itea

información técnica económica agraria

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO



Volumen 112

Número 3

Septiembre 2016

AIDA

www.aida-itea.org

itea

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario
www.aida-itea.org

2016 - AÑO XLVII Vol. 112 N.º 3 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 Isabel Sanjuán, 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
Arancha Arbeloa, EEAD Zaragoza. España
Carlos Calvete, CITA de Aragón. España
Fernando Escriu, CITA de Aragon. España
Cristina Mallor, CITA de Aragón. 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 Revoredo-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.

http://www.aida-itea.org/index.php/revista/revista-intro



Foto: Rafael Delfa.

Texto: Begoña Panea.

El arrastre de ganado es un deporte practicado en las islas Canarias. Tradicionalmente, el ganado bovino autóctono tenía una doble aptitud carne-leche y se utilizaba también para las tareas de campo como el arado, pero con la llegada de la maquinaria dejaron de usarse con este fin. En el concurso, cada yunta debe realizar un trayecto de ida y vuelta de 35 metros arrastrando un peso determinado y la ganadora será la que lo realice más deprisa. Cada yunta debe estar formada por vacas o toros (no mezclados), inscritos en diferentes categorías en función del peso que vayan a arrastrar durante la prueba (entre 600 y 900 Kg).

Sumario

Producción Vegetal

Evaluación del comportamiento vegetativo y compatibilidad de injerto de variedades de peral sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87'.
Evaluation of the vegetative characteristics and graft compatibility of pear varieties grafted on 'BA-29' and 'OHF-87' rootstocks.
P. Irisarri, A. Pina y P. Errea 243

Composición fisicoquímica y capacidad antioxidante del fruto del pecanero en condiciones de año de elevada producción ("on") y de año de baja producción ("off").
Physico-chemical composition and antioxidant capacity of the pecan fruit in high ("on") and low-productive conditions ("of").
M.A. Flores-Córdova, P. Berzoza-Vasquez, E. Sánchez-Chávez, J.I. Sáenz Solís, S. Guerrero-Morales y J. Hernández-Carrillo 255

Producción Animal

Características de la canal y de la carne en la raza caprina Bermeya. Comparación con el Ternasco de Aragón y lechales de la raza Murciano-Granadina.
Carcass and meat characteristics from commercial products of Bermeya goat breed. A comparative study in relation with Ternasco de Aragón light lamb and Murciano-Granadina kids.
A. Guerrero, J.S. Lemes, M.M. Campo, J.L. Olleta, E. Muela, V.C. Resconi, V.M. Guerra, F. Assis-Macedo y C. Sañudo 271

Calidad instrumental de la carne de terneros procedentes del cruce industrial de la raza Retinta.
Instrumental beef meat quality from Retinta breed crossed young bulls.
B. Panea, G. Ripoll, C. Sañudo, J.L. Olleta y P. Albertí 286

Economía Agraria

Integración Horizontal de los Mercados de Merluza y Rape.
Horizontal Integration of Hake and Monkfish Markets.
E. Martin e I. del Valle 301

Caracterización del cultivo del almendro en secano en Andalucía y propuestas de reconversión.
Characterization of the unirrigated almond farms in Andalusia and strategies for reconversion.
J.A. Aznar-Sánchez, L.J. Belmonte-Ureña y J.F. Velasco-Muñoz 317

Preferencias de los consumidores regulares y esporádicos de melocotones de la DOP "Melocotón de Calanda".
Regular and sporadic consumers' preferences towards peaches with the PDO "Melocotón de Calanda".
E. Groot y L.M. Albisu 336

Evaluación del comportamiento vegetativo y compatibilidad de injerto de variedades de peral sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87'

P. Irisarri, A. Pina y P. Errea*

Unidad de Hortofruticultura, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. de Montañana 930, 50059 Zaragoza, España

Resumen

Este trabajo analiza el comportamiento de diferentes variedades de peral ('Conferencia', 'Williams', 'Decana de Comice' y 'Mantecosa Hardy') con distinto grado de compatibilidad con un patrón membrillero ('BA-29') y un patrón peral ('OHF-87'). El estudio se llevó a cabo a lo largo de 2 años en una parcela experimental del CITA de Aragón en Zaragoza. Se realizaron mediciones de la longitud del injerto, el número de ramas, longitud entre los nudos de las ramas, engrosamiento de las tres zonas que componen el injerto: unión, patrón y variedad, y se clasificaron las uniones en función de su estructura interna con el fin de relacionar estos parámetros con el grado de compatibilidad de las combinaciones. El patrón 'OHF-87' mostró una buena compatibilidad de injerto con todas las variedades ensayadas. En el caso de BA-29, la variedad 'Williams' mostró un menor crecimiento del injerto, un mayor engrosamiento en la zona de unión y una caracterización interna de la unión clasificada de incompatible. Los parámetros que más se relacionan con la respuesta a la compatibilidad de injerto son la estructura interna de las uniones, el engrosamiento de la zona de injerto y el grado de crecimiento de la variedad.

Palabras clave: Interacción patrón-variedad, portainjertos para peral, *Pyrus communis* L.

Abstract

Evaluation of the vegetative characteristics and graft compatibility of pear varieties grafted on 'BA-29' and 'OHF-87' rootstocks

The vegetative growth and graft compatibility were evaluated in different pear cultivars ('Conferencia', 'Williams', 'Decana de Comice' and 'Mantecosa Hardy') with different degree of compatibility grated on two rootstocks (quince 'BA-29' and pear 'OHF-87'). The study was carried out over 2 years in a field at CITA de Aragón in Zaragoza. The following growth parameters were measured: graft length, number of branches, length between nodes, and trunk diameter at the three graft zones: above, below and at the graft union. The internal characterization of the different unions was also recorded with the aim of elucidating whether the growth parameters were related to the degree of graft compatibility. The rootstock 'OHF-87' showed a good graft compatibility with all the tested cultivars. The cultivar 'William' grafted on the rootstock 'BA-29' exhibited much slower growth and thickening of the trunk diameter at the graft interface, and therefore it was classified as an incompatible combination. The internal structure, thickening at the graft interface and the graft length were found to be related to graft compatibility.

Key words: Rootstock-scion interaction, pear rootstocks, *Pyrus communis* L.

* Autor para correspondencia: perrea@aragon.es

http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.015

Introducción

El cultivo de peral (*Pyrus* spp.) plantea problemas causados principalmente por el exceso de vigor cuando se utiliza un patrón de peral franco, clorosis cuando se utiliza el membrillero como patrón en suelos calizos y con alto pH sumado a una compatibilidad insuficiente entre algunas variedades y el patrón de membrillero (Lombard y Westwood, 1987; Felipe, 1990; Ermel *et al*., 1999). Uno de los principales problemas del uso de membrilleros (*Cydonia oblonga* L.) como patrones de peral reside en que algunas variedades manifiestan incompatibilidad localizada, que puede tardar varios años en observarse externamente, después del crecimiento normal de las plantas establecidas en campo (Ermel *et al*., 1997). A pesar de ello, aporta ventajas como una buena eficiencia productiva, carácter enanizante, homogeneidad de plantas y precocidad en la entrada en producción en comparación con los francos. Para evitar el problema de incompatibilidad se pueden utilizar intermediarios en el injerto con buena afinidad con el patrón (Mosse y Herrero, 1951; Mosse, 1962; Carrera, 1996). En la actualidad, otra alternativa es el uso de patrones clonales del género *Pyrus* como por ejemplo la serie 'OHxF' procedentes del cruzamiento entre 'Old Home' x 'Farmingdale', seleccionados por su resistencia al fuego bacteriano, a la clorosis férrica, su vigor reducido, buena compatibilidad con distintas variedades de peral, alta eficiencia productiva y alta calidad al fruto (Felipe, 1990; Bonany *et al*., 2005; Asín *et al*., 2007). La compatibilidad de injerto con el máximo número posible de variedades es uno de los objetivos más importantes dentro de los programas de mejora de patrones para frutales (Felipe, 1990; Llácer, 2005). Las principales características que se observan en las combinaciones de injertos incompatibles de peral sobre membrillero son la línea de necrosis y la discontinuidad vascular en la zona del injerto que produce una rotura de la unión por la acción de vientos fuertes o del forzado mecánico (Andrew y Serrano-Márquez, 1993; Carrera, 1996; Ermel *et al*., 1999; Hartmann *et al*., 2002). Este fenómeno también ocurre con frecuencia en otras combinaciones formadas por diferentes especies: albaricoque/ciruelo (Errea y Felipe, 1993; Errea *et al*., 1994), albaricoque/melocotón (Lapins, 1959). Estos síntomas suelen manifestarse tras varios años de crecimiento en campo, sin impedir que el árbol pueda desarrollarse, aparentando un crecimiento normal (Herrero, 1951). Estudios previos realizados en peral sobre membrillero (Brian y Duron, 1971) y albaricoquero sobre ciruelo (Errea *et al*., 1994), asocian la presencia de estas discontinuidades vasculares a un mal funcionamiento del nuevo cambium formado en la unión del injerto, que desemboca en una falta de continuidad vascular y presencia de zonas parenquimatosas.

El conocimiento de los mecanismos implicados en la compatibilidad de injerto es fundamental para determinar el futuro comportamiento de una combinación en una etapa temprana. Tradicionalmente, las observaciones anatómicas para determinar el grado de compatibilidad de una combinación, se han llevado a cabo después de varios años de desarrollo vegetativo del árbol, que es cuando se manifiestan estos síntomas (Errea y Felipe, 1993; Pina y Errea, 2005). Sin embargo, no se han desarrollado estudios que correlacionen observaciones adicionales a las líneas de necrosis y discontinuidad vascular en una etapa temprana del crecimiento. Se han definido algunos síntomas externos que podrían ir asociadas a los mecanismos de compatibilidad, aunque no siempre pueden relacionarse directamente; porcentaje de prendimiento del injerto, disminución del crecimiento vegetativo, engrosamiento en la zona de unión, diferencias en la tasa de crecimiento o vigor de la misma variedad con distintos patrones (Hartmann *et al*., 2002). Si bien se han llevado

a cabo estudios a nivel microscópico para determinar las diferencias en el desarrollo del injerto en las etapas tempranas a su desarrollo (Ermel *et al*., 1997; 1999), no se han observado síntomas externos en el crecimiento en campo asociados a estas posibles malformaciones a nivel interno de las combinaciones compatibles e incompatibles. En este trabajo se han evaluado diferentes parámetros vegetativos y la respuesta a la compatibilidad de injerto de cuatro cultivares de peral sobre dos patrones diferentes (membrillero y peral), realizando el seguimiento en campo durante dos años después del injerto, con el fin de encontrar una relación entre los parámetros vegetativos y la compatibilidad de injerto localizada que manifiestan algunas combinaciones de peral.

Material y métodos

Material vegetal y características del ensayo

Las variedades de peral (*Pyrus communis* L.) injertadas en este estudio fueron 'Conferencia' ('Co' Sawbridgeworth, Inglaterra), 'Williams' ('Wi', Aldermaston, Inglaterra), 'Decana de Comice' ('Dec', Angers, Francia) y 'Mantecosa Hardy' ('Mant', Desconocido, Francia). Estas variedades se injertaron sobre dos patrones: peral 'Old Home' x 'Farmingdale' clon 'OHF-87' (Brooks, Oregón, EE. UU.) y membrillero '*Cydonia oblonga* Mill.' clon 'BA-29' (Beaucouzé-Angers, Francia). Tanto las variedades como los patrones era material libre de virus. Los injertos fueron realizados en vivero sobre patrones de un año de edad con un diámetro entre 7-10 mm utilizando el método de injerto 'chip' (Howard, 1977), en las primaveras de los años 2011 y 2012. Se establecieron entre 12 y 30 injertos para cada unión y al menos 10 injertos fueron observados para cada combinación (Tabla 1).

Las condiciones de cultivo fueron riego a manta, en un suelo calcáreo poco permeable, con un pH de 8.3, y contenido en caliza activa de 9 a 10%.

Evaluación de actividad vegetativa

Se siguió el desarrollo vegetativo de las distintas combinaciones y se determinaron los siguientes parámetros en los otoños de 2012 y 2013: % de prendimiento del injerto, la longitud del injerto desde la zona de unión al extremo de la variedad, número de ramas, longitud entre los nudos de la variedad injertada en tres brotes del año de cada combinación y repetición, y engrosamientos de la zona de unión, de la variedad y el patrón 5 cm por encima y por debajo del punto de injerto en las combinaciones de 1 y 2 años.

Caracterización interna de las uniones

Se llevaron a cabo cortes en todas las uniones con una sierra DW876 (Dewalt, Italia) por encima y por debajo de la unión y también longitudinalmente a la superficie del injerto. Las observaciones internas que se realizaron fueron la discontinuidad parcial o total de la madera y la presencia de involución en el punto de unión siguiendo los criterios establecidos por Herrero (1951). Se establecieron cinco categorías A, B, C, D, E, de acuerdo con el grado de establecimiento de la estructura interna de la unión. La categoría A presentaría continuidad tanto de la madera como de la corteza, la categoría B se observarían algunos defectos estructurales como una leve discontinuidad entre la madera y la corteza o involución del cambium en la línea de unión, la categoría C se caracteriza por una evidente capa de tejido parenquimatoso en la madera y la corteza o en la línea de unión, la categoría D mostraría un alto grado de discontinuidad tanto de la madera como de la corteza y por último la categoría E representaría aquellas uniones que se han separado debido a la

Tabla 1. Combinaciones estudiadas, comportamiento al injerto y nº de injertos realizados en los años 2011 y 2012
Tabla 1. Graft combinations, graft compatibility and number of grafts in the years 2011 and 2012

Tiempo injertado	Combinación		Comportamiento del injerto	Nº injertos
	Patrón	Variedad		
2 años	BA-29	Williams	incompatible	28
		Conferencia	compatible	28
		BA-29	compatible	10
	OHF-87	Williams	compatible	19
		Conferencia	compatible	20
1 año	BA-29	BA-29	compatible	14
		Conferencia	compatible	12
		Williams	incompatible	12
		Decana	compatible	12
		Mantecosa	compatible	12
	OHF-87	OHF-87	compatible	12
		Conferencia	compatible	12
		Williams	compatible	12
		Decana	compatible	12
		Mantecosa	compatible	12

capa de tejido de callo lignificado. Las categorías A, B y C se consideran compatibles en la práctica, al no presentar, o presentar levemente, capa de tejido parenquimatoso en la zona de unión que dificulte su resistencia mecánica, mientras que las categorías D y E presentan discontinuidad en corteza y madera y se consideran incompatibles.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos de cada uno de los parámetros estudiados (longitud del injerto, número de ramas, longitud entre los nudos de las ramas, engrosamiento de las tres zonas que componen el injerto y el grado de compatibilidad de cada combinación) se realizó con el programa IBM SPSS Statistics v.21. Los datos que mostraron una distribución normal se analizaron mediante un ANOVA, en caso de verificación de diferencias significativas se realizaron los tests de comparaciones múltiples como Tukey para muestras homocedásticas o Tamhane 2 para muestras heterocedásticas ($P<0,05$). Sin embargo, si los datos no mostraban una distribución normal se utilizó el test no paramétrico Kruskal-Wallis ($P<0,05$).

Resultados y discusión

Observaciones externas

Porcentaje de prendimiento

En el otoño siguiente después del injerto se contabilizaron los injertos que habían prendido para cada combinación y se determinó el porcentaje de prendimiento (Tabla 2). Con los datos obtenidos podemos observar que para las variedades injertadas sobre el patrón 'BA-29' los resultados se encuentran entre un 50-90% bastante heterogéneo si lo comparamos con el patrón 'OHF-87' que se encuentran entre un 80-90% de éxito más homogéneo para todas las variedades. Cabe destacar el menor porcentaje de las variedades 'Co' y 'Wi' sobre el patrón 'BA-29' y de ellas 'Wi' (incompatible) se queda en un 50% aproximadamente. Estos datos podrían indicar diferencias en el éxito de prendimiento que podrían estar asociadas a distintos factores que influyen en el buen desarrollo del injerto (Hartmann *et al*. 2002).

