar un Marco Europeo para la Responsabilidad Social de las Empresas. Documento COM (2001) 366 final.
- Unión Europea (2011). A renewed EU Strategy 2011-14 for Corporate Social Responsibility. Documento COM (2011) 681 final.
- Unión Europea (2013). Informe sobre responsabilidad social de las empresas: comportamiento responsable y transparente de las empresas y crecimiento sostenible. Documento de sesión A7-0017/2013.
- Unión Europea (2014). Propuesta de Directiva del Parlamento europeo y del Consejo por la que se modifican las Directivas 78/660/CEE y 83/349/CEE del Consejo en lo que respecta a la divulgación de información no financiera e información sobre la diversidad por parte de determinadas grandes sociedades y determinados grupos. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013PC0207&from=EN>
- Vargas Sánchez A, Vacas Acosta RM (2005). Responsabilidad Social Corporativa y cooperativismo: Vínculos y potencialidades. *CIRIEC-ESPAÑA* 53, 241-260.
- Vidal SM (2006). Efectos de la aplicación de la CNIIF 2 en las cooperativas. Estudio empírico de dos cooperativas citrícolas de la Comunidad Valenciana a través del análisis económico-financiero. *REVESCO* 89: 84-107.
- Vieira R, Tran LH, O'dowyer B (2013). Interplay of management control systems and social capital in social enterprises: A case study of a social enterprise in Vietnam. XVI Workshop en Contabilidad y Control de Gestión, Memorial Raymond Konopka, Segovia.
- Visintin F, Ozgen B, Tylecote A, Handscombe R (2005) Italian Success and British survival: case studies of corporate governance and innovation in a mature industry. *Technovation* 25: 621-629.
- Yin R (1994) *Case study research*. (Second edition). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

(Aceptado para publicación el 30 de abril de 2015)

Análisis de competitividad de las exportaciones agroalimentarias de la Unión Europea a nivel de sus Estados Miembros: Un estudio transversal

J. Ruiz-Chico*, A.R. Peña-Sánchez, M. Jiménez-García

Universidad de Cádiz. Dpto. Economía General. Facultad de Ciencias Sociales y de Comunicación.
Avda. de la Universidad s/n. 11405 Jerez de la Frontera

Resumen

La economía mundial actual ha padecido una gran crisis desde 2008, que ha afectado a todos los países occidentales y a las distintas ramas de actividad. Con este planteamiento, este documento intenta analizar sus efectos sobre las exportaciones de la Unión Europea, especialmente sobre las agroalimentarias. El principal objetivo de este estudio es realizar un análisis de la competitividad de las exportaciones, para identificar los países de la Unión Europea más fuertes y más débiles, entre 2007 y 2012, por ser el año anterior a la crisis y el último año con datos disponibles tanto a nivel de datos como deflatores. Los datos se han homogeneizado pasándolos a precios constantes de 2007.

Se utiliza la metodología *Shift-Share*, complementada con sus distintas elasticidades, para describir interesantes dinámicas regionales. Finalmente, se establecen relaciones econométricas entre ellas y la elasticidad de desarrollo regional. Entre las conclusiones principales se debe destacar la fortaleza del sector agroalimentario. Mediante modelos econométricos, se puede observar que una potenciación del sector agroalimentario podría tener un impacto positivo en el desarrollo de estos países. Finalmente, con respecto a los resultados desagregados, se observa un gran papel de los países del Este en este sector.

Palabras clave: Sector agroalimentario, especialización, análisis *Shift-Share*, estructura regional, análisis regional, econometría.

Abstract

Analysis of competitiveness of agricultural exports of the European Union at the level of its Member States: A cross-sectional study

The current world economy has suffered a great crisis since 2008, which has affected all western countries and industries. With this approach, this paper attempts to analyse its effects on European Union (E.U.) exports, particularly on agro-food exports. The main objective of this study is to analyse export competitiveness in order to identify the strongest and weakest countries in E.U. between 2007 and 2012, being the former the previous year to the beginning of the current crisis and the latter the last year with available data about exports and deflators. These data have been homogenized by transforming them into constant 2007 prices.

The *Shift-Share* methodology is used, complemented with different elasticities to describe other interesting regional dynamics. Finally, econometric relationships between them and the elasticity of regional development are established. Among the main conclusions, the strength of the European agro-food sec-

* Autor para correspondencia: jose.ruizchico@uca.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.014>

tor must be highlighted. By using econometric models, it can be observed then that a strengthening of the agro-food sector could have a positive impact on the development of these countries. Finally, from the disaggregated results, an important role of the eastern countries is observed in this sector.

Key words: Agri-food sector, specialization, *Shift-Share* analysis, regional structure, regional analysis, econometrics.

Introducción

En el presente documento se pretende analizar la competitividad de las exportaciones agroalimentarias de la Unión Europea (U.E.), en el contexto de sus exportaciones totales. El estudio presentado a continuación se desarrolla a nivel de sus Estados miembros entre los años 2007 (inicio de la crisis) y 2012 (último año con datos disponibles de exportaciones y deflatores), con el objetivo específico de identificar los países más fuertes y más débiles, que encontrarían una posible ventaja competitiva en el sector exterior agroalimentario para superar la crisis. Se ampliaría así parte de los trabajos de autores como Serrano y Pinilla Navarro (2010 y 2011).

De Espinosa y De Champourcin (2009) y Acuña Rodarte y Meza Castillo (2010) explican que la economía mundial real ha padecido desde 2008 una gran crisis por los excesos financieros, que ha afectado a los países occidentales y a las distintas ramas de actividad. Estos autores describen los efectos de la crisis actual en estos ámbitos, por lo que se deben centrar de modo geográfico y sectorial analizando específicamente sus consecuencias en el sector exterior alimentario de la U.E. a nivel de sus Estados miembros.

Autores como Caldentey Albert (1985) explican que el sector agroalimentario se compone del sector primario, formado por la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca; y de la industria agroalimentaria, en la que estarían actividades transformadoras. Se trata de un sector de gran importancia en los últimos tiempos, ya que supone un sector básico en la economía europea, presente en todos los países, pero que se enfrenta a una demanda

más estable ante las oscilaciones económicas. Es más, al tener mayor peso relativo en los países en vías de desarrollo, este sector constituye una vía factible para superar la crisis.

A modo de ejemplo, se puede citar a MERCA-SA (2012), quien presenta a este sector como un sector sólido y dinámico, que se ha visto menos perjudicado ante la crisis actual. Esta idea también es defendida por Climent López (2014) y González Turmo (2014). Así, la competitividad agroalimentaria constituye una fortaleza para afrontar la crisis económica. Estas cuestiones aparecen en los trabajos de autores como Román del Río y Delgado Cabeza (1995), Cadenas Marín y Cantero Talavera (1997), Malvenda García (1999) y Gracia Royo y Albisu Aguado (2002).

Con el objetivo principal de analizar la competitividad de las exportaciones europeas a nivel de países durante la crisis, centrándonos en las exportaciones agroalimentarias, el trabajo se estructura en varios apartados. Tras presentar el tema en esta introducción, se desarrolla la metodología. En un tercer epígrafe, se exponen los resultados obtenidos. Por último, el trabajo termina con la discusión sobre el estudio y la bibliografía.

Material y métodos

Como metodología principal, se va a utilizar la metodología *Shift-Share* para estudiar la competitividad de las exportaciones. Esta técnica, muy útil en los análisis regionales, fue desarrollada por Dunn (1960) para determinar los componentes explicativos del crecimiento de las variables económicas, descom-

poniéndolo espacialmente para explicar sus diferencias. En su vertiente inicial, parte de la

tasa de crecimiento de esta variable “y” del sector i en la región r, y la descompone como:

$$\Delta y_i^r = r_i^* y_i^r(t) + [r_i^* - r_i^*] y_i^r(t) + [r_i^r - r_i^*] y_i^r(t) \quad [1]$$

Para todos los sectores, esta descomposición sería:

$$\begin{aligned} \Delta y^r &= \sum_{i=1}^I \Delta y_i^r = r_i^* \sum_{i=1}^I y_i^r(t) + \sum_{i=1}^I [r_i^* - r_i^*] y_i^r(t) + \sum_{i=1}^I [r_i^r - r_i^*] y_i^r(t) = \\ &= r_i^* y^r(t) + \sum_{i=1}^I [r_i^* - r_i^*] y_i^r(t) + \sum_{i=1}^I [r_i^r - r_i^*] y_i^r(t) \end{aligned} \quad [2]$$

Esta metodología ha sido muy utilizada en estudios de economía regional (Arcelus, 1984; Dinc et al., 1998; Ezcurra y Rapún, 2006; Reig Martínez, 2007; y Mayor Fernández y López Menéndez, 2008). En comercio exterior, se ha aplicado en trabajos Markusen et al. (1991), Gazel y Schwer (1998), Williamson (2006) y Minondo Uribe-Echevarría y Requena (2012).