Tabla 2. Porcentaje de prendimiento de las distintas variedades sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87' en el año 2012
Table 2. Percentage of successful bud take of the different cultivars grafted on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF-87' in the year 2012

Combinación		Prendimiento (%)
Patrón	Variedad	
BA-29	BA-29	78,57
	Conferencia	65,11
	Williams	53,33
	Decana	91,67
	Mantecosa	83,33
OHF-87	OHF-87	87,10
	Conferencia	83,33
	Williams	79,31
	Decana	91,67
	Mantecosa	91,67

– Crecimiento del injerto

Durante el primer año de crecimiento no se observaron diferencias significativas en el crecimiento del injerto entre las variedades de peral 'Mantecosa Hardy', 'Williams' y 'Conferencia' injertadas sobre el patrón 'BA-29', mientras que el homoinjerto 'BA-29/BA-29' mostró un crecimiento significativamente mayor que la combinación 'Decana/BA-29' (Figura 1A). Se observó la misma respuesta de las variedades sobre el patrón 'OHF-87' lo que refleja que las diferencias en el crecimiento durante el primer año están en relación con la variedad y no con la respuesta al

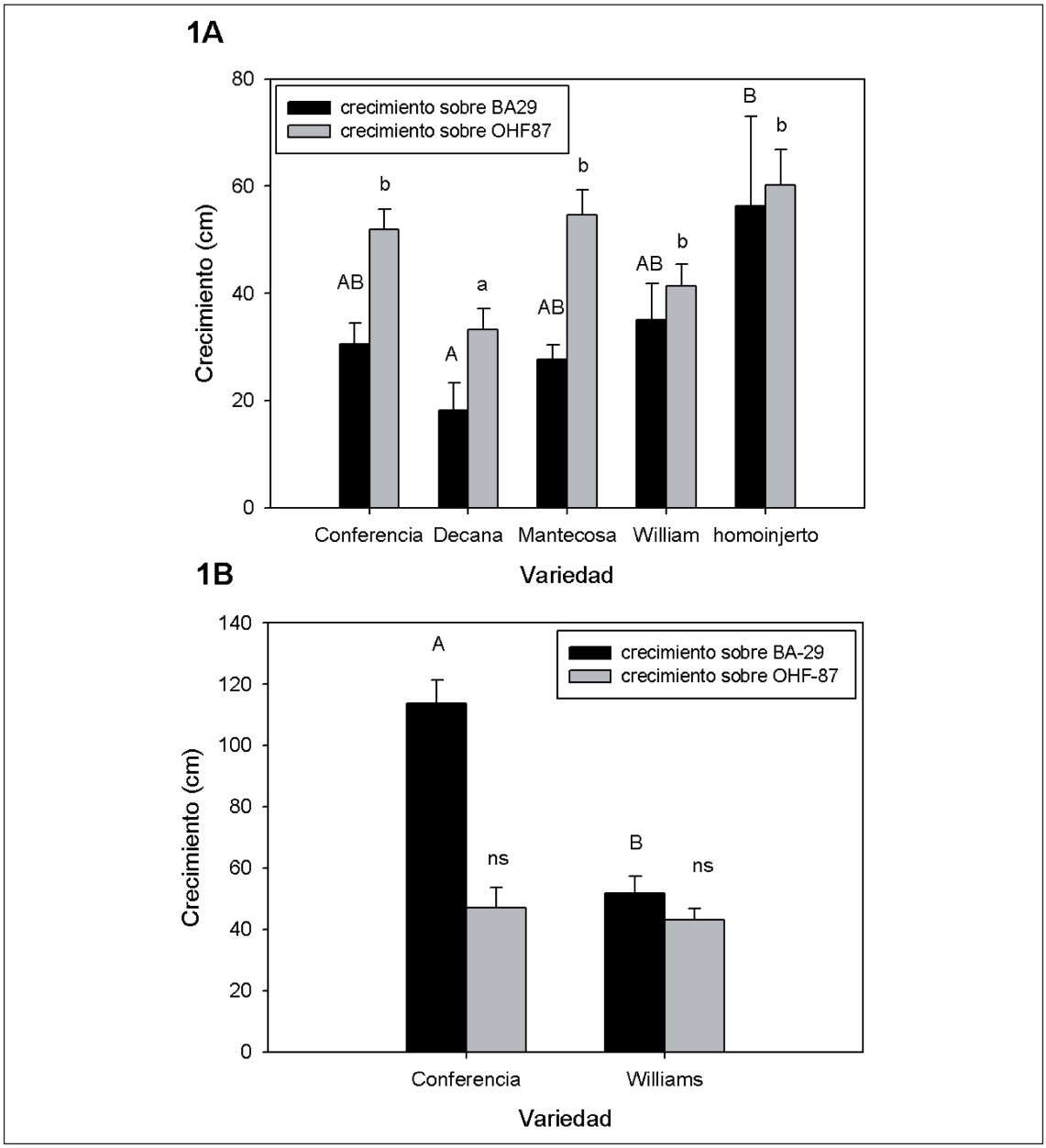


Figura 1. Crecimiento del injerto en un año (A) y dos años (B) de las variedades de peral sobre ambos patrones 'BA-29' y 'OHF-87'.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre combinaciones en relación con el patrón 'BA-29' (P<0,05) y letras minúsculas diferentes indican diferencias en el patrón 'OHF-87' (P<0,05).

Figure 1. Graft growth of pear varieties on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF-87' one year after grafting (A) and two years after grafting (B).

injerto, y que el patrón membrillero 'BA29' induce un menor crecimiento en todas las variedades con respecto al 'OHF-87'. Sin embargo, dos años después del injerto, y para el mismo patrón, el crecimiento es significativamente mayor en la combinación compatible 'Co/BA-29' que para la combinación incompatible 'Wi/BA-29', mostrando diferencias que podrían estar asociadas a un distinto comportamiento al injerto más que a la diferencia varietal que no se muestra en el primer año en estas dos variedades. En cambio, cuando están injertadas con el patrón 'OHF-87' las dos variedades mostraron crecimientos similares (Figura 1B). Diferentes hipótesis han sido propuestas para explicar el reducido crecimiento de la variedad injertada; inhibición en el transporte de auxinas que afecta a la diferenciación de nuevas conexiones vasculares (Aloni *et al*., 2010; Hartmann *et al*. 2002) o necrosis en la zona del injerto por incompatibilidad y deficientes conexiones vasculares (Gur *et al*., 1968; Gur and Blum, 1973). En combinaciones de cerezo se observó que un reducido número de conexiones vasculares, determinado por las diferencias en la diferenciación vascular tras la formación del callo, dieron lugar a un menor crecimiento de la variedad injertada (Olmstead *et al*., 2006). Las diferencias encontradas en el segundo año entre combinaciones compatibles e incompatibles, podría estar en relación con la limitación en la formación de conexiones vasculares por la falta de compatibilidad, como se ha visto en combinaciones melocotonero/mirobolán, donde una menor medida de crecimiento del injerto se asoció a síntomas externos de incompatibilidad (Herrero, 1956). En cambio, las diferencias observadas en el primer año parecen estar relacionadas con la variedad utilizada pero no con la respuesta de comportamiento al injerto.

– Ramas y longitud entrenudos

En los injertos de dos años se observó que 'Co' tiene un número de ramas significativamente mayor que 'Wi' independientemente del patrón donde se ha injertado (Figura 2). En este sentido, el parámetro del número de ramas es cultivar-dependiente. Los datos obtenidos para la longitud entre los entrenudos no mostraros diferencias significativas asociadas al comportamiento patrón-variedad (datos no presentados).

– Engrosamiento del tronco

Engrosamiento de la variedad: Mientras que en el primer año del injerto, no se observan diferencias significativas entre las distintas combinaciones (datos no presentados), a los dos años se observa que la variedad 'Co' ha engrosado significativamente más que 'Wi' cuando está injertada sobre 'BA-29', sin embargo, sobre 'OHF-87' el engrosamiento es similar para las dos variedades (Figura 3). El sobrecrecimiento de la variedad en combinaciones de injerto se ha asociado en ocasiones con problemas de incompatibilidad, pero no es en sí mismo un indicador de la misma (Aloni, 1987), y parece estar más asociada a la tendencia genética al crecimiento de la variedad que al problema de la compatibilidad (Hartmann *et al*., 2002).

Engrosamiento de la unión: En las medidas realizadas a un año se observan algunas diferencias entre variedades no relacionadas con la respuesta de compatibilidad (datos no presentados). Para los injertos de dos años la combinación incompatible 'Wi/BA-29' muestra un engrosamiento mayor en la zona de unión con respecto al de la zona de la variedad y del patrón. Resultados similares se han obtenido en otros estudios con combinaciones incompatibles de melocotonero/albaricoquero (Dos Santos Pereira *et al*., 2013).

Engrosamiento del patrón: Las combinaciones de un año no mostraron diferencias en el engrosamiento del patrón en función de la variedad injertada (datos no presentados). A los dos años, el patrón 'OHF-87' no mostró diferencias en el engrosamiento aunque haya sido injertado con 'Wi' o 'Co', sin embargo, el patrón membrillero 'BA-29' si mostró un engrosamiento significativamente menor cuando la variedad injertada fue 'Wi' (Figura 3).

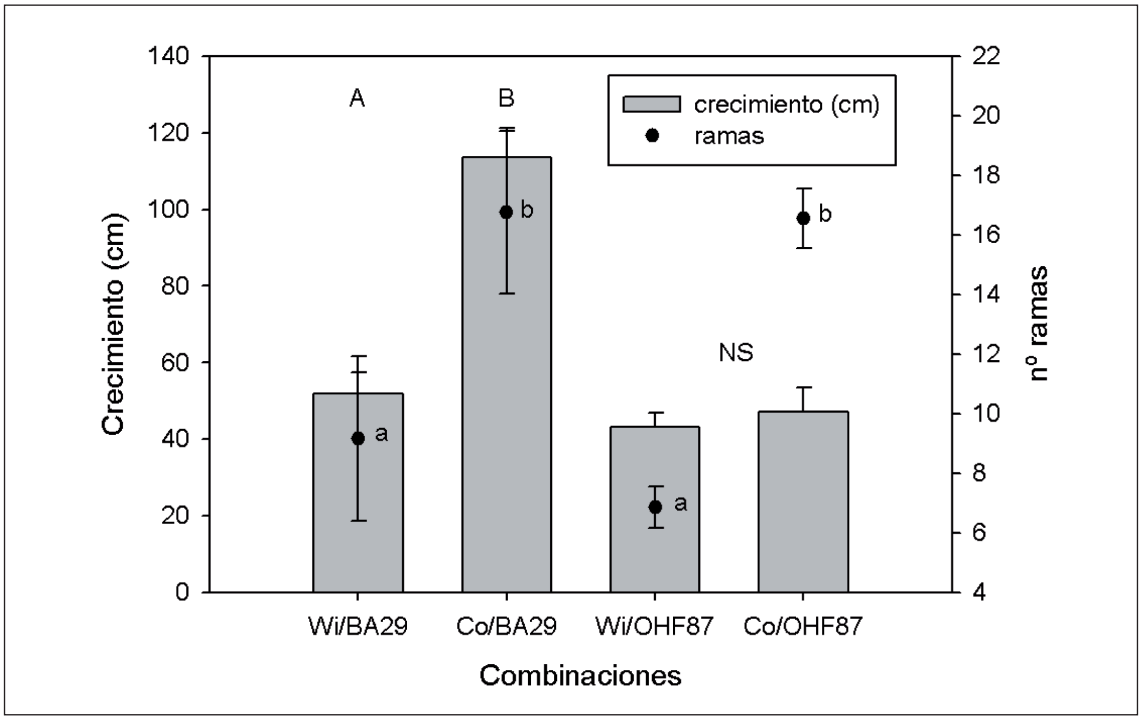


Figura 2. Crecimiento y desarrollo de ramas para las variedades injertadas a lo largo de los 2 años para los dos tipos de patrones 'BA-29' y 'OHF87'.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas para el crecimiento entre variedades sobre el mismo patrón y letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas para el nº de ramas (P<0,05).

Figure 2. Vegetative growth and number of branches of pear varieties grafted on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF87'during 2 years after grafting.

Caracterización internas de las uniones

Cada individuo de una combinación ha sido clasificado según la línea de unión del injerto, en cinco categorías (A-E), según el criterio de Herrero (1951). Cuando la mayoría de las uniones de una variedad se clasifican en A y B esta puede ser considerada compatible. Si se clasifican en los tipos C y D, especialmente en D, se considerará que la variedad es incompatible aunque puede comportarse bien según el entorno (Carrera, 1996). Según los datos obtenidos para el patrón membrillero 'BA-29' (Tabla 3) las variedades injertadas de un año muestran resultados muy variables, cuando están injertadas sobre 'BA29', que no podrían clasificar la respuesta de compatibilidad. Tanto las variedades con comportamiento compatible como las de comportamiento incompatible, muestran diferentes comportamientos en las uniones que las clasifican en un gran número de categorías, hecho que no sucede cuando el patrón es 'OHF-87'. Estas diferencias de comportamiento en el primer año parecen estar en relación con los mecanismos que intervienen en la formación del injerto, que muestran una gran variabilidad en función del patrón (Ermel *et*

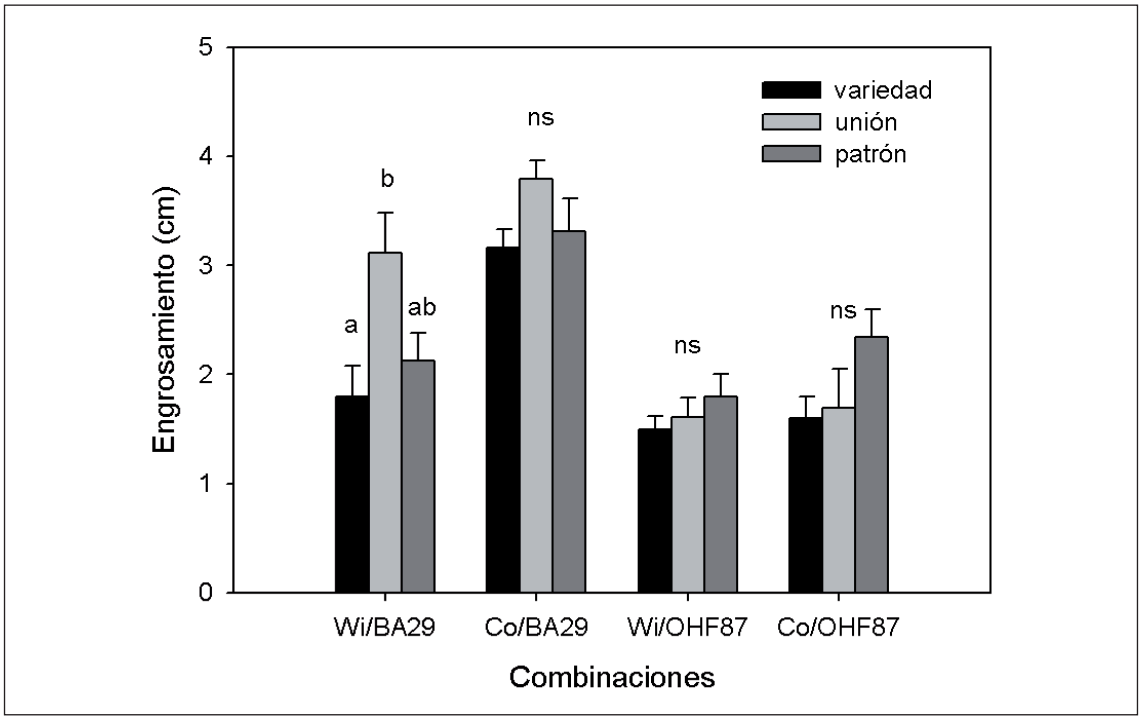


Figura 3. Engrosamientos del tronco de las combinaciones en las diferentes zonas a los dos años. Las letras diferentes corresponden a las diferencias significativas para el test de Tukey (P<0,05) observadas entre las distintas zonas para la combinación 'Wi/BA-29'; ns indica diferencias no significativas.

Figure 3. Thickening of the trunk in the different graft zones (graft union, 5 cm above and below the graft union) two years after grafting.

Tabla 3. Clasificación de las uniones de variedades de peral sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87' a los 2 años del injerto en función de la estructura interna del injerto

Table 3. Classification of pear varieties grafted on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF-87' two years after grafting according to the internal graft surface

Patrón	Variedades	Nº de uniones	% individuos según categoría de las uniones				
			A	B	C	D	E
'BA-29'	Williams	14	0	14	21	57	7
	Conferencia	17	6	53	35	6	0
	BA-29	10	80	20	0	0	0
'OHF-87'	Williams	15	67	27	7	0	0
	Conferencia	11	100	0	0	0	0

al., 1997; Zarrouk *et al*., 2010). Esta variabilidad también fue observada en combinaciones peral/membrillero en observaciones internas de la unión (Carrera, 1996) y en los primeros estadios de desarrollo del injerto, donde en todas las combinaciones se detectó la formación inicial de una línea necrótica tras la adhesión de las dos partes que se producía en todos los injertos en las primeras semanas de desarrollo (Ermel *et al*., 1997). La posterior producción de tejido de callo en los procesos de crecimiento del injerto, y su diferenciación o no hacia conexiones vasculares, es lo que determina el comportamiento de la combinación (Errea *et al*., 1994; Ermel *et al*., 1999). En las observaciones realizadas para los injertos de dos años (Tabla 3), se puede observar una gran correlación entre las observaciones llevadas a cabo en la zona de unión y la clasificación de las categorías en función de su comportamiento al injerto. La mayoría de los injertos de la variedad 'Wi' injertada sobre el patrón 'BA-29' se agrupan en la categoría D, lo que se corresponde con el comportamiento incompatible de la variedad. La clasificación de las uniones 'Co/BA-29' se encuentra entre las categorías B-C, así como los homoinjertos 'BA29-BA29' que se clasifican en la categoría A, todas ellas correspondientes con el comportamiento compatible. En definitiva, se observa que cuando el patrón es membrillero 'BA29', existe relación con el comportamiento de compatibilidad cuando las observaciones se llevan a cabo después del primer año de crecimiento en vivero. En cambio, cuando el patrón es OHF-87 (Tabla 3), se puede observar que la mayoría de los individuos se agrupan en la categoría A independientemente del tiempo injertado y de la variedad, siendo todas las combinaciones compatibles para todas las variedades, por lo que la relación entre las observaciones internas y su relación con el comportamiento al injerto se establece desde el primer año de crecimiento en combinaciones patrón-injerto.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo era encontrar una relación entre los parámetros vegetativos y la compatibilidad de injerto localizada que manifiestan algunas combinaciones de peral. Las observaciones realizadas ponen de manifiesto, que si bien durante el primer año no existen diferencias significativas de estas respuestas asociadas a la compatibilidad de injerto, a los dos años, algunos de estos parámetros podrían estar asociados a la respuesta de compatibilidad. En este tiempo, tanto la observación interna de las uniones, como la respuesta del engrosamiento de la zona de unión y el crecimiento del injerto son los parámetros que mejor se relacionan con la compatibilidad de injerto en estas combinaciones. Sin embargo, otros parámetros como el engrosamiento de la variedad o el patrón, y el número de ramas y longitud de los entrenudos de la variedad injertada, no son parámetros que puedan estar asociados a los fenómenos de desarrollo de la unión en función de la respuesta de compatibilidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación del INIA RTA 2009-00128, RTA2012-00097 y por el Grupo Consolidado de Investigación de Aragón A12.

Bibliografía

Aloni B, Cohen R, Karni L, Aktas H, Edelstein M (2010). Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. Scientia Horticulturae (Amsterdam) 127: 119-126.

Aloni R (1987). Differentiation of vascular tissues. Annual Review Plant Biology 38: 179-204.

Andrew PK, Serrano-Márquez CS (1993). Graft incompatibility. Horticultural Reviews 15: 183-231.

Asín L, Dolcet-Sanjuan R, Vilardell P, Claveria E, Bonany J, Iglesias I, Simard MH (2007). Selección de nuevos patrones de peral, con tolerancia a clorosis férrica y vigor reducido. Fruticultura Profesional 168: 19-28.

Bonany J, Claveria E, Iglesias I, Asin L, Simard MH (2005). Breeding of Pear Rootstocks. First Evaluation of New Interespecific Rootstocks for Tolerance to Lime-induced Chlorosis and Induced Vigour under Field Conditions. IXth International Pear Symposium. Stellenbosch, Sudáfrica, 1-6 febrero 2004. Acta Horticulturae 671: 239-242.

Brian C, Duron M (1971). Contribution à l'étude de l'incompatibilité au greffage des combinaisons poirier/cognassier. I. Etude du processus d'union sur matériel herbacé. Annales de l'Amelioration des Plantes 21: 445-463.

Carrera M (1996). Observaciones sobre la incompatibilidad de injerto entre variedades de peral y patrones membrillero. Fruticultura Profesional 78: 52-55.

Dos Santos Pereira I, Silva Messias R, Diniz Campos Â, Errea P, Corrêa Antunes LE, Fachinello JC, Pina A (2013). Growth characteristics and phenylalanine ammonia-lyase activity in peach grafted on different Prunus spp. Biologia Plantarum 58: 114-120.

Ermel FF, Kervella J, Catesson a. M, Poëssel JL (1999). Localized graft incompatibility in pear/quince (Pyrus communis/Cydonia oblonga) combinations: multivariate analysis of histological data from 5-month-old grafts. Tree Physiology 19: 645-654.

Ermel FF, Posëssel JL, Faurobert M, Catessons AM (1997). Early Scion/Stock Junction in Compatible and Incompatible Pear/Pear and Pear/Quince Grafts: a Histo-cytological Study. Annals of Botany 79: 505-515.

Errea P, Felipe AJ (1993). Compatibilidad de injerto en albaricoquero (Prunus armeniaca). Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal 8: 67-77.

Errea P, Felipe AJ, Herrero M (1994). Graft establishment between compatible and incompatible Prunnus spp. Journal of Experimental Botany 45: 393-401.

Felipe AJ (1990). Patrones para albaricoquero, ciruelo y cerezo. Fruticultura Profesional 30: 3-8.

Gur A, Blum A (1973). Role of cyanogenic Glycoside in incompatiblility between peach scions and almond rootstock. Horticultural Research 13: 1-10.

Gur A, Samish RM, Lifshitz E (1968). The role of the cyanogenic glycoside of the quince in the incompatibility between pear cultivars and quince rootstocks. Horticultural Research 8: 113-134.

Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve RL (2002). Plant propagation. Principles and practices, 7th ed. Prentice hall.

Herrero J (1951). Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruti trees. Journal of Horticultural Science 26: 186-237.

Herrero J (1956). Incompatibilidad entre patrón e injerto. Anales de la Estación Experimental de Aula Dei 149-172.

Howard B (1977). Chip budding fruit and ornamental tree. Proceedings of the International Plant Propagation Society 27: 357-366.

Lapins K (1959). Some symptoms of stock-scion incompatibility of apricot varieties on peach seedling rootstock. Canadian Journal of Plant Science 39: 194-203.

Llácer G (2005). Problemática actual de la mejora genética de frutales en España. Información Técnica Económica Agraria (ITEA) 101: 364-372.

Lombard PB, Westwood MN (1987). Pear rootstocks. En: Rootstock for fruit trees (Eds. Rom RC, Carlson RF). Nueva York, EE. UU. Wiley, pp. 145-183.

Mosse B (1962). Graft incompatibility in fruit trees. Technical Communication of the Commonwealth Bureau of Horticultural Plant Crops 28: 1-36.

Mosse B, Herrero J (1951). Studies on incompatibility between some pear and quince grafts. Journal of Horticultural Science 26: 238-245.

Olmstead M, Lang N, Owens S (2006). Xylem vessel anatomy of sweet cherries grafted onto dwarfing and non dwarfing rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science 131: 577-585.

Pina A, Errea P (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. Scientia Horticulturae 106: 1-11.

Zarrouk O, Testillano, PS, Risueno, MC, Moreno MA, Gogorcena Y (2010). Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in peach/plum combinations. Journal of the American Society for Horticultural Science 135: 9-17.

(Aceptado para publicación el 1 de febrero de 2016)

Composición fisicoquímica y capacidad antioxidante del fruto del pecanero en condiciones de año de elevada producción ("on") y de año de baja producción ("off")

M.A. Flores-Córdova[1], P. Berzoza-Vasquez[2], E. Sánchez-Chávez[1,*], J.I. Sáenz Solís[2], S. Guerrero-Morales[2] y J. Hernández-Carrillo[2]

[1] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Delicias. Av. 4 Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. C.P. 33089. Ciudad Delicias, Chihuahua. México

[2] Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, UACH, Km 2.5 carretera Delicias a Rosales, Campus Delicias, C.P 33000. Ciudad Delicias, Chihuahua, México

Resumen

El consumo de alimentos ricos en compuestos bioactivos conteniendo proteína vegetal de alta calidad, como los frutos secos, ha incrementado debido a la necesidad de un estilo de vida saludable. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la caracterización físico-química, contenido de fenoles totales, taninos y capacidad antioxidante de la cáscara y grano de la nuez pecana (*Carya Illinoinensis*) variedad Western Schley en año de elevada producción denominado "on" (2013) y en un año poco productivo denominado "off" (2014). La caracterización físico-química se determinó por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) el contenido de compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu, la actividad antioxidante por el método DPPH radical (1,1-difenil-1,2-picrihidrazil) y los taninos condensados por la prueba de la vainillina. Los resultados obtenidos demostraron que los compuestos presentes en la cáscara y grano fueron afectados por los ciclos productivos "on" y "off", existiendo diferencias significativas en varios de los parámetros estudiados. El grano presentó un alto valor calórico y un elevado contenido de lípidos. En el año poco productivo "off" se obtuvo la mayor concentración de compuestos en la cáscara, con 167,07 mg g^{-1} de fenoles, 373,08 mg g^{-1} de capacidad antioxidante y 690,15 mg g^{-1} de taninos. El grano es rico como alimento energético y compuestos bioactivos que proporcionan una alta actividad antioxidante y beneficios para la salud. La alta concentración de fitoquímicos en las cáscaras indica que las pecanas pueden ser una buena fuente de antioxidantes y pueden ser utilizadas como materia prima para la futura aplicación en la industria farmacéutica y alimentaria.

Palabras clave: Alternancia**,** pecanero, fenoles, cáscara, ciclo productivo, físico-química.

Abstract

Physico-chemical composition and antioxidant capacity of the pecan fruit in high ("on") and low-productive conditions ("of")

The consuming of foods containing high levels of bioactive compounds containing with quality vegetable protein, such as nuts, has increased in the last years due to the need of a healthy lifestyle. The aim of this study was to evaluate the physicochemical characterization, content of total phenols, condensed

* Autor para correspondencia: esteban@ciad.mx

http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.016

tannins and antioxidant capacity of the shell and grain of the pecan (*Carya illinoinensis*) variety Western Schley in a high productive year (called "on") (2013) and in a low-productive year (called "off") (2014). The physicochemical characterization was determined by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), the content of phenolic compounds was evaluated using the Folin-Ciocalteu method, the antioxidant activity was evaluated using the radical DPPH (1,1-diphenyl-1,2-picrihidrazil) method, and the condensed tannins were determined using the vanillin test. The results showed significant differences in the compounds found in the shell and edible portion between the years "on" and "off". The edible kernel had a high calorific value and high content of lipids. During the low productive year, the concentration of compounds found in the sell was highest in phenols (167,07 mg $g-_1$) antioxidants (373,08 mg $g-_1$) y condensed tannins (690,l5 mg $g-_1$). The grain is an energy rich food containing bioactive compounds that provides high antioxidant activity and health benefits. The high concentration of phytochemicals in the shells indicates that they can be a good source of antioxidants and may be used as raw material in the pharmaceutical and food industry in the future.

Key words: Alternate bearing, pecan tree, phenols, shell, production cycle, physicochemical.

Introducción

México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en la producción de nueces pecanas (*Carya illinoinensis*) por detrás de EE.UU. Estas nueces pecaneras han sido reconocidas como alimento saludable por sus numerosos beneficios como la protección de enfermedades del corazón (FDA, 2003). Diversos estudios y ensayos han demostrado que el consumo diario de 42 g de este fruto seco puede disminuir radicalmente el riesgo de enfermedades cardiovasculares (de la Rosa *et al.*, 2011) y algunas características del síndrome metabólico, así como disminuir la concentración plasmática de la inflamación de biomarcadores (Urpi-Sarda *et al.*, 2012). Además, estos frutos son una buena fuente de altas cantidades de proteína vegetal, vitaminas, minerales, ácidos grasos insaturados y fibra dietética (Wu *et al.*, 2004). Por otra parte, diversos estudios han encontrado que la nuez pecana ha sido clasificada entre los alimentos con alto contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en los granos entre los que se encuentran los flavan-3-oles, antocianidinas (Harnly *et al*., 2006), proantocianidinas (Gu *et al*., 2004), y más recientemente ácido elágico (De la Rosa *et al*., 2011; Robins *et al*., 2015) ácido gálico (Bolling *et al*., 2011, Villareal-Lozoya *et al*., 2007), ácido camarico, quercetina (Padilla *et al*., 2008) y taninos condensados, encontrándose altas cantidades de catequina en pecana (Malik *et al*., 2009). Estos compuestos con peso molecular relativamente alto han demostrado poseer una marcada actividad antioxidante, 20 veces más fuerte que la vitamina E, los cuales contribuyen a la promoción de la salud (Chen *et al*., 2008) debido a que los compuestos antioxidantes presentan la estabilización de los radicales libres evitando el daño oxidativo de las células (Kornsteiner *et al*., 2006; Pinheiro do Prado *et al*., 2009b). Las especies reactivas del oxígeno (ROS) son los radicales libres que se encuentran naturalmente en el cuerpo humano. Cuando las condiciones ambientales o el estrés contenidos en los ROS son excesivas, el sistema de defensa del cuerpo ya no puede manejar estas especies altamente reactivas causando daño, el cual se ha relacionado con varias enfermedades y condiciones crónicas tales como las enfermedades autoinmunes (Morgan *et al*., 2005). Además, se ha encontrado que los taninos condensados tienen la capacidad de actuar como inhibidores no competitivos de la enzima xantina oxidasa, una de las mayores generadoras de radicales libres en el metabolismo celular (Fine, 2000) ya que los radicales libres son

agentes nocivos para la salud, los cuales representan un riesgo en la formación de tumores y formas de cáncer (Huetz *et al*., 2005). Sin embargo, los taninos condensados han sido estudiados respecto a su actividad antioxidante, de tal manera que se han relacionado en la prevención de daños al ADN causados por radicales libres y el posterior desarrollo de células mutantes o cancerígenas (Okuda, 2005). Por lo que, se han encontrado una correlación inversa entre el consumo de alimentos ricos en compuestos fenólicos como la nuez y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, y su influencia positiva sobre enfermedades crónicas, enfermedades pulmonares obstructivas y diabetes tipo 2 (Figueroa, 2012). Sin embargo, existen diversos factores que regulan la concentración de los compuestos fenólicos, por lo tanto, es importante la caracterización de datos actuales sobre los cambios y composición de los compuestos en diferentes ciclos de cultivo. Además, la cáscara de la pecana también contienen alto contenido de compuestos fenólicos (Pinheiro do Prado *et al*., 2009b). Sin embargo, las investigaciones realizadas en la cáscara están menos avanzadas que las de la parte comestible (grano).

Por otra parte, es corriente la alternancia de producción en los pecaneros, caracterizada por un año de alta producción "on" y uno de baja producción "off' (Rohla *et al*., 2007), por lo que es importante la caracterización de sus propiedades fisicoquímicas y cuantificación de compuestos fenólicos del grano y de la cáscara en un año productivo ("on") y en otro con baja productividad ("off") y, con ello, determinar qué diferencias pudieran presentar en relación a la composición de los compuestos citados. Si bien en la bibliografía se encuentran algunos trabajos en los que se evalúan factores físicos y químicos en la nuez pecana, no se ha encontrado ningún trabajo con datos comparativos entre años de elevada producción con años de baja producción.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización fisicoquímica, analizando el contenido de compuestos fenólicos totales, taninos y actividad antioxidante del grano y cáscara del pecanero, en dos ciclos de producción, año altamente productivo "on" (2013) y poco productivo "off" (2014), de la variedad 'Western Schley' cosechadas en la región de Delicias, Chihuahua México.

Material y métodos

Material vegetal

El presente trabajo de investigación se realizó durante dos ciclos de producción: 2013 (año productivo) y 2014 (año no productivo) en una huerta comercial en producción ubicada en el Municipio de Delicias, Chihuahua. México. Las características de la huerta nogalera en estudio fue la siguiente: árboles de nogal pecanero cv. Western Schley en producción, de una edad de 24 años y con una distancia de plantación de 12 x 12 m. La producción del año 2013 considerado altamente productivo fue de 2,4 t-ha^{-1}, mientras que el año poco productivo (2014) fue de 1,2 t-ha^{-1}. Las propiedades físico-químicas del suelo fueron las siguientes: 0,84% de materia orgánica, libre de $CaCO_3$, pH de 8,1, 42,28% de arena, 40% de limo y 17,72% de arcilla, conductividad eléctrica de 1,01dS m^{-1}, porcentaje de saturación 41,5%, Capacidad de Intercambio Catiónico de 24,96 m.e-100 g de suelo^{-1}, N-NO_3^- 13,8 kg-ha^{-1}, fósforo 5,03 ppm, calcio 4012,8 ppm, magnesio 301,4 ppm, sodio 288 ppm, potasio 440 ppm, hierro 1,66 ppm, zinc 2,46 ppm, manganeso 3,10 ppm, cobre 0,42 ppm. La huerta nogalera se ubica a una altitud máxima de 1408 m.s.n.m. El clima de la región es semiárido extremoso, con una temperatura máxima de 41,7°C y una mínima de -14,1°C, su media a nivel es de 18,3°C. Tiene una precipitación pluvial media anual de

563,9 mm con un promedio de 61 días de lluvia y una humedad relativa del 50% con vientos dominantes del sudoeste (Tabla 1). El tipo de suelo predominante es del tipo yermosoles háplicos que predominan en toda su extensión con textura media en pendiente de nivel o quebrada con asociaciones de litosoles y/o regosoles eútricos.

Tabla 1. Condiciones climáticas de los años 2013 y 2014. Delicias, Chihuahua. México
Table 1. Climatic conditions of years 2013 and 2014. Delicias, Chihuahua. México

	Año 2013				Año 2014			
	Precipitación	Temperatura ºC			Precipitación	Temperatura ºC		
	mm	Máx	media	Mín	mm	Máx	media	Mín
Enero	18,5	17,5	9,3	1	1,2	19,7	10,4	1,1
Febrero	1,9	21	11,6	2,3	0,6	24,2	14,1	3,9
Marzo	1,1	25,7	15,6	5,5	11	24,4	15,5	6,6
Abril	0,5	28,9	18,9	8,9	1,2	27,6	18,2	8,8
Mayo	7,6	31	21,9	12,8	1,8	30,7	21,2	11,6
Junio	52,1	36	27,4	18,8	4,2	35,1	26,5	17,9
Julio	204,9	31,6	25,1	18,5	116,2	32,3	25,1	18
Agosto	99,1	31,7	24,6	17,5	136,4	30,3	23,6	16,9
Septiembre	103	29.1	22,6	16,1	132,3	29,3	23,1	17
Octubre	33,9	27,4	18,7	10,1	9,1	29,3	20,6	11,9
Noviembre	45,9	20,8	13,4	6	32,5	21,2	12,9	4,6
Diciembre	49,6	18,4	10,6	2,8	6,6	20,3	11,5	2,6

Información Hidroclimática de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos Conagua.

Las muestras de fruto de pecana fueron seleccionadas de las mismas parcelas de árboles en producción para cada ciclo productivo 2013 y 2014 con tres repeticiones. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Fisiología y Nutrición Vegetal del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., para ser descascaradas y molidas en un procesador de alimentos y almacenadas en bolsas de plástico a -4°C, hasta su uso. Para su análisis posterior, las muestras fueron secadas en un horno de aire (marca Felisa a 40°C), durante 24 h.

El grano fue molido en un procesador de alimentos y desgrasado según la metodología establecida por Villareal-Lozoya *et al*. (2007) con ligeras modificaciones, una vez homogenizadas las muestras fueron filtradas al vacío a 35°C. Se almacenaron a -20°C hasta su análisis. Las muestras de polvo de la cáscara y grano, fueron homogenizados con 5 ml de metanol, 5 ml de cloroformo y 2,5 ml de una solución de NaCl al 1%. El homogenizado fue filtrado y centrifugado a 8273,20 g durante 10 minutos, para usarse en la cuantificación de los compuestos. El diseño

experimental fue completamente al azar, con tres repeticiones y se seleccionaron dos ciclos productivos diferentes correspondiéndose con un año altamente productivo "on" (2013) y otro poco productivo "off" (2014).