Variantes de esta metodología fueron planteadas por autores como Esteban-Marquillas (1972), Nazara y Hewings (2004) y Dinc y Haynes (2005), centrándose en la incapacidad de abordar las interrelaciones entre magnitudes,

ignorando el factor distancia o la similitud estructural. Otra crítica destaca la inestabilidad de la participación regional y de su variación entre industrias (Esteban-Marquillas, 1972; Arcelus, 1984; Haynes y Dinc, 1997). Mayor Fernández y López Menéndez (2005) amplían el análisis con las variables homotéticas de Esteban-Marquillas (1972), quien razona que el *Regional Share* no refleja bien el dinamismo sectorial, al verse afectado por la especialización. Para ello las variables homotéticas estiman las exportaciones agroalimentarias de un país si éste tuviera la misma estructura que el agregado total (Arcelus, 1984). Esto es:

$$\tilde{y}_i^r = y_i^r \left[\frac{y_i^*}{y^*} \right] \quad [3]$$

siendo \tilde{y}_i^r las exportaciones homotéticas del país r en el sector i, y_i^r las exportaciones totales de la U.E, y_i^* el valor del sector i en el agregado total, e y^* el valor agregado para toda la U.E. Así, según Esteban-Marquillas (1972), el *Regional Share* básico se descom-

pone en *Regional Share* neto, que nos muestra las posibles ventajas de localización sectoriales en un país, y Efecto distribución, que relaciona el dinamismo del sector en ese país con su estructura de especialización. De esta manera sería:

$$RS_r(t+m) = \sum_{i=1}^I [r_i^r - r_i^*] y_i^r(t) = \sum_{i=1}^I [r_i^r - r_i^*] \tilde{y}_i^r(t) + \sum_{i=1}^I [r_i^r - r_i^*] [y_i^r(t) - \tilde{y}_i^r(t)] \quad [4]$$

Los términos de la metodología *Shift-Share* se pueden reinterpretar como elasticidades, para describir interesantes dinámicas regionales (Esteban-Marquillas, 1986). Este análisis mejoraría el planteamiento clásico ya que sus resultados admiten un tratamiento gráfico ágil,

vinculando directamente los mecanismos de crecimiento sobre el espacio. En primer lugar, se ha estudiado elasticidad de desarrollo regional, que daría la reacción de las exportaciones de un país (y_i^r) ante aumentos del total de la U.E. (y^*). Se calcula como

$$E_{r...} = \frac{\left[\frac{\Delta y_i^r}{y_i^r} \right]}{\left[\frac{\Delta y_i^*}{y_i^*} \right]} = \left[\frac{\Delta y_i^r}{\Delta y_i^*} \right] \left[\frac{y_i^*}{y_i^r} \right] \quad [5]$$

Otra elasticidad interesante sería la elasticidad de desarrollo sectorial, que mide la reacción de las exportaciones totales agroalimentarias (y_i^*)

ante aumentos en las exportaciones totales (y_i^*), en el ámbito de la U.E. La expresión que la determina sería la siguiente:

$$E_{i...} = \frac{\left[\frac{\Delta y_i^*}{y_i^*} \right]}{\left[\frac{\Delta y_i^r}{y_i^r} \right]} = \left[\frac{\Delta y_i^*}{\Delta y_i^r} \right] \left[\frac{y_i^r}{y_i^*} \right] \quad [6]$$

Se ha estudiado también la elasticidad de atracción sectorial, que determina cómo reaccionan las exportaciones del sector i en el

país r (y_i^r), ante incrementos de las exportaciones totales de ese país (y_i^r). Se calcularía como

$$E_{rir...} = \frac{\left[\frac{\Delta y_i^r}{y_i^r} \right]}{\left[\frac{\Delta y_i^r}{y_i^r} \right]} = \left[\frac{\Delta y_i^r}{\Delta y_i^r} \right] \left[\frac{y_i^r}{y_i^r} \right] \quad [7]$$

La elasticidad de localización sectorial mide la reacción de la variable para el sector i en la región r (y_i^r) ante un incremento de la correspondiente al sector i del agregado (y_i^*). Este indicador, cuya fórmula se presenta a continuación, mide las cualidades de locali-

zación para ese sector, por lo que sería importante para ver su competitividad. Así, con valores superiores a 1, la variable estudiada se ha beneficiado de las condiciones de su región, creciendo más que el agregado.

$$E_{ri...} = \frac{\left[\frac{\Delta y_i^r}{y_i^r} \right]}{\left[\frac{\Delta y_i^*}{y_i^*} \right]} = \left[\frac{\Delta y_i^r}{\Delta y_i^*} \right] \left[\frac{y_i^*}{y_i^r} \right] \quad [8]$$

Por último, Girardi (1993) propone un planteamiento interesante despejando de la elasticidad de localización regional el crecimiento

de las exportaciones de un sector en un país ($\Delta y_i^r = E_{ri...} (CE_i^r a_i^r) \Delta y_i^*$) y la introduce en la elasticidad de desarrollo regional:

$$E_{r...} = \left[\frac{\Delta y_i^r}{\Delta y_i^*} \right] \left[\frac{y_i^*}{y_i^r} \right] = \left[\frac{\sum_{i=1}^I E_{ri...} (CE_i^r a_i^r) \Delta y_i^*}{\Delta y_i^*} \right] \left[\frac{1}{a_i^r} \right] = \sum_{s=1}^I E_{i...} E_{ri...} a_i^r CE_i^r \quad [9]$$

Se obtiene la siguiente expresión, sumando y restando 1:

$$E_{r...} = \sum_{i=1}^I E_{i...} a_i^r CE_i^r + \sum_{i=1}^I a_i^r CE_i^r E_{i...} (E_{ri...} - 1) = A_{ri} + B_{ri} \quad [10]$$

Los términos A_{ri} y B_{ri} se denominan elasticidad *Share* (que refleja qué habría sucedido en un país si cada sector hubiera crecido igual que el agregado) y elasticidad *Shift* (que nos indica el crecimiento específico de cada país). Girardi (1993) simplifica estas expresiones como:

$$E_{r,\dots} = A_{ri} + B_{ri} = \sum_{i=1}^I a_i^r E_{i,\dots} + \sum_{i=1}^I \bar{a}_i^r E_{ri}^* \quad [11]$$

La elasticidad *Share* tomará un valor superior a 1 cuando su estructura esté bien diseñada, asentándose en sectores con posibilidades de crecimiento. La elasticidad *Shift* tomará valores cercanos a cero, presentando valores positivos cuando las características regionales se adapten bien a las necesidades de su estructura económica. Si se unen estos conceptos, se puede establecer un perfil característico para cada país.

Además, se han planteado modelos de regresión que permiten extraer conclusiones importantes mediante el establecimiento de unas relaciones econométricas a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios entre la elasticidad de desarrollo regional, que sería la variable dependiente, y otras independientes como las elasticidades de localización sectorial en la primera regresión, el coeficiente de especialización medio en la segunda, y las elasticidades de localización y atracción agroalimentarias en la tercera. Se realizarán test de multicolinealidad y autocorrelación, corrigiéndose la heterocedasticidad a través del método de White. Se estudiarán los coeficientes de determinación (R^2 y R^2 ajustado) y el test F de Snedecor.

Por último, se debe destacar que las variables principales utilizadas son las exportaciones (totales y agroalimentarias) para los Estados miembros de la U.E., utilizando como fuente EUROSTAT. Los datos han sido deflactados a precios de 2007 con el IPC armonizado.

Resultados

Panorama general de las exportaciones agroalimentarias en la U.E. (2007-2012)

En este epígrafe, se describe la evolución de las exportaciones totales y agroalimentarias, para identificar un perfil inicial para los Estados

miembros de la U.E.. FoodDrinkEurope (2012) (antes denominada Confederación de Industrias Agroalimentarias de la Unión Europea) configura al sector manufacturero agroalimentario como el más grande de la U.E. en 2011 en facturación (1,017 bill. €, un 14,9% del total). La producción ha aumentado de forma constante un 2,6% entre 2008 y 2011 frente al descenso del 4,2% del total europeo. Se muestra entonces como un sector robusto y estable (Gracia Royo y Albisu Aguado, 2002).

El sector manufacturero estaría muy fragmentado (287.000 empresas, un 99% PYMES) (Langreo Navarro, 2012). Su valor añadido bruto supone el 1,9% del total de la U.E.. Emplea a 4,25 millones de trabajadores, un 15% del total. A nivel de países, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido y España son los mayores productores, estando entre las tres primeras actividades en términos de facturación en los principales países (Langreo Navarro, 2012).

A nivel comercio exterior, FoodDrinkEurope (2012) explica que la U.E. es el mayor exportador neto agroalimentario, con una balanza comercial positiva de 13.200 mill. € (con unas exportaciones de 76.200 mill. € (16,6% más que en 2010) y unas importaciones de 63.000 mill. € (13,5% más que el año anterior)). No obstante, su cuota de mercado exterior (16,5%) es inferior a la de 2002 (20,5%), hecho que se produce en todos los exportadores tradicionales mundiales. A nivel de países destino de las exportaciones, la tabla 1 muestra que, mientras que EE.UU. y Rusia son los principales receptores de las exportaciones agroalimentarias, el mayor crecimiento se da en China y Hong Kong.