Caracterización físico-química de la nuez

La parte comestible del grano y la cáscara de la pecana fueron aleatoriamente seleccionadas para medir el peso, utilizando una balanza analítica (AND HR120 2002, Japón). Las medidas de diámetro de 100 cáscaras y parte comestible fueron tomadas utilizando un vernier Stainless hardened Maurer. La composición fisicoquímica se determinó de acuerdo a la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2000) y conforme a lo establecido a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

Humedad. La determinación de la humedad se realizó utilizando el método 925,40 de secado en capsula abierta. Para ello, se preparó la cápsula para humedad, se dejó enfriar y se pesó. Se agregaron 2 g de la muestra, distribuyéndola sobre la cápsula y se dejó secar. Una vez seca, se dejó enfriar y se pesó, llevándola a peso constante.

Ceniza. La determinación de ceniza se realizó de acuerdo a la norma mexicana NMX-F-066-S-1978. Se preparó el crisol para la determinación de cenizas por calcinación, agregándole 2 g de la muestra, se llevó a peso constante y se calculó el porcentaje de cenizas.

Proteína. La determinación de la proteína cruda se realizó mediante el procedimiento de cuantificación de nitrógeno total por el método Microkjeldahl (AOAC, 2000).

Fibra. La determinación de fibra cruda se determinó, mediante la norma mexicana NMX-F-090-S-1978.

Grasa. La determinación de la grasa se realizó por el método Goldfish. Se preparó el matraz del equipo Goldfish, se dejó enfriar y se pesó. Se montó el equipo y se colocaron dentro del cartucho de celulosa 2 g de muestra se tapó con algodón y se introdujo dentro del equipo. Se agregó el solvente (éter de petróleo), se dejó a reflujo durante 3 horas. Una vez terminada la extracción, se eliminó el solvente por medio de una destilación para recuperar el éter, quedando la grasa en el matraz, se pesó el matraz con el residuo y se determinó el porcentaje de grasa. Norma mexicana NMX-F-427-1982.

*Carbohidrato*s. La determinación de los carbohidratos se realizó por diferencia de los otros parámetros.

Cuantificación de polifenoles totales

El total de fenoles totales fue determinado mediante el método descrito por Singlenton y Rossi (1965) usando ácido gálico como estándar. En un tubo de ensayo, se colocaron 1,5 ml de Na_2CO_3 al 2%, y se agregaron 0,5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteau al 50%, 2,75 ml de H_2O desionizada y 0,5 ml del extracto. A continuación la mezcla fue incubada a temperatura ambiente y en oscuridad durante 60 minutos. La absorbancia fue medida a 725 nm en un espectrofotómetro Thermo Scientific, G 10S UV Vis, (EE. UU.). Los resultados fueron expresados como miligramos de ácido gálico por gramo de peso seco. Se realizó una curva de calibración. La linealidad se determinó entre 0,50 y 4,0 mg-ml^{-1}, utilizando un estándar de ácido gálico de grado reactivo de alta pureza, la calibración se llevó a cabo por triplicado.

Cuantificación de taninos condensados

El contenido de taninos condensados, fue evaluado usando el ensayo de vanillina de Price *et al*. (1978). Se tomó un 1 ml del extracto y se agregaron 4 ml de una solución de HCl al 8% en MeOH (v/v) y una solución de vainillina en MeOH al 4% (v/v) en una pro-

porción 1:1. La mezcla resultante se mantuvo en baño maría a 30 °C durante 20 minutos; finalmente, se midió la absorbancia a 500 nm. Los taninos se cuantificaron mediante una curva estándar a base de catequina. Se realizó una curva de calibración. La linealidad se determinó entre 0,02 y 1 g l^{-1} utilizando un estándar de catequina de grado reactivo de alta pureza, y la calibración se llevó a cabo por triplicado. El contenido total de taninos se expresó como mg equivalentes de catequina en peso fresco de la muestra (mg EC g^{-1}).

Capacidad antioxidante DPPH

El radical DPPH (1,1-difenil-1,2-picrihidrazil) es un compuesto estable que presenta una intensa coloración violeta y que absorbe radiación a 517 nm, de forma que su concentración se pueda determinar mediante métodos espectrofotométricos (Kim *et al*., 2002). La reacción se llevó a cabo al mezclar 3,9 ml de solución de radical de DPPH con 0,1 ml de extracto vegetal. La mezcla se conservó a temperatura ambiente y protegida de la luz durante 30 minutos. Posteriormente se procedió a medir la absorbancia a 517 nm utilizando un espectrofotómetro UV/Vis. El blanco utilizado fue metanol al 80% y se realizó una curva de calibración. La linealidad se determinó entre 0 y 800 µM, utilizando un estándar de Trolox de grado reactivo de alta pureza, y la calibración fue por triplicado. Los análisis se llevaron a cabo por triplicado y los resultados se expresaron como mg TEAC g^{-1} (Trolox actividad antioxidante equivalente) de peso seco.

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos de los dos años productivo y poco productivo fueron sometidos a un análisis de varianza y se realización separaciones de medias mediante test de Tukey. Previo al análisis de varianza, los parámetros se sometieron a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk resultando que los datos tuvieron un comportamiento normal ($P \geq 0,05$). La correlación entre las variables fue evaluada con el coeficiente de Pearson, con un nivel de significación de ($P < 0,05$) mediante programa estadístico SAS ® (Statistical Analysis System) ver. 9,0 (SAS, 2002).

Resultados y discusiones

Análisis físicos de la cáscara y grano

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en los parámetros de peso de cáscara, peso de grano y ancho del grano. En la Tabla 2 se muestran los resultados de los análisis físicos de la cáscara y grano, con un promedio para la cáscara equivalente a un 44% del peso total y para el grano 56% del peso total, para el año altamente productivo 2013. El peso promedio del ciclo poco productivo 2014 en cáscara fue del 48% del peso total y en el grano 52% del peso total, lo cual indica que el porcentaje de cáscara fue mayor y algo inferior al peso del grano ($P \geq 0,05$). Además, el año productivo 2013 presentó los valores más altos del peso del fruto (5,10 g). Sin embargo, en el promedio del diámetro no hubo diferencias en cáscara y grano en ambos años. Santos *et al.* (2013) evaluaron el peso de la masa de otro fruto seco, la nuez Brasil con un promedio de 3,81 g, y el alto y ancho del diámetro con valores de 3,41 y 1,60 cm un poco más bajos a los obtenidos en este estudio. Desafortunadamente no existen trabajos en nuez pecanera para comprar los resultados obtenidos.

Análisis físico-químicos de la cáscara y grano

Los resultados obtenidos en la composición físico-química del año con elevada carga "on" (ciclo 2013) y con poca carga "off" (ci-

Tabla 2. Caracterización física de la cáscara y grano de nuez pecana variedad Western Schley'
Table 2. Physical characterization of the shell and the edible nut in the pecan variety 'Western Schley'

Parámetros	Año productivo "on" (2013)	Año poco productivo "off" (2014)
Peso total de la nuez (g)	5,15* a	4,80 a
Peso cáscara (g)	2,24 dce	2,30 dc
Peso grano (g)	2,86 c	2,50 dc
Diámetro alto cáscara (cm)	3,78 b	3,93 b
Diámetro ancho cáscara (cm)	2,08 de	1,94 de
Diámetro ancho grano (cm)	2,64 dc	2,73 c
Diámetro ancho grano (cm)	1,64 e	1,54 e

En una fila, *medias con distinta letra, son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey con $P < 0,05$.

clo 2014), presentaron diferencias significativas en los parámetros evaluados (Tabla 3). En el grano se mostraron valores altos de energía total, tanto en "on" como en "off", debido al alto contenido de lípidos, lo que significa un porcentaje significativo de la ingesta diaria requerida para una dieta de 2000 cal por día. En relación al contenido de cenizas obtenidas en el grano, éste fue menor en el año "on" y de mayor en el año "off", sin embargo, en la cáscara el contenido de ceniza fue distinto, más elevado en "on" y menor en "off" demostrando ser una buena fuente de compuestos minerales. Mares *et al*. (2012) en estudios similares con pecanas de la variedad 'Wichita' obtuvo en el grano 1,05% de cenizas, siendo un poco más elevados a los obtenidos en el presente estudio, probablemente la diferencia se deba al área geográfica, fertilización o tipo de suelo. Los resultados para proteína, en el año poco productivo "off" fueron mayores y para el año "on", menores en el grano y cáscara respectivamente, sin diferencias significativas. En lípidos, el año productivo "on" (2013) presentó los más altos valores y en el año "off" (2014) los más bajos% en el grano, siendo similares a los resultados obtenidos por Mares *et al*. (2012) en el grano, así como los resultados obtenidos en fibra. Cabe tener en cuenta que la necesidad diaria de fibra en humanos es del 5 al 10% (Salas-Salvado *et al*., 2006). Kris-Etherton *et al*. (1999) mencionaron, que el efecto reductor del colesterol en la ingesta de la nuez es mayor que la estimada a partir del intercambio de ácidos grasos, y que los componentes distintos a los ácidos grasos como la fibra inciden en las enfermedades del corazón. Por su parte, Oro *et al*. (2008) reportaron valores en el grano de 69,4% en lípidos, 7,8% en fibra, 9,9% en proteína y 3,7% en humedad. Estos valores son similares a los obtenidos en este trabajo, sin embargo fueron evaluadas otras variedades ('Barton', 'Shoshone', 'Shawnee', 'Choctaw' y 'Cape Fear') lo que puede explicar las diferencias. Ros (2010) encontró valores en lípidos de 72%, fibra 8,4% y proteína 9,2% en pecanas. En otro estudio de cáscara de la pecana Pinheiro do Prado *et al*. (2013) reportaron valores de fibra 49,73%, humedad 7,95%, proteína 2,21% y lípidos 0,31%. En dicho estudio, las variaciones en los resultados obtenidos, dependieron de la variedad, localidad y año de producción (Shahidi y Miraliakbari, 2005). No obstante, no se han encontrado en la bibliografía datos comparativos entre años de elevada producción con años de baja producción.

Tabla 3. Composición físico-química de la cáscara y grano de la nuez pecana variedad 'Western Schley'
Table 3. Physical-chemical composition of the shell and edible nut in the pecan variety of 'Western Schley'

	Año productivo "on" 2013		Año poco productivo "off" 2014	
	Cáscara	Grano	Cáscara	Grano
Fibra bruta (%)	58,90 a	7,10 cb	57,91 a	6,75 c
Proteína (%)	1,57 cd	8,04 b	1,64 d	9,99 b
Lípidos (%)	0,34 d	64,11 a	0,526 d	58,49 a
Humedad (%)	7,96 b	2,27 cbd	6,55 c	1,70 d
Cenizas (%)	2,32 cbd	1,28 cd	1,98 d	1,40 d
Carbohidratos[1](%)	28,89	17,17	31,36	21,69
Energía (Kcal/g)[2]	128,26	677,88	136,78	653,01

En una fila, medias con distinta letra son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey con $P < 0,05$.

[1] Carbohidratos determinados por diferencia.

[2] (Proteína + carbohidratos) x 5,46.

Por último, es importante destacar que, la pecana es un interesante alimento de origen vegetal, debido a su alto contenido de grasas y proteínas, además, de un bajo porcentaje de carbohidratos, el cual, no obstante, depende de la variedad y del año de producción (Montoya *et al*., 2010). Sin embargo, en estudios anteriores de composición en frutos secos se ha demostrado que poseen importantes cantidades de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados y un alto contenido de energía (Luna y Guerrero-Beltrán, 2013), por lo cual se añade una comparación del contenido nutricional de diferentes frutos secos (Tabla 3). El contenido de energía para *Prunus dulcis* (almendra), *Bertholletia excels* (nuez Brasil), *Arachis hypogaea* (cacahuete), *Anacardium, occidentale* (anacardo), *Corylus avellana* (avellana), *Pistacia vera* (pistacho) y *Junglans regia* (nuez) fueron inferiores a los valores encontrados para la nuez pecana en el presente estudio exceptuando la nuez procedente de *J. regia,* la cual tuvo el contenido de energía incluso superior al de la nuez pecana. Estos datos confirman el alto valor energético que presenta la nuez pecana en comparación con otros frutos secos. En relación a los ácidos grasos, *B. excelsa* y *J. regia* presentaron un alto contenido de grasas con valores similares a los obtenidos en este estudio, sin embargo *P. dulcis, A. hypogaea, A. occidentale, C. avellana, y P. vera* tuvieron un menor contenido que osciló entre el 36 y el 53% (Tabla 4). Por lo tanto, los tres tipos de nueces (*B. excelsa, J. regia y C. illinoinensis*) constituyen un tipo de alimento nutricionalmente más concentrado, por lo que es probable que sea un importante contribuyente a los efectos beneficiosos para la salud, el consumo de frutos secos como la nuez pecana (Ros, 2010).

Contenido de polifenoles fenoles totales

Los compuestos fenólicos, son necesarios en los seres humanos para proteger al organismo del estrés oxidativo y son biodisponibles después del consumo con la capacidad

Tabla 4. Composición físico-química de diferentes frutos secos (%)
Table 4. Physical-chemical composition of different nuts (%)

Frutos secos	Fibra	Carbohidratos	Proteína	Grasa	Humedad	Cenizas	Energía (kcal)	Referencia
Prunus dulcis 	14,26	10,03	27,9	42,9	1,98	3,08	536	Freitas *et al*. (2012)
Bertholletia excelsa 	8,5*	5,69	16,5	65,5	4,19	4,32	653	Queiroga *et al*. (2009) *Ros (2010)
Arachis hypogaea 	14,04	25,21	2,.8	35,5	1,34	0,97	507.4	Luna y Guerrero-Beltrán (2013)
Anacardium occidentale 	3,2	1,4	36,3	49,1	7,2	2,8	592.7	Akinhanmi y Akintokin (2008)
Corylus avellana 	10,4*	20,1	23,3	53,4	7,5*	3,4	653.4	Rezaei *et al*. (2014) *Ros (2010)
Pistacia vera 	9,0*	24,6	24,4	45,6	2,7	2,7	606	Chung *et al*. (2013) *Ros (2010)
Junglans regia 	6,4**	4,86	18,0	68,8	4,1	4,18	711.1	Pereira *et al*. (2008) *Ros (2010)

de proveer una significativa carga antioxidante (Blomhoff *et al*., 2006). Los resultados obtenidos en el contenido de fenoles en el presente estudio mostraron diferencias (P<0.05) más elevadas en el año poco productivo "off" comparado con el año altamente productivo "on" (P<0,05), tanto en grano como en cáscara (Figura 1). En el año poco productivo (2014) se encontraron los valores más altos de ácido gálico (AG) con 167,07 mg AG g^{-1} en la cáscara siendo dos veces más que el grano con 82,41 mg AG g^{-1}. Ambos contenidos fueron significativamente superiores en el año poco productivo (2014) comprando respectivamente los contenidos en cáscara y grano (Figura 1). En el año altamente productivo (2013) se obtuvo un contenido de ácido gálico con 148,43 mg AG g^{-1} tres veces más en la cáscara que en el grano frente a 49,93 mg AG g^{-1}). Estos resultados sugieren que la concentración de compuestos fenólicos fue afectada por el año de producción, siendo superiores en el año poco productivo. Conner y Worley (2000) mencionaron que una tendencia temprana a la sobrecarga dará alternativamente nueces de mala calidad que se producen en el cultivo de un año con carga. Estudios realizados por Villareal-Lozoya *et al*. (2007) en pecanas encontraron que la cáscara contenían de 378 a 633 mg g^{-1} de ácido clorogénico (CAE) cinco veces más compuestos fenólicos que en el grano con 62 a 106 mg CAE g^{-1}. Los resultados encontrados en este trabajo difieren un poco con los encontrados por los autores anteriormente citados, sin embargo, las diferencias pueden estar asociadas a los diferentes métodos de extracción, al manejo del ensayo, así como a las diferentes variedades que se evaluaron. Además, la tendencia de los árboles pecaneros a dar sus frutos en ciclos alternos pueden causar las diferencias en los atributos de las composiciones del contenido de fenoles, como muestran los resultados. En cuanto a la

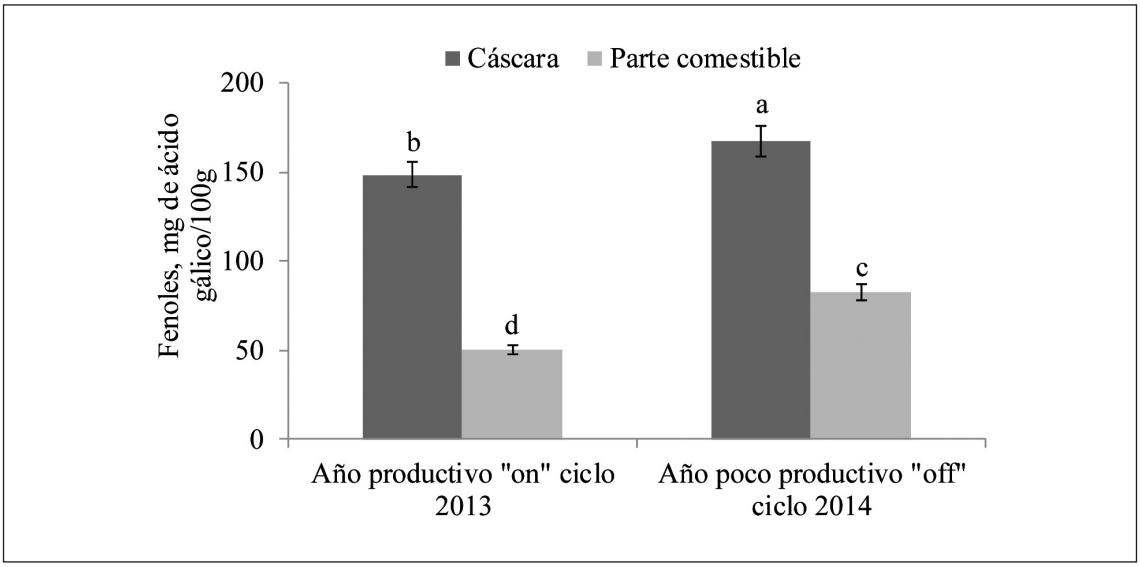


Figura 1. Contenido de fenoles en el año productivo "on" (2013) y año poco productivo "off" (2014), en nuez pecanas de la variedad 'Western Schley'. Letras distintas indican diferencias al P < 0,05.
Figure 1. Content of phenols in the pecan nuts of the variety 'Western Schley' in the year "on" (2013) and "off" (2014).

comparación con los contenidos encontrados en otros frutos secos, cabe mencionar que Pereira *et al*., (2008) evaluaron las propiedades bioactivas de algunas variedades de nogal (Franquette, Lara, Marbot, Marvette, Mellanaise y Parisienne) y mostraron que el contenido de fenoles totales se encontraba en un rango de 58,78 a 95,06 mg g^{-1}, los cuales son similares a los valores encontrados para la nuez pecanera en el presente trabajo.

Contenido de taninos condensados

Los resultados obtenidos respecto al contenido de taninos condensados muestran mayores valores para las cáscaras que para el grano, siendo significativamente mayores para el año poco productivo 2014 (*P*"0,05) (Figura 2). El contenido en catequina (CA) en grano fue muy similar ambos años. Estas diferencias sugieren que la actividad antioxidante se vio afectada por la alternancia de producción. Los estudios realizados por Villareal-Lozoya *et al*. (2007) encontraron valores de 634 mg CA g^{-1} en cáscara muy similares a los de este estudio, no obstante se desconoce si se trata de frutos recolectados en un año de alta o baja producción. En cuanto al contenido en grano, sus valores fueron de 47 a 25 mg AC g^{-1}, algo superiores a los obtenidos en este trabajo, teniendo en cuenta que, además, las variables evaluadas fueron (Kanza, Niacono, Kiowa, Pawnee, Shawnee, Desirable). Por otra parte, Pinheiro do Prado *et al*. (2009a) reportaron que el contenido de taninos condensados en el grano fue de 42,9 a 21,4 mg GAE g^{-1}, y de 38 a 45 mg CE g^{-1} para la cáscara, más bajos a los obtenidos en el presente estudio, probablemente a que ellos utilizaron la infusión de la cáscara y aquí se utilizó el polvo de cáscara. La importancia de los compuestos polifenólicos cono-

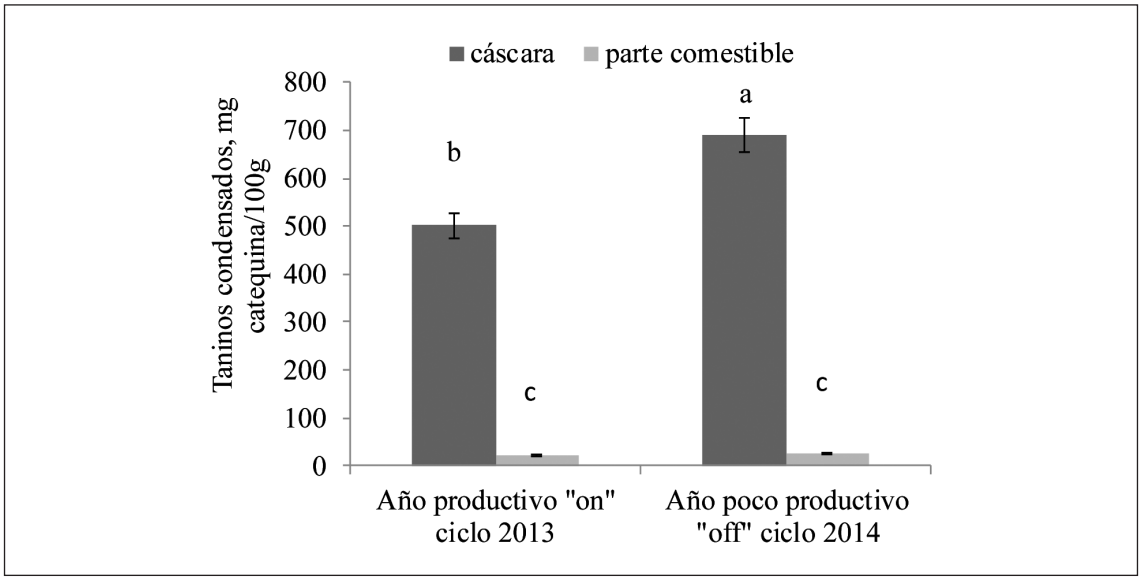


Figura 2. Contenido de taninos condensados en el año productivo "on" (2013) y año poco productivo "off" (2014), en pecanas de la variedad 'Western Schley'. Letras distintas indican diferencia al $P < 0,05$.
Figure 2. Content of condensed tannins in pecan nuts of the variety 'Western Schley' in year "on" (2013) and year "off" (2014).

cidos como taninos condensados, es que poseen estructuras fenólicas que les confieren la característica de formar complejos con proteínas, minerales y otras macromoléculas (Reed, 2010).

Capacidad antioxidante

Los resultados muestran que las nueces pecana son ricas fuentes en antioxidantes (Figura 3). El total de actividad antioxidante de cáscara y grano medida con el radical DPPH (1,1-difenil-1,2-picrihidrazil) fue superior en el año poco productivo 2014 comprado con el año altamente productivo 2013 (P<0,05). En este parámetro, en cambio, se encontraron valores muy similares en las cáscaras ambos años. El año "off" (2014) presentó los mayores valores de actividad antioxidante (Trolox) con 375,09 mg Trolox g^{-1} en la cáscara, y 137,20 mg Trolox g^{-1} en el grano, y el año "on" mostró valores también elevados de 363,34 mg Trolox g^{-1} en la cáscara y 115,39 mg Trolox g^{-1} en el grano. Los resultados indican que las muestras exhiben una potente actividad antioxidante y estos compuestos se encuentran mayormente en la cáscara independientemente del año, con altas concentraciones de taninos condensados, entre los cuales se han identificado monómeros y dímeros de taninos complejos como son la catequina y las galocatequinas (Pinheiro do Prado *et al*., 2014). Sin embargo, el 50% correspondiente a la misma se pierde cuando se elimina como desecho, coincidiendo con otros estudios (Villarreal-Lozoya *et al.*, 2007; Trevizol *et al*., 2011). De la misma manera, Osorio *et al*. (2010) describieron el uso de residuos agro-industriales, como fuentes potenciales de compuestos bioactivos que representan una atractiva alternativa de uso agrícola. La capacidad antioxidante de la cáscara de la pecana por infusión (TEAC) fue evaluada por Pinheiro do Prado *et al.* (2009b)

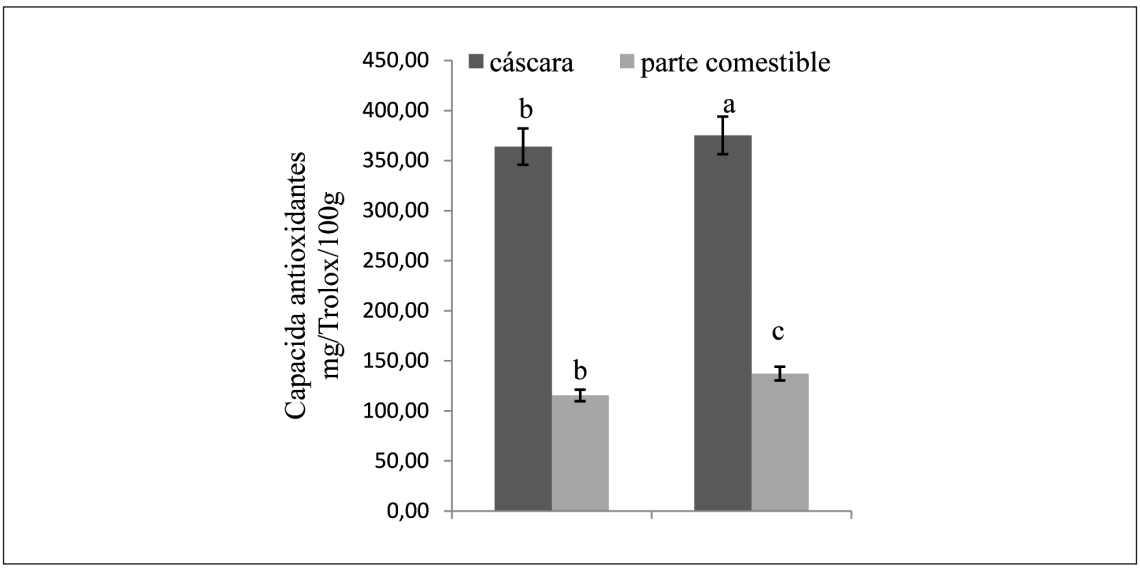


Figura 3. Capacidad antioxidante en el año productivo "on" (2013) y año poco productivo "off" (2014), en pecanas de la variedad 'Western Schley'.
Figure 3. Antioxidant capacity in pecan nuts of the variety 'Western Schley' in year "on" (2013) and the year "off" (2014).

mostrando resultados de 305 a 488 mg TEAC g^{-1}. En otro estudio Yang *et al.* (2009) evaluaron la capacidad antioxidante del grano de diferentes frutos secos y determina que las nueces tenían los valores más altos con 427,0 µmol TEAC g^{-1} seguido de los *Arachis hypogaea* con 81,3 µmol TEAC g^{-1}. De acuerdo a los resultados obtenidos, una gran porción de la capacidad antioxidante fue atribuible al total de compuestos fenólicos, lo que significa que a mayor cantidad de fenoles es más alta la actividad antioxidante. Finalmente el ciclo productivo también afectó significativamente su contenido. Estos resultados sugieren que el consumo de pecanas podrían tener los mismos efectos beneficios para la salud que han presentado ciertas frutas y vegetales, además de su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Padilla *et al*., 2008).

La capacidad antioxidante a través del sistema DPPH presentó correlación con los fenoles, (P<0,05) con un (Figura 4). Esta correlación muestra que la mayoría de las muestras de pecana pueden estar bien representadas por el DPPH, lo cual se respalda por el resultado obtenido. Con similares resultados, Pinheiro do Prado *et al*. (2009b) obtuvieron un coeficiente de correlación de r^2 = 0,9980 en la medición de la cáscara de pecana, lo cual corrobora los resultados de este trabajo. Así mismo, capacidad antioxidante y taninos, lo que indica una alta actividad antioxidante de los subproductos para actuar como antioxidantes.

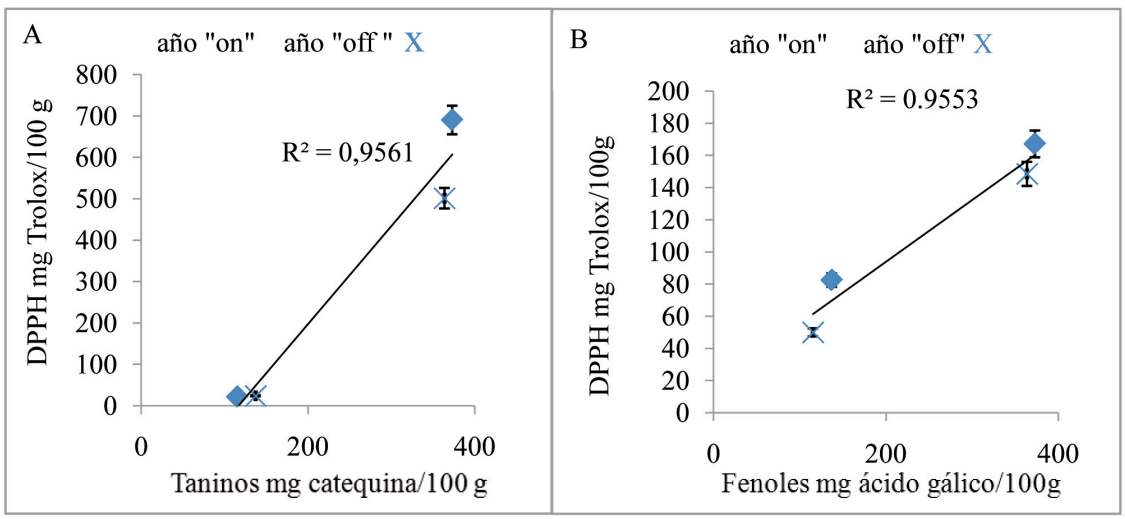


Figura 4. A) Correlación entre la capacidad antioxidante medida en el ensayo de DPPH y el contenido total de fenoles, en el año poco productivo y el año altamente productivo. B) Correlación entre la capacidad antioxidante medida en el ensayo de DPPH y el contenido total de taninos, en el año poco productivo y el año altamente productivo.

Figure 4. A) Correlation between the antioxidant capacity measured in the DPPH test and the total phenol content in pecan nuts of the variety "Western Schely" in the year "on" (2013) and the year "off" (2014). B) Correlation between the antioxidant capacity measured in the DPPH test and the total tannin content in pecan nuts of the variety "Western Schley" in the year "on"(2013) and the year "off"(2014).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo demostraron, que los compuestos presentes en la cáscara y parte comestible del grano de pecana fueron afectados por los ciclos productivos "on" y "off", existiendo diferencias significativas en varios de los parámetros analizados. El año poco productivo (2014) presentó la mayor concentración de compuestos en la cáscara, fenoles y taninos y la mayor capacidad antioxidante. El grano obtenido en año poco productivo es rico como alimento energético y en compuestos bioactivos que le proporcionan un alto valor nutricional. La alta concentración antioxidante en las cáscaras indica que pueden ser utilizadas como materia prima para una aplicación en la industria farmacéutica y alimentaria.

Agradecimientos

Al Conacyt-México por el apoyo otorgando para la realización de la Estancia Postdoctoral de la Dra. María Antonia Flores Córdova. Así mismo, a la MC. Hilda Sáenz Hidalgo por su apoyo prestado en la caracterización físico-química.

Bibliografía

Akinhanmi TF. Akintokin PO (2008). Chemical composition and physicochemical properties of cashew nut (*Anacardium occidentale*) oil and cashew nut shell liquid. Journal of Agricultural Food and Enviromental Sciences 2: 1-10.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC) (2000). Oficial Methods of Analysis (17th). Ed. AOAC International. Guithersbur, MD, EE, UU.

Blomhoff R, Carlsen MH, Frost Andersen L, Jacobs DR (2006). Health benefits of nuts, potential role of antioxidants. British Journal of Nutrition 96: 52-60.

Bolling BW, Oliver ChCY, McKay DL, Blumberg JB (2011) Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. Nutrition Research Reviews 24: 244-275.

Chen C-YO, Blumberg JB (2008). Phytochemical composition of nuts. Asia Pacific Journal Clinical Nutrition 70: 500-503.

Chung KH, Shin KO, Jeong HH, Choi K (2013). Chemical composition of nuts and seeds sold in Korea. Nutrition Research and Practice 7: 82-88.

Conner PJ, Worley RE (2000). Alternate bearing Intensity of pecan cultivars. Hortscience 35(6): 1067-1069.

De la Rosa AL, Parrilla AE, Shahidi F (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of krnels and Shells of Mexican pecan (*Carya illinoinensis*). Journal of Agricultural and Food Chemistry 59: 152.

FDA (2003). Qualified health claims: Letter of enforcement discretion. Nuts and coronary heart disease. Disponible en http://www.fda.gob/Food/IngredientsPackagingLabeling/LabelingNutrition/ucm072926.htm (21 de abril 2015).

Figueroa F (2012). Composición fenólica, lipídica, actividad antioxidante y biodisponibilidad in vitro de 10 genotipos de nueces cultivados en la Región de Murcia. Universidad Católica san Antonio, Facultad de Ciencias de la Salud 1: 37-68.

Freitas JB, Fernandes DC, Czeder LP, Lima JCR, Sousa AGO, Naves MMV (2012). Edible sedes and nuts rown in Brazil as sources of protein for human nutrition. Food and Nutrition Sciences 3: 857-862.

Gu L, Kelm MA, Hammerstone, JF, Beecher G, Holden J, Haytowitz D, Gebhardt S, Prior RL (2004). Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. Journal Nutrition 134: 613-617.

Harnly JM, Doherty RF, Beecher GR., Holden JM, Haytowitz DB, Bhagwat S, Gebhardt S (2006). Flavonoid content of U.S. vegetables, fruits and nuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 9966-9977.

Huetz P, Mavaddat N, Mavri J (2005). Reaction between ellagic acid and an ultimate carcinogen. Journal Chemical Information and Modeling 45: 1564-1570.

Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY (2002). Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of penolics phytochemicals. Journal Agricultural Food Chemistry 50: 3713-3717.

Kornsteiner M, Wagner KH, Elmadfa I (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. Food Chemistry 98: 381-385.

Kris-Etherton PM, Yu-Poth S, Sabate J, Ratcliffe HE, Zhao G, Etherton TD (1999). Nuts and their bioactive constituents: effects on serum lipids and other factors that affect disease risk. The American Journal of Clinical Nutrition 70: 504-511.

Malik NSA, Perez JL, Lombardini L, Cornacchia R, Cisneros-Zevallos L, Braford J (2009) Phenolic compounds and fatty acid composition of organic and conventional grown pecan kernels. Journal of the Science of Food and Agriculture 89: 2207-2213.

Mares ME, Esptia OF, Del Rincon CC, Barboza CE, Bautista JM, Avevedo LG, León MF. Estudio y caracterización molecular de las proteínas de reserva de la nuez (*Carya illinoinensis*). XIV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 25 de Mayo de (2012). Monterrey N.L. pp. 56-59.

Morgan, PE, Sturgess AD, Davies, MJ (2005). Increased levels of serum protein oxidation and correlation with disease activity in systemic lupus erythematosus. Arthritis and Rheumatism 52: 2069-2079.