Por subsectores, la tabla 2 muestra que la industria de la bebida, con una cuota de mercado del 31%, era el sector exportador más grande en 2011, seguido por el sector cárnico. En términos de valor añadido, empleo y número de empresas, el subsector de productos de panadería y pastas alimenticias ocupa el primer lugar. Estos dos subsectores, junto con productos lácteos, bebidas y otros, representan el 76% de la facturación y más del 80% del total de empleados y empresas.

En el contexto de las exportaciones agroalimentarias europeas, se estudiará primero las totales por países, recogidas en la Tabla 3, don-

Tabla 1. Principales países a los que la U.E. exporta productos agroalimentarios (2011)
 Table 1. Main countries to which the U.E. exports agri-food products (2011)

	Exportaciones (Mill. €)	Variación con respecto a 2010 (%)
Estados Unidos	12.001	10
Rusia	7.242	10
Suiza	4.679	8
Japón	3.705	10
China	3.545	48
Hong Kong	2.787	45
Noruega	2.711	19
Canadá	2.282	7
Australia	1.723	15
Arabia Saudí	1.677	24

Fuente: Eurostat.

Tabla 2. Principales exportaciones agroalimentarias de la U.E. por sectores (mill. €)
 Table 2. Main agri-food exports of EU by sectors (mill. €)

	2010	2011	Variación (%)
Bebidas	18.987	22.327	18
Espirituosas	7.083	8.475	20
Vino	6.733	8.110	20
Agua mineral y gaseosas	2.076	2.410	16
Varios	14.617	16.453	13
Chocolate y confitería	4.260	4.643	9
Té y café procesados	1.476	1.940	31
Productos cárnicos	7.914	10.379	31
Productos lácteos	7.644	8.782	15
Frutas y hortalizas	3.919	4.363	11
Aceites y grasas	2.870	3.665	28
Pescados y productos del mar	2.717	2.970	9
Panadería y pastas alimenticias	2.640	2.967	12
Cereales y derivados del almidón	2.224	2.613	17
Alimentos para animales	2.284	2.451	7

Fuente: Eurostat.

Tabla 3. Exportaciones totales en los países de la U.E. (2007-2012) (Mill. €)
 Table 3. Total exports by E.U. members (2007-2012) (Mill. €)

	2007 ^a	2008 ^a	2009 ^a	2010 ^a	2011 ^a	2012 ^a	Variación 2007-2012 ^b
Alemania	964.038	983.255	803.012	949.629	1.058.897	1.095.175	4,2%
Austria	119.387	123.259	98.214	115.079	127.462	129.679	-3,0%
Bélgica	314.449	320.805	265.986	307.536	342.033	347.627	-2,5%
Bulgaria	13.512	15.204	11.699	15.561	20.265	20.793	23,0%
Chipre	1.017	1.110	901	1.058	1.306	1.352	16,2%
Dinamarca	75.280	79.496	67.382	72.747	80.362	82.154	-3,1%
Eslovaquia	42.696	48.370	40.208	48.777	57.349	63.431	30,3%
Eslovenia	21.964	23.204	18.768	22.026	24.968	25.038	-0,1%
España	184.821	191.388	162.990	191.912	220.223	228.782	10,6%
Estonia	8.034	8.470	6.487	8.743	12.014	12.550	25,3%
Finlandia	65.688	65.580	45.063	52.439	56.855	56.855	-24,4%
Francia	408.327	418.983	348.035	395.087	428.501	442.809	-1,3%
Grecia	19.391	21.320	17.584	21.083	24.353	27.618	23,6%
Holanda	401.864	433.722	356.962	433.168	479.239	510.352	15,7%
Hungría	69.610	73.772	59.513	72.024	80.684	80.889	-8,4%
Irlanda	88.686	85.477	83.114	87.875	90.330	91.143	-0,2%
Italia	364.744	369.016	291.733	337.407	375.904	389.725	-5,2%
Letonia	6.062	6.897	5.522	7.191	9.433	10.985	44,6%
Lituania	12.509	16.077	11.797	15.651	20.151	23.070	46,6%
Luxemburgo	16.734	17.470	15.299	14.897	15.733	15.113	-20,9%
Malta	2.508	2.367	2.049	2.705	3.151	3.308	14,6%
Polonia	102.259	115.895	97.865	120.483	135.558	142.762	16,5%
Portugal	38.294	38.847	31.697	37.268	42.828	45.324	7,8%
Reino Unido	322.387	321.028	254.440	313.766	363.915	367.441	-3,0%
Rep. Checa	89.382	99.809	80.983	100.311	117.054	121.863	19,1%
Rumanía	29.543	33.679	29.085	37.398	45.267	45.006	15,2%
Suecia	123.179	124.645	93.763	119.597	134.313	134.304	-0,7%
Total	3.906.365	4.039.145	3.300.151	3.901.418	4.368.148	4.515.148	2,2%

^aValores corrientes; ^bValores constantes (Base 2007).

Fuente: Eurostat.

de se comprueba que han aumentado un 2,21% en términos constantes, siendo los países del Este, las últimas incorporaciones a la U.E, los que más han crecido, sobre todo en Lituania, Letonia y Eslovaquia, disminuyendo sólo en Hungría. Entre los veteranos sólo destaca Grecia, mientras que caen en otros como Finlandia y Luxemburgo.

Habría conclusiones parecidas con la elasticidad de desarrollo regional (fórmula 5), cuyos resultados aparecen en la Tabla 4. En ella se comprueba que los países del Este, salvo Hungría y Eslovenia, han visto crecer más sus exportaciones, destacando Lituania, Letonia, Eslovaquia y Estonia. Entre los occidentales sólo sobresalen Grecia, Holanda, España, Portugal y Alemania, los únicos con evolución positiva. Del resto de países, Finlandia, Italia, Luxemburgo y Dinamarca son los que más las han visto reducidas, mostrando más debilidad.

Las exportaciones agroalimentarias aparecen en la Tabla 5. Este sector ha aumentado su peso al pasar sus exportaciones de ocupar un 7,31% del total, en 2007 a un 8,44% en 2012. De hecho, han crecido un 17,98% cuando las totales sólo lo hicieron un 2,21%. Por países, Letonia, Dinamarca, Chipre y Lituania tienen un peso destacable (18,44%, 18,07%, 16,86% y 16,65%, respectivamente, en 2012). Por el contrario, en Eslovaquia, Rep. Checa y Finlandia su peso sería más testimonial (4,44%, 4,15% y 2,52%). Exceptuando Chipre, estas exportaciones han crecido en todos los países, destacando de nuevo los países del Este, en especial Rumanía, Letonia, Bulgaria y Eslovaquia. Entre los países que menos crecen están Dinamarca y Malta.

La relevancia del sector agroalimentario queda patente también al medir la elasticidad de desarrollo sectorial (fórmula 6), donde este sector muestra de nuevo su fortaleza (8,1237), por encima de la del resto de sectores (0,4381).

Concluyendo este punto, se puede destacar a modo de resumen que Bulgaria, Estonia, Letonia, Lituania y Polonia son los países del

Tabla 4. Elasticidad de desarrollo regional por países
Table 4. Regional development elasticity per country

País	Elasticidad de desarrollo
Alemania	1,89
Austria	-1,34
Bélgica	-1,14
Bulgaria	10,38
Chipre	7,31
Dinamarca	-1,38
Eslovaquia	13,67
Eslovenia	-0,03
España	4,8
Estonia	11,42
Finlandia	-11,02
Francia	-0,58
Grecia	10,66
Holanda	7,09
Hungría	-3,79
Irlanda	-0,07
Italia	-2,33
Letonia	20,15
Lituania	21,07
Luxemburgo	-9,46
Malta	6,58
Polonia	7,46
Portugal	3,53
Reino Unido	-1,35
Rep. Checa	8,63
Rumanía	6,87
Suecia	-0,33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Exportaciones agroalimentarias en la U.E. (2007-2012) (Mill. €)
 Table 5. Agri-food exports in E.U. (2007-2012) (Mill. €)

	2007 ^a	2008 ^a	2009 ^a	2010 ^a	2011 ^a	2012 ^a	Variación 2007-2012 ^b
Alemania	43.432	48.002	46.050	49.495	54.722	58.123	22,7%
Austria	7.469	8.067	7.356	7.959	8.755	9.212	10,2%
Bélgica	24.450	26.494	24.986	26.022	28.533	30.260	9,1%
Bulgaria	999	1.538	1.559	2.007	2.334	2.542	103,4%
Chipre	206	216	186	205	232	228	-3,3%
Dinamarca	12.993	13.534	12.735	13.792	14.416	14.846	1,5%
Eslovaquia	1.550	1.625	1.583	1.811	2.334	2.817	59,4%
Eslovenia	867	992	1.024	1.137	1.145	1.427	44,3%
España	22.733	24.680	23.869	26.625	29.300	32.127	26,3%
Estonia	664	706	604	754	922	1.076	30,0%
Finlandia	1.168	1.220	1.041	1.183	1.423	1.433	7,2%
Francia	42.498	45.480	40.815	44.758	51.778	53.406	14,4%
Grecia	3.314	3.675	3.616	3.880	4.064	4.257	11,5%
Holanda	46.770	50.640	48.256	53.400	57.364	59.718	16,3%
Hungría	4.214	4.763	4.164	4.976	6.065	6.612	23,7%
Irlanda	8.695	7.993	7.120	7.953	8.795	9.265	3,5%
Italia	21.931	23.901	22.514	24.980	26.960	28.474	15,3%
Letonia	792	1.048	933	1.167	1.361	2.026	104,1%
Lituania	1.992	2.384	2.123	2.599	3.082	3.841	53,3%
Luxemburgo	733	785	783	872	942	956	14,2%
Malta	157	161	72	136	133	185	2,4%
Polonia	9.451	10.899	10.788	12.708	14.280	16.671	47,2%
Portugal	3.304	3.755	3.629	3.914	4.323	4.621	27,4%
Reino Unido	16.967	17.094	16.259	18.679	20.869	22.082	10,8%
Rep. Checa	3.115	3.785	3.408	3.683	4.406	5.056	41,8%
Rumanía	854	1.582	1.755	2.352	2.917	3.353	196,9%
Suecia	4.291	4.740	4.488	5.478	5.826	6.434	36,5%
Total	285.609	309.759	291.716	322.525	357.281	381.048	18%

^aValores corrientes; ^bValores constantes (Año base 2007).

Fuente: Eurostat.

Este con mejores indicadores. De los occidentales esto sólo se da en España, Portugal, Grecia y Holanda.

Análisis Shift-Share de las exportaciones agroalimentarias en la U.E.

En este apartado se realiza el análisis *Shift-Share* sobre las exportaciones de la U.E, distinguiendo entre las agroalimentarias y el resto, en el período 2007-2012. Los resultados aparecen en la Tabla 6.

El primer componente del análisis *Shift-Share* se denomina *National Shift* ($r_i^* y_i^r(t)$ en adelante a^r) refleja el crecimiento estándar de las exportaciones, común para todos los países, si cada uno hubiera crecido al mismo ritmo que la U.E.. Se observa entonces que son las nuevas incorporaciones (salvo Hungría), y los países más veteranos como España, Grecia, Alemania, Portugal y Holanda, aquellos cuyas exportaciones totales superan el importe estimado por el *National Shift*. Así, los países más beneficiados serían Lituania (43,5% real superior al estimado por el efecto de este componente), Letonia (41,5%), Eslovaquia (27,4%) y Estonia (22,6%). En cambio, los países que más han perdido serían Finlandia (26% inferior) y Luxemburgo (22,6%), indicativos de ciertas debilidades al crecer por debajo de lo estimado.

El segundo término $\sum_{i=1}^I [r_i^* - r_i^*] y_i^r(t)$ se denomina *Industrial Mix* y explica qué parte de la variable final se debe al crecimiento de los sectores productivos. Así, si es positivo, el país exporta más que la media, teniendo una estructura regional bien diseñada y cierta especialización en agregados más dinámicos. En la Tabla 6 se ve que el sector agroalimentario sería clave en todos los países, por su valor positivo. El saldo final será negativo en países como Alemania, Reino Unido, Italia, Suecia, Finlandia, Austria y Luxemburgo, mientras que en el Este se daría en Rep. Checa, Eslovaquia, Rumanía, Hungría, Eslovenia y Malta.

El último término sería el *Regional Share* y refleja que hay ciertas condiciones no atribuibles a los dos anteriores, por lo que crecerá de forma distinta. Según la Tabla 6, incorporaciones recientes como Estonia, Letonia, Bulgaria, Rumanía, Lituania, Eslovaquia, Polonia y Rep. Checa, así como Alemania, España y Portugal, serían fuertes a nivel total y agroalimentario. Por contra, países veteranos como Italia, Finlandia, Francia, Reino Unido, Bélgica, Austria, Dinamarca, Luxemburgo e Irlanda tendrían debilidades tanto globales como agroalimentarias. El sector agroalimentario de Hungría, Suecia y Eslovenia contribuiría de forma positiva aunque el resto de sectores tendría una influencia negativa superior. En cambio, Holanda, Grecia, Malta y Chipre presentan debilidades agroalimentarias que son compensadas por el resto.

El *Regional Share* se puede descomponer utilizando variables homotéticas (fórmula 4), cuyos resultados aparecen en la Tabla 7. El primer componente sería el *Regional Share Neto*, que muestra que no habría ventajas agroalimentarias sobre todo en Bélgica, Reino Unido, Francia, Irlanda, Dinamarca, Italia, Austria, Finlandia y Holanda, mientras que de las nuevas incorporaciones no se darían en Malta y Chipre. En el resto sí aparecen, destacando Rumanía, Alemania y Polonia.

El segundo componente sería el Efecto Distribución que explica que el país contribuirá positivamente cuando aumenten las exportaciones en los sectores con especialización. Esto se daría a nivel global y agroalimentario en Polonia, Letonia, Reino Unido, España, Austria, Portugal, Malta y Bulgaria, mientras que en Finlandia, Lituania, Italia, Luxemburgo y Estonia sólo habría en el agroalimentario. Este efecto será negativo ante ventajas de localización en sectores sin especialización, o al contrario. Francia no tendría ciertas ventajas de especialización agroalimentarias aunque sí a nivel global.

Se puede terminar este punto concluyendo que para los indicadores analizados aquí, Bul-

Tabla 6. Componentes del *Shift-Share* básico
 Table 6. Components of basic *Shift-Share*

	National Shift	Industrial-Mix Agroal.	Industrial-Mix Total	Regional Share ^a Agroal.	Regional Share ^a Total
Alemania	985.378	6.849	-4.602	2.067	23.698
Austria	122.030	1.178	-214	-583	-5.969
Bélgica	321.409	3.855	248	-2.164	-15.131
Bulgaria	13.811	157	2	853	2.805
Chipre	1.039	32	22	-44	120
Dinamarca	76.946	2.049	1.274	-2.140	-5.234
Eslovaquia	43.641	244	-267	641	12.241
Eslovenia	22.450	137	-126	228	-373
España	188.912	3.585	1.569	1.891	13.979
Estonia	8.212	105	13	79	1.840
Finlandia	67.142	184	-618	-126	-16.857
Francia	417.366	6.701	2.151	-1.523	-16.414
Grecia	19.820	523	323	-216	3.824
Holanda	410.759	7.375	2.958	-773	51.246
Hungría	71.151	664	-149	241	-7.231
Irlanda	90.649	1.371	376	-1.258	-2.481
Italia	372.818	3.458	-806	-599	-26.069
Letonia	6.196	125	59	682	2.510
Lituania	12.786	314	183	704	5.373
Luxemburgo	17.104	116	-83	-28	-3.790
Malta	2.563	25	-4	-24	314
Polonia	104.523	1.490	336	2.762	14.282
Portugal	39.142	521	86	312	2.063
Reino Unido	329.523	2.675	-1.123	-1.221	-15.627
Rep. Checa	91.360	491	-582	742	15.687
Rumanía	30.197	135	-222	1.528	4.063
Suecia	125.906	677	-802	795	-2.837

^a Bruta.

Tabla 7. Descomposición de *Regional Share* Bruto
 Table 7. Breakdown of *Gross Regional Share*

	<i>Regional Share</i> Neto		Efecto Distribución	
	Agroalimentario	Total	Agroalimentario	Total
Alemania	3354,8	24349,9	-1287,6	-651,9
Austria	-681,0	-6006,9	98,3	37,7
Bélgica	-2035,1	-15066,7	-129,2	-63,9
Bulgaria	843,5	2797,3	9,5	7,7
Chipre	-15,8	174,2	-28,0	-54,5
Dinamarca	-906,6	-4372,3	-1233,5	-861,5
Eslovaquia	1291,3	12448,0	-650,1	-207,0
Eslovenia	422,6	-157,7	-194,5	-215,5
España	1123,8	13900,4	766,8	79,2
Estonia	70,3	1849,0	9,2	-9,1
Finlandia	-519,0	-16307,3	392,8	-549,8
Francia	-1070,0	-16476,0	-453,1	61,5
Grecia	-92,3	4423,8	-123,4	-599,9
Holanda	-485,9	54080,4	-287,5	-2834,8
Hungría	291,0	-7081,2	-50,1	-150,1
Irlanda	-938,0	-2195,5	-319,8	-286,0
Italia	-729,0	-25846,4	129,5	-222,4
Letonia	381,8	2330,9	300,5	179,5
Lituania	323,1	5470,7	380,6	-97,8
Luxemburgo	-46,5	-3692,9	18,6	-96,7
Malta	-28,7	306,5	4,1	7,9
Polonia	2185,0	13949,9	577,0	332,0
Portugal	264,1	2040,7	47,6	22,3
Reino Unido	-1696,9	-15790,7	475,4	163,9
Rep. Checa	1556,7	15909,0	-814,7	-222,2
Rumanía	3865,4	6284,5	-2337,1	-2221,8
Suecia	1668,0	-1819,3	-873,3	-1017,3

garia, España, Estonia, Letonia, Lituania, Portugal y, en menor medida, Polonia presentan los resultados más positivos. Con valores más débiles aparecen de nuevo Austria, Finlandia, Italia, Luxemburgo y Reino Unido, que destacan en los sectores no agroalimentarios.