Montoya LCM, García PTG, Martínez NJY, Vázquez FO, Robles-Ozuna LE (2010). Comportamiento de los ácidos grasos insaturados y vitamina E durante el almacenamiento de nuez (Carya Illinoensis), confitada. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 11: 59-66.

Luna GJJ, Guerrero-Beltrán JA (2013). Caracterización de jamones adicionados con pastas residuales de la extracción mecánica de aceite de frutos secos. Scientia Agropecuaria 4: 77-88.

Oro T, Ogliari PJ, Amboni RDMC, Barrera-Arellano D, Block JM (2008). Evaluación de la calidad durante el almacenamiento de nueces Pecán [*Carya illinoinensis* (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas en diferentes envases. Grasas y Aceites 59: 132-138.

Osorio E, Flores M., Hernández D, Ventura J, Rodríguez R, Aguilar CN (2010). Biological efficiency of polyphenolic extracts from pecan nuts shell (*Carya Illinoensis*), pomegranate husk (*Punica granatum*) and creosote bush leaves (Larrea tridentata Cov.) against plant pathogenic fungi. Industrial Crops and Products 31: 153-157.

Padilla AM, Rincón L, Boud-Rached L (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 58: 303-308.

Pereira JA, Oliveira I, Sousa A, Ferreira ICFR (2008). Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Junglans regia* L.) cultivar. Food and Chemical Toxicology 46: 2103-2111.

Pinheiro do Prado AC, Aragão MA, Fett R, Block JM (2009a). Phenolic compounds and antioxidant activity of pecan [*Carya illinoinensis* (Wangernh.) C. Knoch] Kernel cake extracts. Grasas y Aceites 60(5): 458-459.

Pinheiro do Prado AC, Aragão AM, Fett R, Block JM (2009b). Antioxidant properties of pecannut [*Carya illinoinensis* (Wangenh) C. Koch] shell infusion. Grasas y Aceites 60(4): 330-335.

Pinheiro do Prado, AC, Manion BA, Seetharaman K, Deschaps FC, Barrera AD, Mara BJ (2013). Relationship between antioxidant properties and chemical composition of the oil and the shell of pecan nuts (*Carya illinoinensis* (Wangenh) C. Koch). Industrial Crops and Products 45: 64-73.

Pinheiro do Prado AC, Silvestre da Silva H, Mello da Silveira S, Manique BPL, Werneck VRC, Maraschin M, Salvador FSR, Mara BJ (2014). Effect of the extraction process on the phenolic compounds profile and the antioxidant and antimicrobial activity of extracts of pecan nut (*Carya illinoinensis* (Wanenh) C. Koch) shell. Industrial Crops and Products 52: 552-561.

Price ML, Van Scoyoc S, Butler LG (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum. Journal of Agricultural and Food Chemistry 26: 1214-1218.

Queiroga NV, Bakke OA, Pinto RCM, Singh PB, Letelier JC, Conceicao MM (2009). Brazil nut (*Bertholletia excels*a HBK) seed kernel oil: characterization and thermal stability. Biofar 03: 33-42.

Reed R (2010). Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. Journal of Animal Science 73: 1516-1528.

Rezaei F, Bashshi D, Ghazvini RF, Majd DJ, Porghayouni M (2014). Evaluation of fatty acid content and nutritional properties of selected native and imported hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Iran. Journal of applied Botany and Food Quality 87: 104-107.

Ros E (2010). Health Benefits of Nut consumption. Nutrients 2: 652-682.

Rohla TCh, Smith MW, Maness ON. (2007). A comparison of return bloom and nonstructural carbohydrates, nitrogen, and potassium concentrations in moderate and severe alternate-bearing pecan cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 132(2): 172-177.

SAS (2002). SAS/STAT users guide: Statics, Ver. 9.00. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA. 1503 pp.

Salas-Salvado J, Bullo M, Pérez-Heras A, Ros E (2006). Dietary fibre, nuts and cardiovascular diseases. British Journal of Nutrition 96: 45-51.

Santos OV, Correa NCR, Carvalho Jr RN, Costa CEF, Franca LFF, Lanes SCS (2013). Comparative parameters of the nutritional contribution and functional claims of Brazil nut Kernels, oil and defatted cake. Food Research International 51: 841-847.

Shahidi F, Miraliakbari H (2005). Tree Nut Oils. En Bailey's Industrial Oil and Fat Products (Ed. Shahidi F). 6th Ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, EE. UU.

Singlenton VL, Rossi J (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotunstic acid reagents. American Journal of Enology Viticulture 16: 144-158.

Trevizol F, Benvegnú DM, Barcelos RCS, Pase CS, Seat HJ, Tironi DV, Dolci GS, Boufleur N, Rechziegel P, Burger ME (2011). Comparative study between two animal models of extrapyramidal movement disorders: Prevention and reversion by pecan nut shell aqueous extract. Behavioural Brain Research 221: 13-18.

Urpi-Sarda M, Casas R, Chiva-Blanch G, Romero-Mamani ES, Valderas-Martinez P, Arranz S, Andres-Lacueva C, Llorach R, Medina-Remon A, Lamuela-Raventos RM, Estruch R. (2012). Virgin olive oil and nuts as key foods of the Mediterranean diet effects on inflammatory biomakers related to atherosclerosis. Pharmacological Research 65: 577-583.

Villareal-Lozoya JE, Lombardini L, Cisneros-Zevallos L (2007). Phytochemicalconstituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. Food Chemistry 102: 1241-1249.

Wu XL, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Prior RL (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. Journal Agricultural Food Chemistry 52: 4026-4037.

Yang J, Liu RH, Halim L (2009). Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. Food Science & Technology Lebensmittel-Wissenschaft-Tech 42: 1-8.

(Aceptado para publicación el 8 de febrero de 2016)

Características de la canal y de la carne en la raza caprina Bermeya. Comparación con el Ternasco de Aragón y lechales de la raza Murciano-Granadina

A. Guerrero[1], J.S. Lemes[1,2], M.M. Campo[1], J.L. Olleta[1], E. Muela[1], V.C. Resconi[1], V.M. Guerra[3], F. Assis-Macedo[4] y C. Sañudo[1,*]

[1] Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario (IA2), C/ Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España
[2] Departamento Produção Animal, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Independência, nº 3751, Bairro Vista Alegre, 98300-000 – Palmeira das Missões – RS. Brasil
[3] Asociación de Criadores de cabra Bermeya, ACRIBER, España, Caserío Gromaz, La Borbolla, 33598 Llanes, Asturias, España
[4] Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 49100-000 – SE. Brasil

Resumen

Se ha estudiado la calidad de la raza caprina Bermeya: lechales ligeros (BL) y cabritos pesados de explotación tradicional (BP), que se compararon con productos reconocidos (lechal de la raza Murciano-Granadina (MG) y corderos amparados bajo la IGP Ternasco de Aragón (TA). Los animales fueron criados y sacrificados en condiciones comerciales, y seleccionados por las respectivas Asociaciones de Productores y Consejo Regulador. Los porcentajes de hueso y músculo fueron mayores, y el de grasa inferior, en Bermeya ($P < 0,001$), encontrándose, igualmente, diferencias en la composición química de la carne. Los animales bermeyos presentaron valores de pH superiores ($P < 0,001$) a los de MG o TA. Los BP presentaron un índice de rojo y croma mayor respecto a BL. Tanto el tipo de animal como el tiempo de maduración afectaron significativamente a la textura. Así, MG mostró el mayor valor al 20% de compresión (C20) a 2 días de maduración ($P < 0,001$) y el TA los menores al 80% de compresión (C80) en todos los tiempos de maduración ($P < 0,001$). Se observaron diferencias significativas en casi todos los ácidos grasos analizados y en la intensidad de olor a especie ($P < 0,05$), terneza, jugosidad e intensidad de flavor a especie ($P < 0,001$), valoradas por un panel entrenado. En aceptabilidad global y de la terneza (consumidores), BL presentaron puntuaciones superiores ($P < 0,001$) a BP, aunque inferiores a las de los productos de referencia. Los resultados obtenidos sugieren, no obstante, una buena aceptación de los productos de la raza Bermeya y un cierto grado de diferenciación con los productos con los que han sido comparados.

Palabras clave: Cordero ligero, calidad carne, ácidos grasos, perfil sensorial, consumidores.

Abstract

Carcass and meat characteristics from commercial products of Bermeya goat breed. A comparative study in relation with Ternasco de Aragón light lamb and Murciano-Granadina kids

Meat quality characteristics from Bermeya goat breed were studied. Light suckling kids (*n = 12*) and heavy kids from the traditional production system (n = 10) were compared with reference products from the

* Autor para correspondencia: csanudo@unizar.es
http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.017

Spanish market (suckling kids from Murciano-Granadina breed (MG); n = 12 and light lamb included in the Ternasco de Aragón Protected Geographic Indication (TA); n = 12). Animals were reared and slaughtered under commercial conditions, and selected from the respective Breeder Associations. Bermeya carcasses showed greater percentage of bone and muscle ($P < 0.001$), and lower percentage of fat in comparison with the other types, differing also in the chemical meat composition. pH values were higher in both Bermeya breed types than in MG and TA. Redness and Chroma increased with age in the Bermeya breed. Both type of animal and ageing affected textural variables. Murciano-Granadina meat showed the highest value of compression at 20% (C20) at 2 days of ageing ($P < 0.001$) and TA the smallest at 80% of compression rate (C80) at all the ageing times analyzed ($P < 0.001$). Differences between commercial types were observed both in most fatty acids and in the intensity of species odor ($P < 0.05$), tenderness, juiciness and specie flavour ($P < 0.001$) evaluated by trained panelists. A higher tenderness and overall acceptability scores were given by consumers to light Bermeya in comparison with heavy Bermeya kids ($P < 0.001$), and both were lower than those of the reference products. Results suggest a good acceptability and certain degree of differentiation from Bermeya breed products with respect to those compared with.

Key words: Light lamb, meat quality, fatty acids, sensory profile, consumers.

Introducción

La raza caprina Bermeya es autóctona de Asturias, constituyendo hasta mediados del siglo XX la población caprina más importante de la rama occidental de la Cornisa Cantábrica española (Figueroa *et al.,* 2003). Actualmente cuenta con un censo de unas 3.000 cabezas (Asociación de Criadores de la raza Bermeya-ACRIBER), localizadas fundamentalmente en su comunidad de origen (Asturias), formando parte del grupo de razas en peligro de extinción del Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España (BOE, 2009).

La aptitud de la cabra Bermeya es doble (carne y leche), siendo la leche un producto secundario con el que se elaboran diversos quesos tradicionales (Cabrales o Gamonedo) fundamentalmente en los rebaños del área de influencia del Parque Nacional de los Picos de Europa (Figueroa *et al.,* 2003). Esta raza, a pesar de encontrarse bien adaptada y haber demostrado una excepcional rusticidad al criarse en regiones montañosas de condiciones orográficas difíciles, se ve afectada en su conservación y expansión por diversos factores humanos y sociales, fundamentalmente debidos al reducido número de explotaciones existentes, a la dimensión de las mismas, así como a la competencia que sufre por parte de otros genotipos existentes en la zona (Figueroa *et al.,* 2003). Los sistemas de producción utilizados con la raza Bermeya son de tipo tradicional, en los que el ganado caprino tiene un claro papel ecológico-medio ambiental, por su labor de limpieza del monte cuando las densidades de pastoreo son las adecuadas y de conservación de la biodiversidad (García *et al.,* 2012). La cría tradicional de cabritos de raza Bermeya está basada en pastoreo extensivo donde los animales son sacrificados o bien como lechales, a la edad aproximada de 3-4 meses con un peso canal de unos 8-10 kg, o más pesados, a la edad de 5-10 meses, castrados y con pesos de canal de 10-12 kg hasta 15-18 kg, en función de la alimentación disponible en los pastos, de las peculiaridades de cada ganadero y de la demanda puntual de su carne para la hostelería (Esteban, 2008).

Actualmente, el desarrollo y demanda por parte del consumidor de productos locales (ya sean quesos o carne), bajo el amparo de distintas marcas regionales, están aumentando, así como el valor económico agregado de dichos productos. Por tanto, el desarrollo de marcas de calidad en carne fresca reclama la

existencia de trabajos en los que se tipifiquen dichos productos, analizando su posible variabilidad y calidad, en comparación con otros ya consolidados en el mercado (Martínez-Cerezo *et al*., 2005; Bonvillani *et al.,* 2010).

Por todo esto, el objetivo fundamental de este trabajo ha sido el estudio de la calidad de la canal y de la carne de los dos tipos comerciales principales existentes en la raza Bermeya (lechal ligero y animales de pasto pesados), comparando estos productos con otros que están reconocidos dentro del mercado nacional de carne de los pequeños rumiantes; como serían lechales de la raza Murciano-Granadina, raza caprina más extendida en España (Zurita-Herrera *et al.,* 2011), o el "Ternasco de Aragón", producto ovino cuyo reconocimiento de calidad se encuentra amparado bajo una Indicación Geográfica Protegida. Con todo ello, este trabajo puede sentar las bases de la calidad de la carne que permitan dar, si es posible, a los productos locales un valor añadido, manteniendo la diversificación de la producción caprina en Asturias y, en definitiva, aumentar las posibilidades de conservación de la raza Bermeya.

Material y métodos

Animales y diseño experimental

Se utilizaron 46 animales, machos, pertenecientes a las razas caprinas Bermeya (n = 22) y Murciano Granadina (n = 12), así como a la raza ovina Rasa Aragonesa (n = 12) dentro de la Indicación Geográfica Protegida Ternasco de Aragón. Todos los animales fueron criados en condiciones comerciales y fueron seleccionados, para ser representativos de su correspondiente tipo de producto según los estándares locales y el correspondiente pliego de condiciones en el caso del tipo ovino, por personal técnico de la Asociación correspondiente: ACRIBER, CAPRIGRAN (Asociación de Criadores de raza Murciano-Granadina, Granada) y Grupo Pastores en el caso del Ternasco de Aragón.

La cabra de raza Bermeya es un animal tremendamente rústico y adaptado a las condiciones orográficas, nada fáciles, del Principado de Asturias. Estas condiciones determinan en gran medida su manejo siendo, en la mayoría de los casos, rebaños que pasan la mayor parte del año en completa libertad por los diferentes montes de la región, a excepción del periodo de tiempo comprendido entre diciembre y marzo. Si bien últimamente existe un mayor control de los animales debido a la presencia de un elevado número de lobos, lo que en ocasiones ha conducido en cambios en el manejo de los animales encerrándolos todos los días o trasladándolos a pastos más cercanos a las explotaciones donde la presencia del lobo es menos abundante. En cualquier caso, en muy raras ocasiones se suministra a las madres complemento en forma de pienso, siendo más frecuente el suministro de paja. Durante el invierno se produce la paridera y se amamantan los cabritos antes de salir sus madres a pastar y cuando éstas vuelven al atardecer a las explotaciones.

Los animales comerciales de raza Bermeya fueron sacrificados con dos pesos-edades y sistemas de producción diferentes: 12 de ellos pertenecían al tipo lechal (Bermeya ligera, BL), siendo sacrificados con 2,5-3 meses de edad, y 10 animales castrados del tipo Bermeya pesada (BP) sacrificados con 8-10 meses (Tabla 1). Los cabritos bermeyos fueron alimentados con leche materna y, en el caso de los de más edad, pastos vecinales de los municipios situados en el este de Asturias, en la comarca de Cangas de Onís, dentro de la zona sur de influencia de los Picos de Europa (Esteban, 2008; Álvarez, 2008). En el presente estudio, en ningún momento se suministró a los animales pienso o complemento alguno, de acuerdo al manejo y costumbres tradicionales en origen.

Tabla 1. Características de la canal, pH y composición química del músculo *Longissimus thoracis* de cabritos comerciales de raza Bermeya sacrificados a dos pesos, respecto a dos tipos comerciales de referencia[1]

Table 1. Carcass characteristics, pH and chemical composition from Longissimus thoracis *muscle of commercial Bermeya kids slaughtered at light (BL) and heavy weight (BP), and two commercial small ruminant types*

	BL	BP	MG	TA	Sig.
Peso canal fría, kg	7,01 ± 1,86 b	10,52 ± 1,50 a	5,64 ± 0,71 c	10,79 ± 0,64 a	***
Longitud externa canal, cm	44,68 ± 2,81 b	53,05 ± 3,02 a	39,80 ± 1,37 c	52,00 ± 1,35 a	***
Compacidad canal[2], kg/cm	0,15 ± 0,33 c	0,19 ± 0,02 b	0,14 ± 0,15 d	0,21 ± 0,01 a	***
Composición tisular[3],%					
Músculo	69,71 ± 1,72 a	69,17 ± 2,52 a	64,62 ± 1,94 b	62,65 ± 1,82 c	***
Grasa subcutánea	1,04 ± 0,71 b	2,26 ± 1,91 b	2,14 ± 0,91 b	5,68 ± 1,74 a	***
Grasa intermuscular	4,27 ± 2,12 b	4,53± 2,08 b	10,57 ± 1,95 a	9,72 ± 1,34 a	***
Grasa total	5,31 ± 2,75 c	6,80 ± 3,51 c	12,71 ± 2,59 b	15,40 ± 1,88 a	***
Hueso	24,99 ± 1,77 a	24,03 ± 1,83 ab	22,68 ± 1,60 bc	21,96 ± 1,33 c	***
pH 48 h	5,98 ± 0,30 a	5,95 ± 0,14 a	5,67 ± 0,16 b	5,59 ± 0,03 b	***
Composición química, %					
Humedad	77,86 ± 0,88 a	75,76 ± 1,94 b	75,45 ± 1,14 b	75,65 ± 1,77 b	***
Proteína	17,14 ± 2.11 b	18,86 ± 1,43 a	18,84 ± 1,64 a	17,30 ± 0,66 b	**
Grasa	1,92 ± 0,80 b	2,80 ± 1,88 b	7,49 ± 4,06 a	3,62 ± 1,86 b	***
Cenizas	1,06 ± 0,11 b	1,11 ± 0,07 b	1,37 ± 0,13 a	1,04 ± 0,04 b	***

[1] BL: Bermeya ligera, BP: Bermeya pesada, MG: Murciano-Granadina (lechal, ligera), TA: Ternasco de Aragón IGP (ovino).