Estudio de las elasticidades de atracción y localización

En este punto se estudiarán las elasticidades de atracción y de localización, cuyos resultados aparecen en la Tabla 8. Con respecto a la primera (fórmula 7), Eslovenia, Irlanda, Suecia y Francia ofrecerían condiciones negativas agroalimentarias, y por lo tanto debilidades, destacando en mayor medida en las exportaciones no agroalimentarias. Por el contrario, países como Rumanía, Alemania, Bulgaria, Portugal, Polonia y España revelan fortalezas agroalimentarias por tener sus elasticidades valores muy superiores a 1, por encima del resto de sectores.

En esta tabla se comprueba también que la elasticidad de localización (fórmula 8) del sector agroalimentario es siempre positiva salvo en Chipre, destacando los países del Este. De los occidentales, sólo Suecia, Portugal, España y Alemania presentan valores superiores a 1. Es destacable que los países más insulares (Irlanda, Dinamarca, Malta y Chipre) tienen indicadores más bajos. Sólo Grecia destaca entre los países veteranos, siendo, con Holanda, España, Portugal y Alemania, los únicos que presentan un indicador positivo.

Otras elasticidades presentadas en los métodos como son las elasticidades *Shift* y *Share* (fórmula 11) se muestran en la Tabla 8. Con ellas, puede construirse esta tipología por países, recogida en la Figura 1:

- I. Elasticidad *Shift* > 0 y Elasticidad *Share* > 1: Letonia, Lituania, Estonia, Bulgaria, Grecia, Polonia, Holanda, Chipre, España y Portugal. La estructura sectorial de la

economía repercute de manera positiva en el crecimiento, con una dotación de factores adecuada.

- II. Elasticidad *Shift* < 0 y Elasticidad *Share* > 1: Austria, Irlanda, Francia y Dinamarca. Su modelo de desarrollo se basa en sectores dinámicos, pero hay frenos en su crecimiento.
- III. Elasticidad *Shift* > 0 y Elasticidad *Share* < 1: Eslovaquia, Rep. Checa, Rumanía, Malta y Alemania. La estructura sectorial funciona bien, sin ser óptima, con sectores maduros.
- IV. Elasticidad *Shift* < 0 y Elasticidad *Share* < 1: Eslovenia, Suecia, Reino Unido, Bélgica, Italia, Hungría, Luxemburgo y Finlandia. Se producen problemas de crecimiento, ya que la estructura no está bien diseñada entre sectores agroalimentarios y no agroalimentarios.

Por último, también se han planteado diversas relaciones econométricas entre la elasticidad de desarrollo regional y otras variables relativas a estas elasticidades. Los resultados aparecen en la Tabla 9.

Contrastadas las demás hipótesis, todos los coeficientes, salvo las constantes, son significativos, presentando los signos esperados. Los modelos son explicativos, según los coeficientes de determinación (R^2 y R^2 ajustado) y el test F de Snedecor. En las tres regresiones, las variables independientes influyen positiva y significativamente en la elasticidad de desarrollo regional. Los países tendrían esta elasticidad mayor según tuvieran una mejor localización del sector agroalimentario, así como una mayor capacidad para atraer y desarrollar esta actividad, según aparece en las regresiones 1 y 3, no dándose en esta última ninguna elasticidad de los sectores no agroalimentarios. Del mismo modo, según la regresión 2, una mayor especialización media agroalimentaria supondrá un mayor desarrollo. Se confirma así la importancia agroalimentaria para el desarrollo regional.

Tabla 8. Distintas elasticidades sectoriales obtenidas
 Tabla 8. Different sectoral elasticities obtained

	Atracción sectorial		Localización sectorial		Elasticidad	Elasticidad
	Agroal.	No Agroal.	Agroal.	No Agroal.	Share	Shift
Alemania	5,42	0,79	1,26	3,42	0,78	1,11
Austria	-3,43	1,3	0,57	-3,96	0,92	-2,26
Bélgica	-3,62	1,39	0,51	-3,61	1,04	-2,17
Bulgaria	4,5	0,72	5,75	17,09	1,01	9,38
Chipre	-0,20	1,31	-0,18	21,79	1,99	5,32
Dinamarca	-0,5	1,31	0,08	-4,12	1,76	-3,14
Eslovaquia	1,96	0,96	3,3	30,07	0,72	12,95
Eslovenia	-767,42	32,58	2,46	-1,94	0,74	-0,77
España	2,47	0,79	1,46	8,69	1,38	3,42
Estonia	1,19	0,98	1,67	25,63	1,07	10,35
Finlandia	-0,29	1,02	0,4	-25,74	0,57	-11,59
Francia	-11,25	2,42	0,8	-3,2	1,24	-1,82
Grecia	0,49	1,11	0,64	26,91	1,75	8,91
Holanda	1,04	0,99	0,91	16,11	1,33	5,76
Hungría	-2,83	1,25	1,32	-10,78	0,90	-4,69
Irlanda	-21,92	3,49	0,2	-0,58	1,19	-1,26
Italia	-2,96	1,25	0,85	-6,66	0,9	-3,23
Letonia	2,33	0,8	5,79	36,77	1,44	18,71
Lituania	1,14	0,97	2,96	46,78	1,66	19,4
Luxemburgo	-0,68	1,08	0,79	-23,24	0,77	-10,23
Malta	0,16	1,06	0,13	15,87	0,92	5,66
Polonia	2,86	0,81	2,63	13,8	1,15	6,31
Portugal	3,5	0,76	1,52	6,16	1,1	2,43
Reino Unido	-3,62	1,26	0,6	-3,86	0,84	-2,19
Rep. Checa	2,19	0,96	2,32	18,87	0,71	7,93
Rumanía	12,94	0,64	10,95	10,11	0,66	6,21
Suecia	-49,3	2,82	2,03	-2,15	0,71	-1,04

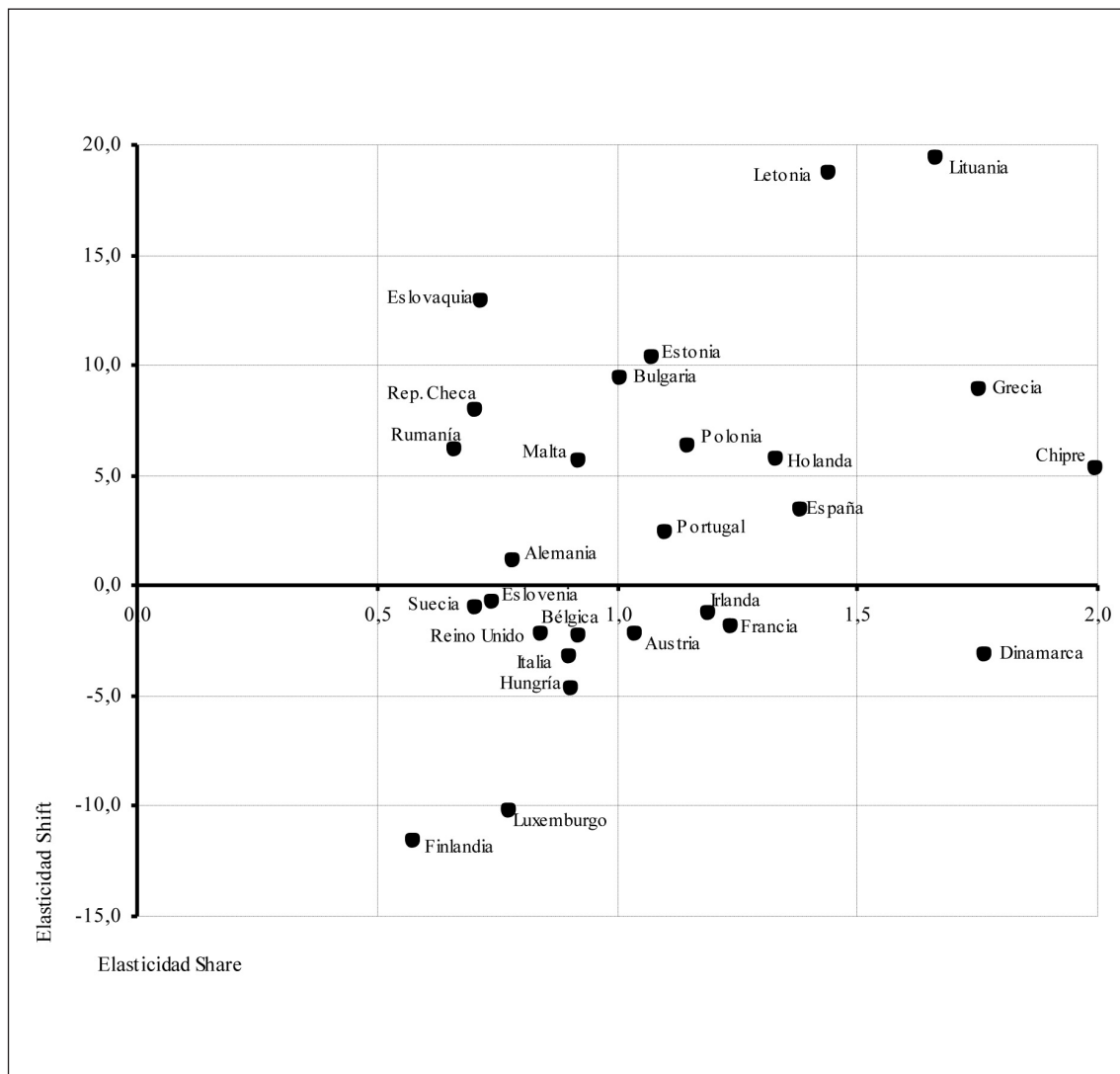


Figura 1. Elasticidades *Shift* y *Share*.
 Figure 1. *Shift* & *Share* elasticities.

Tabla 9: Análisis econométrico (Modelos de regresión MCO)
 Table 9: Econometric analysis (OLS regression models)

Estimaciones	Regresión 1		Regresión 2		Regresión 3	
	Coef. ⁶	t-estad. ⁷	Coef. ⁶	t-estad. ⁷	Coef. ⁶	t-estad. ⁷
Constante	0,004	0,021	-2,838	-0,843	1,379	0,754
ELSA ¹	0,39	2,675			1,497	1,795
ELSNA ²	0,425	37,487				
(CEA07 ³ + CEA12 ⁴)/2			5,997	2,145		
EASA ⁵					0,007	3,128
R ²	0,99		0,217		0,224	
R ² ajustado	0,99		0,186		0,16	
Test Durbin-Watson	2,181		2,352		2,319	
Test F	1227,029		6,924		3,474	
Nº observaciones	27		27		27	

Nota: Variable dependiente: Elasticidad de desarrollo regional.

¹Elasticidad de localización sectorial agroalimentaria; ²Elasticidad de localización sectorial no agroalimentaria; ³Coeficiente especialización agroalimentaria 2007; ⁴Coeficiente especialización agroalimentaria 2012; ⁵: Elasticidad de atracción sectorial agroalimentaria; ⁶ Coeficientes; ⁷ Estadístico t.

Discusión

Siguiendo a autores como Porter (1990), Kitson *et al.*, (2004) y Minondo Uribe-Etxeberria y Requena Silvente (2012), se han analizado las exportaciones como variable que refleja la competitividad. Sin embargo, aunque hay bastante literatura al respecto como Myro Sánchez (2013), a nivel agroalimentario es un tema original. Ruiz Chico *et al.* (2014) han realizado un estudio parecido aunque a nivel de regiones españolas.

La competitividad agroalimentaria europea se ha verificado a través del análisis econométrico, máxime cuando el periodo analizado se corresponde con el año previo a la crisis y el último año con datos disponibles. De esta forma, según los modelos econométricos planteados, los países tendrían mayor desarrollo

regional ante una mejor localización del sector agroalimentario y una mayor capacidad para impulsarlo.

Esta competitividad queda también patente según la evolución de las exportaciones, que crecen un 17,98%, por encima de las totales (2,21%) y según la elasticidad de desarrollo sectorial (8,1237 en sectores agroalimentarios frente a 0,4381). El peso de este sector sería un factor clave principalmente para los países del Este, las últimas incorporaciones, con un mejor comportamiento agroalimentario, previsto por Gil Roig y Ben-Kaabia (1994), Cadenas Marín y Cantero Talavera (1997) y Malvenda García (1999), en mayor medida que en Occidente, que dependen más de otros sectores. De esta manera se puede configurar como un sector fuerte que ha reaccionado bien ante la crisis mundial. Se verifica así la conclusión de

Csáki y Buchenrieder (2011), que argumentan que la crisis ha afectado de forma distinta a los países europeos y a sus sectores.

El análisis *Shift-Share* vuelve a destacar las importantes diferencias agroalimentarias entre los países del Este, donde destacan Bulgaria, Estonia, Letonia, Lituania y Polonia, y los más veteranos en la U.E., donde sobresalen España, Portugal y Grecia, que precisamente son las economías más débiles en este colectivo. El principal motivo de esta diferenciación se debe a que los países del Este son los más necesitados económicamente dentro de la U.E., con gran peso de los sectores primarios en su estructura productiva, con carencias más notables en los sectores secundario y terciario, y caracterizados en definitiva como las democracias europeas más jóvenes. En general se han visto beneficiados con su incorporación a la U.E. (sus exportaciones totales aumentan en todos los países salvo en Hungría), siendo receptores de fondos europeos de ayuda a su desarrollo.

En general, los países occidentales, más veteranos en la U.E. y con una estructura económica más madura, también suelen mostrar en este estudio un perfil agroalimentario relativamente positivo, aunque con peores indicadores que los países del Este. No obstante, no suelen destacar en este campo ya que encuentran sus mayores fortalezas competitivas en otros sectores más generadores de valor añadido, ubicados dentro de los sectores secundarios y terciarios. Este perfil, que es típico de las economías desarrolladas, hace que países tan ricos Bélgica, Dinamarca, Suecia, Finlandia, Austria, Reino Unido o Luxemburgo, no destaquen especialmente por su competitividad agroalimentaria.

Por último, dentro de las nuevas incorporaciones quedan como economías agroalimentarias más rezagadas Eslovenia, Hungría, Malta y Chipre, países estos últimos en los que sus condiciones físicas sin duda dificultan su

competitividad agroalimentaria. De hecho, Chipre es el único país en el que las exportaciones agroalimentarias disminuyen en el periodo estudiado.

Se puede concluir este análisis destacando que este estudio debe ser completado y revisado según vaya apareciendo más información al respecto. Se deben tener en cuenta estas conclusiones para plantear políticas de desarrollo regional más concretas en aquellos países que encuentran en el sector agroalimentario una fortaleza para su crecimiento. De hecho, Csáki y Buchenrieder (2011) dejan patente que incluso los programas gubernamentales de apoyo sectorial se han visto colapsados.

Como recomienda el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013), se debe mejorar la coordinación entre las distintas administraciones, así como fomentar y reforzar las actividades de I+D+i para reforzar esta posición estratégica competitiva, ante la amenaza de otras economías emergentes no europeas, sobre todo para el caso de los países del Este, más dependientes de este sector. De esta manera sus fortalezas deben ser potenciadas por ejemplo, a través de mejoras en la formación sectorial o implantando los últimos avances en este campo para mejorar su productividad. Sus beneficios pueden extenderse entonces al resto de sectores de su economía.

Bibliografía

- Acuña Rodarte O, Meza Castillo M. (2010). Espejos de la crisis económica mundial: La crisis alimentaria y las alternativas de los productores de granos básicos en México. *Argumentos* 23(63): 189-209.
- Arcelus FJ (1984). An extension of shift-share analysis. *Growth and Change* 15: 3-8.
- Cadenas Marín A, Cantero Talavera C (1997). Implicaciones agroalimentarias de la adhesión de los

- países de Europa Central y Oriental a la Unión Europea: (aspectos agrarios y rurales). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 206 pp.
- Caldentey Albert P (1985). El sistema agroalimentario en los países occidentales. *Revista de Estudios Agrosociales* 131: 167-186.
- Climent López EA (2014). La positiva respuesta del sector agroalimentario a la crisis económica: internacionalización, calidad y diferenciación. En "Geografía de la crisis económica en España" (Coords. JM Albertos Puebla, JL Sánchez Hernández), Universitat de València, Servei de Publicacions, Valencia 717-743.
- Csáki C, Buchenrieder G (2011). Effects of the financial and economic crisis on the rural landscape as well as the agri-food sector in Europe and central Asia. *Society and Economy* 33, 2: 249-270.
- De Espinosa JL, De Champourcin M (2009). La crisis económica global y la crisis agraria española. *Mediterráneo económico* 16, 47-83.
- Dinc M, Haynes K (2005). Productivity, international trade and reference area interactions in shift-share analysis: some operational notes. *Growth & Change* 36: 374-394.
- Dinc M, Haynes K, Qiangsheng L (1998). A comparative evaluation of shift-share models and their extensions. *Australian Journal of Regional Studies* 4: 275-302.
- Dunn ES (1960). A statistical and analytical technique for regional analysis. *Papers of the Regional Science Association* 6: 97-112.
- Esteban-Marquillas JM (1972). Shift-share analysis revisited. *Regional and Urban Economics* 2-3: 249-261.
- Esteban-Marquillas JM (1986). Income-share elasticity and the size distribution of income. *International Economic Review* 27: 439-444.
- Ezcurra R, Rapún M (2006). Regional disparities and National development revisited the case of Western Europe. *European Urban and Regional Studies*, 13: 355-369.
- FoodDrinkEurope (2012). Data & trends of the European food and drink industry 2012. Bruselas, Ed. FoodDrinkEurope 28 pp.
- Gazel R, Schwer RK (1998). Growth of international exports among the states: can a modified shift-share explain it? *International Regional Science Review* 21(2): 185-204.
- Gil Roig JM, Ben-Kaabia M (1994). La competitividad de las exportaciones agroalimentarias españolas tras la entrada en la CE. *Revista española de economía agraria* 170: 13-46.
- Girardi R (1993). Regional equilibrium growth and disequilibrium dynamics. A location elasticity approach. Rotterdam, Erasmus Universiteit.
- González Turmo I (2014). Respuestas alimentarias a la crisis económica. The International Commission on the Anthropology of Food and Nutrition y Universidad de Sevilla, Sevilla, 442 pp.
- Gracia Royo A, Albisu Aguado LM (2002). La industria agroalimentaria española ante la ampliación de la UE. *Economía industrial* 344: 99-110.
- Haynes KE, Dinc M (1997). Productivity change in manufacturing regions: A multifactor/shift-share approach. *Growth and Change* 28: 201-221.
- Kitson M, Martin R, Tyler P (2004). Regional competitiveness: an elusive yet key concept? *Regional Studies* 38-9: 991-999.
- Langreo Navarro A (2012). Industria alimentaria: Nuevas tendencias en un sector con capacidad de respuesta ante la crisis. *Distribución y Consumo* 121, 43-60.
- Malvenda García MJ (1999). El sector agroalimentario de los PECOS y su futura adhesión a la UE. *Boletín económico de ICE, Información Comercial Española* 2627: 19-26.
- Markusen A, Nojonen H, Driessen K (1991). International trade, productivity and US regional job growth: a shift-share interpretation. *International Regional Science Review* 14(1): 15-39.
- MERCASA (2012). Alimentación en España 2012, MERCASA, Madrid, 581 pp.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Líneas estratégicas para la internacionalización del sector agroalimentario, mayo 2013, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 30 pp.
- Myro Sánchez R (Coord) (2013). Fortalezas competitivas y sectores clave en la exportación es-