[2] Peso canal fría/longitud externa canal.

[3] Procedente de la disección de la espalda izquierda.

Distintas letras en una fila indican diferencias ($P < 0,05$).

Como producto de referencia, para las canales ligeras se utilizaron 12 lechales de lactancia natural de la raza Murciano-Granadina, así como 12 corderos de raza Rasa Aragonesa, amparados bajo la IGP "Ternasco de Aragón", presentando un peso de canal similar al del cabrito tradicional bermeyo y criados de acuerdo al pliego de condiciones prescrito en dicha Indicación Geográfica Protegida, incluyendo pienso y paja a voluntad hasta el sacrificio (MAGRAMA, 2014). Cuando los animales alcanzaron sus correspondientes pesos comerciales, fueron sacrificados en mataderos homologados por la Unión Europea próximos a las explotaciones de origen, faenándose siguiendo la normativa correspondiente sobre protección de animales en el momento del sacrificio. El sacrificio de los animales de raza Bermeya se realizó en Margolles, Asturias, el de la Murciano-Granadina en Granada y el del "Ternasco de Aragón" en Zaragoza.

Muestreo y análisis laboratoriales

A las 24 horas post-sacrificio todas las canales fueron transportadas en condiciones de refrigeración al laboratorio de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, donde se obtuvo el peso canal fría. Sobre la canal se midió su longitud externa, con la que se calculó su índice de compacidad (peso canal fría/longitud canal).

De cada animal se retiró la espalda izquierda, siguiendo la metodología descrita por Colomer *et al.* (1988). Estas se envasaron al vacío y se conservaron en congelación (-18 ºC) hasta su disección, con la que se evaluó la composición porcentual de músculo, grasa subcutánea, grasa intermuscular, hueso y otros (grandes vasos, tendones y el ganglio pre-escapular).

Además, se extrajeron ambos músculos *Longissimus thoracis* y *lumborum* (LTL), midiéndose el pH en la zona craneal mediante un pHmétro portátil CRISON provisto de un electrodo de penetración.

La distribución de muestras para los posteriores análisis laboratoriales fue la siguiente: la porción torácica del LTL derecho se destinó para los análisis de textura (T3-T13) y el resto (T13-L6), para realizar el estudio de consumidores. La porción torácica del LTL izquierdo se destinó para el análisis de ácidos grasos y composición química, y el resto para análisis sensorial mediante panel entrenado. Todas las muestras fueron envasadas al vacío. Las muestras para el análisis de ácidos grasos y composición química se congelaron inmediatamente, y el resto fueron refrigeradas a 4 ºC hasta que completaron el tiempo de maduración post-sacrificio correspondiente (4 días para los análisis sensoriales, panel entrenado y consumidores, y 2, 4, 8 y 12 días en las respectivas sub-muestras utilizadas para evaluar la textura), momento en el que fueron congeladas (-18 ºC) hasta su análisis posterior.

La composición química fue realizada de acuerdo a los siguientes métodos oficiales: humedad (ISO-R-1442. ISO, 1997), proteína (ISO-R-937 ISO, 1978), grasa (ISO-R-1443. ISO, 1973) y cenizas (ISO-R-936. ISO, 1998).

El color se evaluó en el corte realizado en el LTL izquierdo a la altura de la T13. Tras diez minutos de exposición al oxígeno, se midió con un colorímetro CR-200 (Minolta, ángulo de visión 2º, iluminante D65), realizando tres medidas por muestra, con las que se determinaron las variables del sistema CIELab: luminosidad (L*), índice de rojo (a*) e índice de amarillo (b*), calculándose posteriormente el tono (Hº) y croma (C*) de la carne.

La textura se valoró mediante la utilización del equipo Instron 4301 (Instron Limited Corporation, High Wycombe, Reino Unido), en el que se instaló una célula de compresión (Lepetit y Culioli, 1994). Para ello, tras la descongelación en condiciones de refrigeración, cada muestra fue dividida en prismas rectangulares de 1 cm^2 de sección siguiendo el eje paralelo a la fibras musculares, evaluándose la fuerza necesaria (N/cm^2) para comprimir la muestra el 20% o al 80% de dicha sección.

La extracción de la grasa intramuscular se realizó tras descongelación de acuerdo a la técnica de Bligh y Dyer (1959), seguido de una metilación con KOH en metanol. La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante cromatografía de gases, utilizando un cromatógrafo HP 6890 de columna capilar SP 2380 (100 m x 0,25 mm x 0,20 µm) y nitrógeno como gas portador (Carrillho *et al.,* 2009).

Análisis sensorial

El análisis sensorial con panel entrenado se llevó a cabo en cabinas normalizadas con luz roja mediante un panel compuesto por nueve personas seleccionadas y entrenadas para realizar dichas evaluaciones (UNE-EN ISO 8586-2. 2009). Las muestras se descongelaron en condiciones de refrigeración durante 24 horas y posteriormente fueron cocinadas en un

grill de doble placa precalentado a 200 ºC, sin ningún tipo de aditivo, hasta alcanzar una temperatura interna de 70 ºC. Una vez que las muestras fueron cortadas en prismas cúbicos de unos 2 cm^2 de sección, etiquetadas y distribuidas, los panelistas evaluaron en cada una de ellas doce atributos (olor a especie, olor a grasa, terneza, jugosidad, fibrosidad, untuosidad, flavor a especie, flavor metálico, flavor grasa, flavor lácteo, flavor ácido y flavor picante), más una nota de aceptabilidad global, mediante una escala semiestructurada de 10 cm desde: nada intenso, tierno, jugoso o fibroso (según atributo) a extremadamente intenso, tierno, jugoso o fibroso, respectivamente. Estos descriptores fueron decididos por el propio panel en una sesión previa de entrenamiento con carne equivalente a la posteriormente utilizada en el estudio. El diseño fue equilibrado por bloques completos, constando de 4 sesiones, 3 platos por sesión y 4 muestras, una de cada tipo comercial, por plato.

El análisis de consumidores se realizó bajo condiciones controladas en sala con luz blanca, en 10 sesiones, en las que participaron un total de 100 personas de entre 25 y 74 años de edad: 45% de hombres y un 55% de mujeres; un 7% tenía menos de 25 años, el 46% entre 26 y 45, el 36% entre 46 y 65 y el 11% tenía más de 65 años. Para la preparación culinaria de las muestras se siguió el procedimiento anteriormente descrito. Cada consumidor evaluó, en presentación individual, una muestra de cada uno de los cuatro tipos de animales. Para evitar posibles efectos de unas muestras sobre otras, éstas se evaluaron en distinto orden para cada consumidor (Macfie *et al.,* 1989), siguiendo un diseño de bloques completos. Se evaluó en cada muestra la aceptabilidad de la terneza, del sabor, así como su aceptación general, mediante una escala hedónica estructurada de 9 puntos, que variaba desde 1 (me desagrada extremadamente) a 9 (me gusta extremadamente), en la que se eliminó el punto medio.

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v19.0 para ver el efecto del tipo de animal sobre las variables estudiadas mediante un análisis de varianza (GLM). En el análisis sensorial, un primer GLM fue realizado con el panelista como efecto fijo, además de la sesión y del tipo de animal, para analizar el consenso en las valoraciones. Posteriormente, se analizó el efecto tipo de animal en un segundo análisis además del plato (sesión). En el test de consumidores se utilizó un modelo mixto, donde además del tipo de animal como efecto fijo, se consideró al consumidor como aleatorio. En los análisis de textura, se utilizó un GLM considerando como efectos fijos tanto el tipo de animal como el tiempo de maduración, junto con su posible interacción en dichas variables. Cuando el tipo de animal fue un efecto significativo, las diferencias entre medias se evaluaron mediante el test de Duncan (P<0,05). Los resultados se presentan como medias de cada grupo, así como sus desviaciones típicas.

Resultados y discusión

Calidad de la canal

La Tabla 1 refleja el peso canal e índice de compacidad de los diferentes tipos de animales. Como era esperable debido a las diferencias de peso vivo, edad, raza y especie, hubo diferencias (P < 0,001) en dichas variables, presentando los lechales de la raza caprina Murciano-Granadina los valores más bajos. A pesar de no encontrarse diferencias entre el peso canal de los cabritos bermeyos pesados y el Ternasco de Aragón, este último presentó un índice de compacidad superior (P < 0,001). Las diversas medidas morfológicas tomadas (datos no mostrados) reflejan que las medidas longitudinales fueron superiores

para la especie caprina, mientras que las medidas transversales fueron superiores para la especie ovina, como ya observaran Sañudo *et al.* (2012) al comparar varias razas caprinas de lechales y una ovina (Churra), implicando una mayor compacidad de la canal y de la pierna en las canales de cordero y, por lo tanto, una mejor conformación. Los cabritos bermeyos pesados presentaron valores superiores que los cabritos bermeyos ligeros, resultado esperable ya que la compacidad aumenta con la edad y el peso (Sañudo *et al*., 1993).

La Tabla 1 igualmente recoge los resultados sobre la composición tisular de la espalda, que sería representativa de la composición global de la canal (Vergara, 2005). Se encontraron diferencias ($P < 0,001$) entre los tipos de animales estudiados en todos los tejidos, siendo mayor los porcentajes de hueso y de músculo en la raza Bermeya e inferior el de grasa total, respecto a los dos tipos de referencia comerciales (MG y TA), lo que demuestra una aceptable vocación carnicera en dicha raza y las particularidades de deposición de la grasa en las razas caprinas, especialmente cuando la aptitud no es lechera y en sistemas no intensificados. Sin embargo, entre los animales bermeyos, las diferencias no fueron significativas, a pesar de las diferencias de edad. Al comparar con los animales de referencia, las diferencias pueden ser atribuibles a la mayor ingestión energética de los lechales de la raza Murciano-Granadina por la mayor disponibilidad de leche, y a que la especie caprina, en comparación con la ovina, presenta una menor cantidad de grasa en la canal, al depositar una mayor cantidad de este tejido en la región abdominal (Sen *et al.,* 2004).

Calidad instrumental de la carne

En relación al pH final medido a las 48 horas (Tabla 1), ambos tipos de la raza Bermeya presentaron unos valores más altos ($P < 0,001$) que los otros dos grupos de referencia, siendo igualmente superiores al rango de pH descrito por Sañudo *et al.* (2012) entre cinco razas caprinas que osciló entre 5,76-5,84. En dicho trabajo, como en el presente, la animales de la especie ovina presentaron un pH normal, cercano al 5,5, lo que refuerza la idea de que la especie caprina es más susceptible al estrés (Sañudo, 2008). En la Tabla 1 se muestran los resultados de la composición química del músculo LTL. Se encontraron diferencias ($P < 0,001$) en el porcentaje de humedad y grasa, así como en el de proteína y cenizas ($P < 0,01$). En relación a los dos tipos bermeyos, los animales pesados presentaron un porcentaje inferior de humedad y superior de proteína respecto a los ligeros. Al comparar estos resultados con los de los tipos de referencia, se observó que mostraron un porcentaje inferior de grasa y cenizas respecto a la Murciano-Granadina y, de hecho, igualmente inferior al descrito en otras razas caprinas con peso canal comparable, los cuales oscilaron entre el 3,1 y 5,7 (Dhanda *et al.,* 2003; Sen *et al.,* 2004). Santos *et al.* (2008), al comparar características de caprinos con ovinos sacrificados con grado de madurez similar, encontraron un mayor porcentaje de humedad y menor de grasa en la especie caprina respecto a la ovina, dato que exclusivamente concuerda con los del presente trabajo al comparar la humedad de la carne de raza Bermeya (ligera) con la del Ternasco de Aragón. Los lechales de Murciano-Granadina presentaron los mayores porcentajes de grasa, lo que estaría probablemente asociado a una abundante dieta láctea y manejo intensivo.

En relación al color, tal y como refleja la Tabla 2, los valores de luminosidad no fueron diferentes dentro de los dos tipos de animales de raza Bermeya, presentando una carne ligeramente más oscura que los cabritos de raza Murciano-Granadina ($P < 0,001$), lo cual podría estar en parte relacionado con sus superiores valores de pH. El tono (H°) tampoco varió entre ambos tipos, siendo los lechales murciano-granadinos los que presentaron un

Tabla 2. Color de la carne de cabritos comerciales de raza Bermeya sacrificados a dos pesos, respecto a dos tipos comerciales de referencia[1]
Table 2. Meat colour of Bermeya commercial kids slaughtered at two different weights compared with two commercial small ruminant types

	BL	BP	MG	TA	Sig.
Luminosidad (L*)	43,51 ± 2,91 bc	43,21 ± 2,91 c	52,82 ± 3,48 a	45,77 ± 0,96 b	***
Índice de rojo (a*)	11,82 ± 2,09 b	16,19 ± 1,94 a	10,53 ± 1,63 b	16,30 ± 0,94 a	***
Índice de amarillo (b*)	4,09 ± 1,43	4,55 ± 1,09	4,93 ± 0,71	4,77 ± 0,26	ns
Croma (C*)	12,54 ± 2,37 b	16,82 ± 2,14 a	11,68 ± 1,40 b	16,99 ± 0,94 a	***
Tono (Hº)	18,68 ± 4,12 b	15,56 ± 2,04 b	25,53 ± 5,34 a	16,32 ± 0,89 b	***

[1] BL: Bermeya ligera, BP: Bermeya pesada, MG: Murciano-Granadina (lechal, ligera), TA: Ternasco de Aragón IGP (ovino).

Distintas letras en una fila indican diferencias ($P < 0,05$).

valor superior a los demás grupos ($P < 0,001$), coincidiendo con lo descrito en esta misma raza por Sañudo *et al*. (2012). Otros estudios sobre ganado caprino (Dhanda *et al.,* 2003) han mostrado diferencias en las variables de color (a*, b*) entre diferentes razas caprinas. Sin embargo, en el presente trabajo, el índice de rojo varió dependiendo del tipo de animal estudiado ($P < 0,001$), ya que los animales más jóvenes y que sólo se alimentaron con leche, ya sean de raza Bermeya (tipo ligero) o Murciano-Granadina, presentaron unos valores inferiores a los animales de raza Bermeya pesados y Ternasco de Aragón. Este hecho está ligado al sistema de alimentación, ya que a* se asocia con la disponibilidad del hierro, y por lo tanto con la presencia de mioglobina, siendo ésta baja en animales jóvenes y en dietas lecheras (Sañudo *et al.,* 1997, 2012). No hubo diferencias en el índice de amarillo, cuyos valores fueron similares a los encontrados en otros estudios (Sañudo, 2008; Sañudo *et al.,* 2012).

Tanto el tipo de animal como el tiempo de maduración afectaron a la textura de la carne medida por compresión ($P < 0,001$), y la interacción entre ambos factores afectó a la compresión al 20% ($P < 0,001$). Tal y como se recoge en la Tabla 3, las medidas al 20% de la compresión, relacionadas con el componente miofibrilar, no fueron diferentes ni entre los dos tipos de animales bermeyos (ligeros y pesados), ni a lo largo de la maduración en estos dos tipos de la raza Bermeya. En relación a los tipos comerciales de referencia, los bermeyos presentaron unos resultados similares al Ternasco de Aragón y menores, sólo en la maduración a 2 días ($P < 0,001$), a los obtenidos en la raza Murciano-Granadina. En cualquier caso, estos resultados evidencian una posible maduración precoz en la carne de la raza Bermeya, o su limitada capacidad de ablandamiento después de dos días de maduración, independientemente de la edad de sacrificio, que debería ser estudiada con mayor profundidad, una vez considerado el posible efecto del pH, superior en la carne de los animales bermeyos. En relación a los valores al 80% de compresión, que están más relacionados con el tejido conectivo (Campo *et al.,* 2000), se observa como el tipo bermeyo pesado obtuvo valores inferiores que el ligero sólo durante los cuatro primeros días de maduración e intermedios a

Tabla 3. Textura del músculo *Longissimus thoracis* a lo largo de la maduración en cabritos comerciales de raza Bermeya sacrificados a dos pesos, respecto a dos tipos comerciales de referencia[1]
Table 3. Texture of Longissimus thoracis *muscle thought ageing of Bermeya commercial kids slaughtered at two different weights and compared with two commercial small ruminant types*

	BL	BP	MG	TA	Sig.
Compresión al 20%					
2 d	7,27 ± 2,41 b	6,89 ± 2,48 b	16,14 ± 4,32 a,x	9,30 ± 2,53 b,x	***
4 d	8,03 ± 4,55	5,99 ± 2,87	7,74 ± 3,26 y	5,74 ± 1,26 y	ns
8 d	6,60 ± 2,06	6,73 ± 1,46	6,73 ± 2,63 y	5,52 ± 1,00 y	ns
12 d	7,43 ± 3,27	6,83 ± 2,09	6,76 ± 2,84 y	5,40 ± 0,96 y	ns
Sig.	ns	ns	***	***	
Compresión al 80%					
2 d	63,94 ± 14,87 a	46,80 ± 16,31 b,y	57,72 ± 15,59 ab,z	31,67 ± 8,17 c,y	***
4 d	65,50 ± 12,11 a	48,61 ± 15,67 b,y	67,90 ± 19,39 a,yz	31,54 ± 8,60 c,y	***
8 d	74,30 ± 12,78 a	73,21 ± 19,16 a,x	80,49 ± 11,04 a,xy	38,27 ± 12,24 b,xy	***
12 d	75,61 ± 16,43 a	71,33 ± 11,67 a,x	81,44 ± 14,02 a,x	43,63 ± 10,24 b,x	***
Sig.	ns	***	***	*	

[1] BL: Bermeya ligera, BP: Bermeya pesada, MG: Murciano-Granadina (lechal, ligera), TA: Ternasco de Aragón IGP (ovino).

a,b: indican diferencias en una fila ($P < 0,05$).

x,y: indican diferencias en una columna ($P < 0,05$).

los dos productos de referencia (MG y TA). Igualmente se observa que dichos valores experimentan un inesperable y no fácil de explicar, incremento a lo largo de la maduración, especialmente entre los días 4 y 8, lo que podría ser debido a alteraciones de la estructura muscular con incremento de la densidad del tejido conjuntivo en la muestra a analizar. La mayoría de las comparaciones entre razas y especies están basadas en datos obtenidos en la fuerza de corte/cizallamiento, donde estos dos componentes previamente descritos interactúan juntos, siendo los resultados de la bibliografía poco homogéneos. Autores como Sen *et al.* (2004) describieron que la carne de ovino es más tierna que la de procedente de la especie caprina, asociando estas diferencias a la variación en el contenido en colágeno, grasa y composición de la fibra muscular entre especies. En cambio, otros como Santos *et al.* (2008) obtuvieron resultados contrarios, siendo mayor la fuerza de corte necesaria para ovinos que para caprinos de la misma precocidad, asociando este hecho a las diferencias en tamaño de la canal, cantidad de grasa subcutánea y la velocidad de enfriamiento de la canal. En relación a los resultados obtenidos en el presente estudio se observa como la maduración produjo más variación en las características de la carne de los tipos de referencia que en la de los animales bermeyos.