- pañola. Instituto de Estudios Económicos, Madrid, 374 pp.
- Mayor Fernández M, López Menéndez A. (2005). Spatial shift-share analysis: new developments and some findings for the Spanish case. 45th Congress of the European Regional Science Association, 23-27 agosto, Amsterdam, Holanda, 23 pp.
- Mayor Fernández M, López Menéndez A (2008). Spatial shift-share analysis versus spatial filtering: an application to the Spanish employment. *Empirical Economics* 34-1: 123-142.
- Minondo Uribe-Echevarría A, Requena Silvente F (2012). The intensive and extensive margins of trade: decomposing exports growth differences across Spanish Regions. *Investigaciones Regionales* 23: 53-76.
- Nazara S, Hewings GJD (2004). Spatial structure and taxonomy of decomposition in shift-share. *Growth and Change* 35-4: 476-490.
- Porter M. (1990). *The competitive advantage of nations*. MacMillan, Basingstoke, 875 pp.
- Reig Martínez EM (2007). *Competitividad, crecimiento y capitalización de las regiones españolas*, Fundación BBVA. Bilbao, España 375 pp.
- Román del Río C, Delgado Cabeza M (1995). Impactos territoriales de la reestructuración económica sobre el sector agroalimentario en el sur de Europa. El caso de Andalucía. *Revista de estudios regionales* 42: 53-86.
- Ruiz Chico J, Peña Sánchez AR, Jiménez García M (2014). Análisis de la competitividad de las exportaciones agroalimentarias españolas a nivel regional ante la crisis actual. *Revista de Estudios Regionales* 100: 17-45.
- Serrano R, Pinilla Navarro VJ (2010). Agricultural and food trade in European Union countries, 1963 - 2000: A gravity equation approach. *Documentos de trabajo de la Asociación Española de Historia Económica* 7, 29 pp.
- Serrano R, Pinilla Navarro VJ (2011). The evolution and changing geographical structure of world agri-food trade, 1951-2000. *Revista de historia industrial* 46: 97-125.
- Williamson R (2006). Forecasting regional exports. New tests of shift-share techniques. *Growth and Change* 11(2): 19-25.
- (Aceptado para publicación el 30 de abril de 2015)

**PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2016
DE LA
ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO**

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario. Se concederá un premio, pudiendo quedar desierto.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder al premio serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2016. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Director Gerente del CITA (Gobierno de Aragón).
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
 - f) Director del Instituto Pirenaico de Ecología.
4. El premio será anual y tendrá una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

INSCRIPCIÓN EN AIDA

Si desea Vd. pertenecer a la Asociación rellene la ficha de inscripción y envíela a la siguiente dirección:
Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Avenida Montañana 930, 50059 Zaragoza.

Si elige como forma de pago la domiciliación bancaria adjunte a esta hoja de inscripción el impreso de domiciliación sellado por su banco.

También puede hacer una transferencia a la cuenta de AIDA (CAI, Ag. 2, Zaragoza, nº ES66-2086-0002-12-3300254819) por el importe de la cuota anual. En ese caso, adjunte un comprobante de la transferencia.

Apellidos:		Nombre:	
NIF:			
Dirección Postal:			
Teléfono:		Fax:	e-mail:
Empresa:			
Área en que desarrolla su actividad profesional:			
En _____, a ___ de _____ de 20__			
Firma:			

FORMA DE PAGO (CUOTA ANUAL: 42 EUROS)

<input type="checkbox"/>	Cargo a cuenta corriente (rellenar la domiciliación bancaria)
<input type="checkbox"/>	Transferencia a la cuenta de AIDA ES66-2086-0002-12-3300254819 (adjuntar comprobante)

DOMICILIACION BANCARIA

Sr. Director del Banco/Caja	
Muy Sr. mío,	
Ruego a Vd. se sirva adeudar en la siguiente cuenta corriente (IBAN: 24 caracteres)	
que mantengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) .	
Atentamente,	
En _____, a ___ de _____ de 20__	Sello de la Entidad:
Firmado:	

NORMAS PARA LOS AUTORES (2016)

La revista ITEA es una publicación internacional indexada en las bases de datos de revistas científicas. La revista se publica en español en 4 números (marzo, junio, septiembre y diciembre) por año. De acuerdo con los fines de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA), ITEA publica artículos que hagan referencia a la Producción Vegetal, Producción Animal, Economía Agroalimentaria. Se aceptan contribuciones en formato de nota técnica, artículo de revisión o artículo de investigación. El envío de un artículo implicará que el mismo no haya sido publicado o enviado para publicar en cualquier otro medio de difusión o lenguaje, y que todos los coautores aprueben dicha publicación. Los derechos sobre todos los artículos o ilustraciones publicados serán propiedad de ITEA, que deberá recibir por escrito la cesión o copyright, una vez aceptado el artículo. La publicación de un artículo en ITEA no implica responsabilidad o acuerdo de ésta con lo expuesto, significando solamente que el Comité de Redacción lo considera de suficiente interés para ser publicado.

1. Envío de manuscritos y evaluación

Los manuscritos originales, en español, se enviarán a través de la página web de AIDA (<http://www.aida-itea.org/>). Para ello, los autores deberán registrarse en la aplicación, y seguir las indicaciones pertinentes. El manuscrito se enviará como un único documento Word, incluyendo las tablas y figuras al final del mismo. Los autores deberán incluir una carta de presentación en la que figure el título, los autores y un listado con 4 revisores (nombre completo, dirección postal y correo electrónico), que no deberán estar en conflicto de intereses con los autores o el contenido de manuscrito, en cuyo caso el Comité Editorial podrá negarse a colaborar con dichos revisores.

Los manuscritos que no cumplan las normas para autores serán devueltos para su rectificación. El editor correspondiente remitirá el manuscrito a como mínimo 2 revisores que conocerán la identidad de los autores, no así al contrario. Una vez aceptados por el editor, los manuscritos serán revisados por el editor técnico.

Los autores deberán modificar el manuscrito teniendo en cuenta las modificaciones sugeridas por los editores y revisores. La decisión final se comunicará a los autores, que, en caso de solicitarse, deberán modificar el artículo en el plazo de 3 meses desde su comunicación, antes de que sea aceptado definitivamente. Los autores deberán enviar el manuscrito corregido indicando los cambios realizados (por ejemplo, con la función de control de cambios activada), y deberán adjuntar una carta de respuesta a los evaluadores y editores con los cambios realizados. En caso de desacuerdo, los autores deberán justificar al editor debidamente su opinión. Una vez recibidas las pruebas de imprenta del manuscrito, los autores deberán devolver dicho manuscrito corregido en el plazo de 1 semana. Si el editor no recibe una respuesta por parte de los autores tras 6 meses el artículo será rechazado.

2. Preparación del manuscrito

En la revista ITEA se contemplan tres tipos de manuscritos. Los autores deberán expresar qué tipo de formato han escogido. Todos los manuscritos se presentarán en hojas de tamaño DIN A4 con márgenes de 2,5 cm y numeración de líneas continua. Se utilizará interlineado doble, fuente Times New Roman tamaño 12 (también en tablas y figuras). Las referencias bibliográficas, tablas y figuras se presentarán en hojas separadas.

Los artículos de investigación tendrán una extensión máxima de 30 páginas con el formato indicado en el párrafo anterior. Los apartados de los que constarán son: Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión (o bien, Resultados y Discusión de forma conjunta), Conclusiones y Referencias bibliográficas (ver especificaciones en los siguientes apartados), tablas y figuras.

Las notas técnicas, referidas a trabajos experimentales de extensión reducida, no excederán de 2.000 palabras, incluidas Tablas y/o Figuras.

Las revisiones bibliográficas serán una evaluación crítica de una temática que exponga los resultados de otros trabajos, el estado actual de los conocimientos en esa temática y tratará de identificar nuevas conclusiones y áreas de investigación futuras. La extensión máxima será de 30 páginas. Los apartados de una revisión serán los mismos que en artículos de investigación.

Todos los manuscritos incluirán en la primera página:

Título: será lo más conciso posible. No incluirá abreviaturas ni fórmulas químicas (excepto símbolos químicos para indicar isótopos). El formato del título será en negrita y formato tipo oración.

Apellido de los autores, precedido de las iniciales del nombre, e indicando con un asterisco el autor para correspondencia. En caso de que pertenezcan a distintas instituciones, señalar a cada autor con números superíndices diferentes. Si un autor desea aparecer con dos apellidos, éstos deberán unirse con un guión.

Dirección postal profesional de los autores. Si se desea indicar la dirección actual, deberá escribirse con una letra minúscula como superíndice.

Correo electrónico del autor a quien se va a dirigir la correspondencia. Ejemplo:

Alternativas al penoxsulam para control de Echinochloa spp. y ciperáceas en cultivo de arroz en el nordeste de España

G. Pardo^{1*}, A. Marí¹, S. Fernández-Cavada², C. García-Flora³, S. Hernández⁴, C. Zaragoza¹ y A. Cirujeda¹

*autor para correspondencia: gpardos@aragon.es

El manuscrito incluirá a continuación:

- Resumen, que deberá tener un máximo de 250 palabras, e incluirá brevemente los objetivos del trabajo, la metodología empleada, los resultados más relevantes y las conclusiones. Se evitará el uso de abreviaturas.
- Palabras clave, un máximo de 6, evitando las ya incluidas en el título.
- En Inglés: Título del artículo, Resumen, Palabras clave

3. Apartados del manuscrito

El formato de títulos de los apartados será en negrita, el del primer sub-apartado en negrita y cursiva, y el siguiente nivel en cursiva.

- **Introducción:** deberá explicar la finalidad del artículo. El tema se expondrá de la manera más concisa posible, indicando al final los objetivos del trabajo.
- **Material y métodos:** deberá aportar la información necesaria que permita la réplica del trabajo, incluyendo el nombre del fabricante de productos o infraestructuras utilizadas. Los manuscritos deberán incluir una descripción clara y concisa del diseño experimental y de los análisis estadísticos realizados. Se indicará el número de individuos/muestras, valores medios y medidas de variabilidad iniciales.
- **Resultados:** los resultados se presentarán en Tablas y Figuras siempre que sea posible. No se repetirá en el texto la información recogida en las Figuras y Tablas. Se recomienda presentar el valor de significación para que el lector pueda disponer de información más detallada. Puede redactarse de forma conjunta con el apartado de discusión.
- **Discusión:** deberá interpretar los resultados obtenidos, teniendo en cuenta además otros trabajos publicados. Se recomienda utilizar un máximo de 4 referencias para apoyar una afirmación en la discusión, exceptuando en las revisiones.
- **Conclusiones:** a las que se han llegado, así como las posibles implicaciones prácticas que de ellas puedan derivarse (aproximadamente 200 palabras).

- **Agradecimientos:** deberá mencionarse el apoyo prestado por personas, asociaciones, instituciones y/o fuentes de financiación del trabajo realizado.

- **Referencias bibliográficas:** sólo se citarán aquellas referencias relacionadas con el trabajo o que contribuyan a la comprensión del texto. Como máximo se podrán utilizar 40 citas en los artículos de investigación, y 80 en las revisiones bibliográficas. En el manuscrito, se mantendrá el orden cronológico en caso de citar varios autores. Las referencias en el texto deben hacerse siguiendo los siguientes ejemplos:

- * un autor (Padilla, 1974).
- * dos autores (Vallace y Raleigh, 1967).
- * más de 3 autores: (Vergara et al 1994).
- * mismos autores con varios trabajos (Martín et al 1971 y 1979).
- * autores con trabajos del mismo año: Prache et al (2009a,b).

Los nombres de entidades u organismos que figuren como autores, por ejemplo Dirección General de la Producción Agraria (DGPA), deberán citarse completos en el texto la primera vez. La cita podrá formar parte de la frase en el texto, como sigue "como indicaban Gómez et al (1969)".

Al final del trabajo se citarán en orden alfabético por autor todas las referencias utilizadas en el texto. Se podrán citar trabajos "en prensa", siempre que hayan sido aceptados para su publicación. En casos excepcionales, se aceptarán menciones como "Comunicación personal" o "Resultados no publicados", aunque no constarán entre las referencias bibliográficas. Se indican a continuación ejemplos de cita bibliográfica.

Artículo

- Blanc F, Bocquier F, Agabriel J, D'Hour P, Chilliard Y (2006). Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research* 55: 489-510.

Capítulo de libro

- Verlander JW (2003). Renal physiology. En: *Textbook of Veterinary Physiology* (Ed. Cunningham JG), pp. 430-467. W.B. the Saunders Company, an Elsevier imprint.

Libro

- AOAC (1999). *Official Methods of Analysis*, 16th. Ed. AOAC International, MD, EE. UU. 1141 pp.

Acta de congreso

- Misztal I (2013). Present and future of genomic selection at the commercial level. *Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the EAAP*, 20-30 de agosto, Nantes, Francia, pp. 100.

Fuente electrónica

- FAO (2011). *Food and Agriculture Organization statistical database*. Disponible en <http://faostat.fao.org/default.aspx> (30 enero 2012).

Documento oficial

- MARM (2009). *Anuario de estadística agroalimentaria y pesquera 2007*. Subsecretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, 937 pp.

En <http://www.aida-itea.org/> está disponible el fichero de estilo de endnote "ITEA.ens" para su descarga.

- **Tablas y Figuras:** su número se reducirá al mínimo necesario, y los datos no deberán ser presentados al mismo tiempo en forma de tabla y de figura. Se recomienda un tamaño de 8 o 16 cm. Las tablas y figuras llevarán numeración diferente y deberán estar citadas en el texto. Sus encabezamientos deberán redactarse de modo que el sentido de la ilustración pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Los encabezamientos y pies de figuras deberán aparecer en español e inglés (en cursiva).

Para el diseño de las tablas sólo se usarán filas y columnas, no se usarán tabulaciones ni saltos de línea. No se utilizarán líneas verticales entre columnas ni horizontales entre filas. Sólo se separarán con líneas horizontales los títulos.

Ejemplo de tabla:

Tabla 3. Tarjetas de productos hipotéticos expuestos a los encuestados

Table 3. Hypothetical products cards shown to those surveyed

Nº Tarjeta	Precio	Tipo de carne	Origen	Sistema
1	22 €/kg	Lechal	Nacional	Convencional
2	22 €/kg	Cebo	Extranjero	Ecológico
3	18 €/kg	Lechal	CLM	Ecológico
4	18 €/kg	Ternasco	Extranjero	Convencional

Fuente: Díaz et al (2013)

Las figuras se presentarán con la mayor calidad posible. Se podrán presentar en blanco y negro o en color. Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías se incluirán como figuras. Para mayor claridad se recomienda el uso, en primer lugar, de líneas continuas; en segundo lugar, de puntos; y en último lugar, de rayas. Se recomienda el uso de símbolos □, ■, ○, ●, ▲, △, ◇, ◆, +, y x. No utilizar líneas de división horizontales en el gráfico. Incluir barras de error cuando no entorpezcan la interpretación de la figura. En los ejes figurarán las unidades de las medidas referidas (entre paréntesis o separadas por coma). El número de la figura y su leyenda se indicarán en la parte inferior de la misma. Si las figuras se confeccionan con un programa distinto de los del paquete Office deberán ser de una calidad de 300 píxeles por pulgada o superior o escalable. Se enviarán las fotografías por separado como archivos de imagen (jpg, tiff o similar) con una resolución final de al menos 300 píxeles por pulgada.

4. Normas de estilo

- Se aplicará el Sistema Internacional de Unidades.
- Los decimales se indicarán en español con una coma (,) y en inglés con un punto (.)
- Las abreviaturas se definirán la primera vez que se citen en el texto.
- Las frases no podrán comenzar con una abreviatura o un número.
- Los nombres de hormonas o productos químicos comenzarán con minúsculas (sulfato de metilo, en vez de Sulfato de Metilo).
- Las fórmulas químicas se nombrarán según las normas IUPAC (p. ej. H2SO4 en vez de SO4H2) y los nombres comerciales comenzarán con mayúscula (p.ej. Foligón).
- Los nombres científicos de organismos vivos (botánicos, microbiológicos o zoológicos) deberán incluir en su primera cita la denominación completa de género, especie y del autor. En siguientes apariciones se abreviará el género con la inicial del mismo y se mantendrá el nombre de la especie. Ejemplo: *Papaver rhoeas* y posteriormente, *P.rhoeas*.
- Los nombres latinos de géneros, especies y variedades se indicarán en cursiva y los nombres de cultivares entre comillas simples (p. ej. 'Sugar Baby').
- Las llamadas en nota a pie de página o cuadro deberán ser las menos posibles y, en todo caso, se indicarán mediante números correlativos entre paréntesis (p. ej. (1), (2), evitando el uso de asteriscos, letras o cualquier otro signo).
- Los niveles de significación estadística no necesitan explicación (* = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001; NS = no significativo).

Volumen 112

Número 2

Junio 2016

itea

información técnica económica agraria
www.aida-itea.org

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