Ácidos grasos

En la Tabla 4 se muestra la composición en ácidos grasos del músculo, expresados como % del total de ácidos grasos, siendo los predominantes en la especie caprina C16:0, C18:0 y C18:1 *n*-9 como refleja éste y otros trabajos (Dhanda *et al.*, 2003; Horcada *et al.,* 2012; 2014). Se observan, en general, diferencias importantes entre los tipos comerciales comparados en casi todos los ácidos grasos analizados, excepto C20:2 *n-6*, C20:3 *n-6* y C22:0. De esta manera, ácidos grasos relacionados directamente (C12:0) o indirectamente (C14:0) con la ingesta de leche aparecen en mayor proporción en aquellos animales más jóvenes que están tomando una dieta láctea. A pesar de no haber diferencias entre los cabritos de raza Bermeya entre sí en el porcentaje de C16:0, los porcentajes fueron menores que en los otros dos tipos estudiados ($P < 0,01$). Sí se observaron diferencias en el porcentaje de C18:0, donde el Bermeyo pesado tuvo valores superiores al resto de animales ($P < 0,001$), quizás como consecuencia de su mayor edad de sacrificio. Sin embargo, no se mostraron diferencias en los niveles totales de ácidos grasos saturados entre los tipos estudiados. De acuerdo con las comparaciones entre diversas razas caprinas realizadas por Horcada *et al.* (2012, 2014), el perfil lipídico de razas lecheras es más similar al perfil que presentan los ovinos que al de las razas caprinas de aptitud cárnica, resultado que concuerda en un importante número de ácidos grasos hallados en el presente estudio.

Por contra, aparecieron diferencias en el porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados ($P < 0,001$), presentado los cabritos bermeyos de ambos pesos niveles claramente inferiores al cabrito Murciano-Granadino y, especialmente, al Ternasco de Aragón, debido fundamentalmente a su menor porcentaje de C18:1 *n*-9. La alimentación que reciben los animales (y las madres) podría haber afectado a este menor contenido en C18:1 *n*-9. No obstante, los cabritos de raza Bermeya presentaron un mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente los de peso ligero ($P < 0,001$), por el mayor porcentaje de ácidos grasos *n*-6, debido al mayor contenido en C18:2 *n*-6 y C20:4 *n*-6. También se observa un mayor porcentaje de ácidos grasos *n*-3 ($P < 0,001$) en los cabritos bermeyos, mayor en el ligero que en el pesado, pero significativamente superiores al resto de animales estudiados. Esto podría ser reflejo del pastoreo de estos animales y/o de sus madres, lo que provocó una mayor incorporación de C18:3 *n*-3, característico del forraje (Valvo *et al.*, 2003), a diferencia de los resultados hallados en la raza Murciano-Granadino y el Ternasco de Aragón, cuya alimentación se basa, fundamentalmente, en cereales. Esto produce un cociente poliinsaturados/saturados mayor y más deseable en los animales de raza Bermeya ligeros ($P < 0,001$), y un menor ratio *n*-6/*n*-3 en ambos pesos de la raza Bermeya.

Calidad sensorial

En la Tabla 5 se recogen los resultados obtenidos por medio del panel entrenado. Hubo diferencias en la intensidad de olor a especie ($P < 0,05$), terneza, jugosidad e intensidad de flavor a especie ($P < 0,001$) entre los cuatro tipos de animales estudiados. En relación a la raza Bermeya, el único atributo que presentó valores significativamente diferentes entre los dos tipos de animales (ya sean ligeros o pesados) fue la terneza, parámetro en el cual los bermeyos pesados obtuvieron los valores más bajos, probablemente debido a su mayor edad o al sistema de producción extensivo, presentando la carne ovina los valores más altos de terneza (Guerrero *et al.*, 2014). Los demás atributos fueron similares entre los diferentes tipos de animales. Estos resultados coinciden con los datos de textura en la compresión al 80%, a pesar de que la compresión

Tabla 4. Composición en ácidos grasos (%) de la grasa intramuscular del músculo *Longissimus thoracis* en cabritos comerciales de raza Bermeya sacrificados a dos pesos, respecto a dos tipos comerciales de referencia[1]

Table 4. Fatty acid composition (%) from intramuscular fat of Longissimus thoracis *muscle of Bermeya commercial kids slaughtered at two different weights compared and compared with two commercial small ruminant types*

	BL	BP	MG	TA	
C10:0	0,27 ± 0,16	0,19 ± 0,11	0,26 ± 0,11	0,17 ± 0,06	t
C12:0	0,48 ± 0,33 ab	0,24 ± 0,15 c	0,65 ± 0,23 a	0,28 ± 0,20 bc	***
C14:0	4,54 ± 1,63 b	3,85 ± 2,00 b	5,95 ± 1,48 a	3,30 ± 1,49 b	**
C14:1	0,09 ± 0,08 b	0,06 ± 0,05 b	0,18 ± 0,04 a	0,10 ± 0,07 b	***
C15:0	0,53 ± 0,22	0,48 ± 0,17	0,35 ± 0,10	0,46 ± 0,12	t
C16:0	20,42 ± 5,12 bc	19,15 ± 3,31 c	23,92 ± 2,38 a	22,58 ± 1,99 ab	**
C16:1	1,28 ± 0,98 ab	0,85 ± 0,34 b	1,59 ± 0,22 a	1,45 ± 0,30 a	*
C17:0	0,94 ± 0,25 c	1,23 ± 0,23 b	0,70 ± 0,09 d	1,58 ± 0,15 a	***
C17:1	0,40 ± 0,14 b	0,46 ± 0,17 b	0,42 ± 0,09 b	0,77 ± 0,21 a	***
C18:0	14,66 ± 2,51b	21,02 ± 5,24 a	13,94 ± 1,38 b	15,65 ± 2,90 b	***
tC18:1 *n*-9	1,44 ± 0,72 c	2,51 ± 0,84 b	1,48 ± 0,60 c	4,53 ± 1,41 a	***
C18:1 *n*-9	23,29 ± 7,60 c	27,56 ± 5,68 b	35,75 ± 2,61 a	34,51 ± 2,30 a	***
C18:1 *n*-7	1,11 ± 0,28 ab	0,86 ± 0,41 b	0,95 ± 0,23 b	1,34 ± 0,45 a	*
tC18:2 *n*-6	0,22 ± 0,13 b	0,24 ± 0,13 b	0,36 ± 0,06 a	0,09 ± 0,08 c	***
C18:2 *n*-6	8,57 ± 3,91 a	5,90 ± 2,55 b	5,51 ± 1,75 b	5,44 ± 1,29 b	*
CLA[2]	0,63 ± 0,24	0,68 ± 0,21	0,72 ± 0,18	0,50 ± 0,25	t
C18:3 *n*-6	0,06 ± 0,04 ab	0,04 ± 0,04 b	0,06 ± 0,03 ab	0,08 ± 0,03 a	t
C18:3 *n*-3	1,63 ± 0,56 a	1,90 ± 0,61 a	0,27 ± 0,06 b	0,49 ± 0,41 b	***
C20:0	0,17 ± 0,05 a	0,19 ± 0,05 a	0,10 ± 0,03 b	0,13 ± 0,03 b	***
C20:1	0,11 ± 0,02 ab	0,10 ± 0,02 b	0,13 ± 0,01 a	0,12 ± 0,02 a	**
C20:2 *n*-6	0,08 ± 0,05	0,15 ± 0,28	0,03 ± 0,03	0,06 ± 0,02	ns
C20:2 *n*-3	0,41 ± 0,25 a	0,23 ± 0,11 b	0,15 ± 0,08 b	0,14 ± 0,04 b	***
C20:3 *n*-6	0,06 ± 0,09	0,06 ± 0,05	0,07 ± 0,05	0,07 ± 0,06	ns
C20:4 *n*-6	4,98 ± 3,09 a	2,46 ± 1,28 b	2,27 ± 1,15 b	1,67 ± 0,63 b	***
C20:5 *n*-3	2,13 ± 1,33 a	1,00 ± 0,45 b	0,16 ± 0,07 c	0,19 ± 0,11 c	***
C22:0	0,28 ± 0,17	0,17 ± 0,09	0,26 ± 0,15	0,20 ± 0,08	ns
C22:5 *n*-3	2,13 ± 1,27 a	1,21 ± 0,55 b	0,49 ± 0,16 c	0,39 ± 0,16 c	***
C22:6 *n*-3	0,60 ± 0,31 a	0,29 ± 0,11 b	0,12 ± 0,05 c	0,13 ± 0,05 c	***
AGS[3]	42,30 ± 8,96	46,51 ± 7,04	46,13 ± 4,13	44,35 ± 3,39	ns
AGMI[4]	27,73 ± 8,40 b	32,40 ± 6,70 b	40,49 ± 2,68 a	42,82 ± 3,68 a	***
AGPI[5]	21,49 ± 10,19 a	14,16 ± 4,48 b	10,23 ± 3,27 b	9,24 ± 1,67 b	***
n-6	14,31 ± 7,15 a	9,03 ± 3,72 b	8,39 ± 2,94 b	7,47 ± 1,72 b	**
n-3	6,54 ± 3,30 a	4,46 ± 1,38 b	1,12 ± 0,36 c	1,28 ± 0,64 c	***
AGPI/AGS	0,58 ± 0,38 a	0,32 ± 0,15 b	0,23 ± 0,10 b	0,21 ± 0,05 b	***
n-6/*n*-3	2,22 ± 0,35 b	2,26 ± 1,56 b	7,79 ± 1,94 a	7,01 ± 2,74 a	***

[1] BL: Bermeya ligera, BP: Bermeya pesada, MG: Murciano-granadina (lechal, ligera), TA: Ternasco de Aragón IGP (ovino). t = $P < 0,10$.

[2] Ácido linoleico conjugado; [3] Ácidos grasos saturados; [4] Ácidos grasos monoinsaturados; [5] Ácidos grasos poliinsaturados.

Distintas letras en una fila indican diferencias ($P < 0,05$).

Tabla 5. Calidad sensorial del músculo *Longissimus lumborum* evaluadas por un panel entrenado en cabritos comerciales de raza Bermeya sacrificados a dos pesos, respecto a dos tipos comerciales de referencia[1]
Table 5. Sensory quality of the Longissimus lumborum *muscle evaluated by a trained panel from Bermeya commercial kids slaughtered at two different weights and compared with two commercial small ruminant types*

	BL	BP	MG	TA	
Intensidad de olor[2]					
Especie	4,52 ± 0,85 b	4,90 ± 0,74 ab	5,29 ± 0,44 a	5,54 ± 0,89 a	*
Grasa	3,35 ± 0,83	2,91 ± 1,0	3,54 ± 0,69	3,34 ± 0,79	ns
Textura[2]					
Terneza	5,94 ± 1,00 a	4,66 ± 0,85 b	5,87 ± 1,46 a	6,33 ± 1,15 a	***
Jugosidad	4,98 ± 0,56 ab	4,46 ± 0,44 b	4,73 ± 0,53 ab	5,15 ± 0,66 a	***
Fibrosidad	4,0 ± 1,18	5,04 ± 0,93	4,33 ± 1,0	3,94 ± 0,94	ns
Untuosidad	3,90 ± 0,76	3,47 ± 0,50	3,91 ± 0,92	3,93 ± 0,77	ns
Intensidad de flavor[2]					
Especie	4,81 ± 0,79 b	4,78 ± 0,58 b	5,25 ± 0,55 ab	5,75 ± 0,50 a	***
Metálico	3,04 ± 0,95	2,80 ± 0,67	2,77 ± 0,56	2,68 ± 0,70	ns
Grasa	4,43 ± 0,55	3,83 ± 0,72	4,43 ± 0,75	4,45 ± 0,71	ns
Lácteo	1,61 ± 0,59	1,30 ± 0,57	1,85 ± 0,74	1,93 ± 0,50	ns
Ácido	2,56 ± 0,73	2,56 ± 0,66	2,83 ± 0,33	2,74 ± 0,61	ns
Picante	2,02 ± 0,69	1,66 ± 0,75	2,13 ± 0,79	2,15 ± 0,45	ns

[1] BL: Bermeya ligera, BP: Bermeya pesada, MG: Murciano-granadina (lechal, ligera), TA: Ternasco de Aragón IGP (ovino).

[2] Escala 1-10.

Distintas letras en una fila indican diferencias ($P < 0,05$).

se realiza sobre carne cruda, y el cocinado produce cambios drásticos en las características del producto (Campo *et al.,* 2000).

En relación a la intensidad de olor y flavor a especie, éstos fueron superiores en la raza Murciano-Granadina y, especialmente, en el Ternasco de Aragón ($P < 0,05$ y $P < 0,001$, respectivamente para intensidad de olor y flavor), hecho asociado a la mayor cantidad de grasa, lo cual conlleva una mayor concentración de compuestos volátiles responsables de la producción de dichos aromas (Horcada *et al*., 2014).

Consumidores

Se observa como la aceptabilidad global y de la terneza varió entre los cuatro tipos de animales ($P < 0,001$) (Tabla 6), no encontrándose diferencias en la aceptabilidad del sabor. Los

Tabla 6. Aceptabilidad por parte de los consumidores (n = 100) de la carne de cabritos de raza Bermeya sacrificados a dos pesos, respecto a dos tipos comerciales de referencia[1]
Table 6. Consumer meat acceptability of Bermeya kids slaughtered at two different weights compared with and compared with two commercial small ruminant types (n = 100)

Atributo	BL	BP	MG	TA	Sig.
Aceptabilidad de Terneza[2]	6,74 ± 1,66 b	5,95 ± 1,96 c	7,55 ± 1,31 a	7,49 ± 1,33 a	***
Aceptabilidad de Sabor[2]	6,65 ± 1,71	6,52 ± 1,66	7,03 ± 1,60	6,64 ± 1,95	ns
Aceptabilidad Global[2]	6,65 ± 1,75 b	6,15 ± 1,79 b	7,15 ± 1,51 a	6,96 ± 1,78 a	***

[1] BL: Bermeya ligera, BP: Bermeya pesada, MG: Murciano-granadina (lechal, ligera), TA: Ternasco de Aragón IGP (ovino).

[2] Escala de aceptación (1 = me desagrada extremadamente; 9 = me gusta extremadamente).

Distintas letras en la misma fila indican diferencias ($P < 0,05$).

animales de referencia (MG y TA) obtuvieron una mayor puntuación, mostrando los lechales bermeyos ligeros una puntuación de aceptabilidad de la terneza intermedia concordando parcialmente por lo descrito por el panel entrenado. La aceptabilidad global del tipo bermeyo pesado fue inferior a los animales de referencia, sin embargo no difiere estadísticamente con el tipo lechal. Estos resultados indicarían que el consumidor no percibe el producto como diferente, a pesar de proceder de pesos, edades y sistemas de producción diferentes.

Los datos obtenidos en este trabajo concuerdan con los resultados de los estudios de consumidores realizados por Guerrero *et al.* (2014), donde se estudiaron 5 razas caprinas de distintas aptitudes y una ovina. Al igual que en el actual trabajo, los animales sacrificados a corta edad y procedentes de razas lecheras (Murciano-Granadina) fueron los mejor valorados por el consumidor español, estando la aceptabilidad global de la carne en pequeños rumiantes fuertemente correlacionada con el flavor y la terneza (Guerrero *et al.,* 2014). En este estudio los consumidores no encontraron diferencias en la aceptabilidad del sabor, siendo por tanto la textura (terneza) el atributo que posiblemente más influyó en la definición de la aceptabilidad global.

En general, la aceptabilidad de los diferentes grupos de animales estudiados y para todos los parámetros analizados, se podría considerar como buena, obteniéndose valoraciones superiores al 5,5 sobre una escala hedónica de 9 puntos.

Conclusiones

Los dos tipos de productos procedentes de la raza caprina Bermeya (ligeros y pesados) difieren en las características de calidad de la canal, lo que estaría asociado a las diferencias en peso y edad de sacrificio entre los dos tipos de animales. Igualmente, los animales del tipo pesado de la raza Bermeya presentaron una carne con mayor porcentaje de proteína, más roja, con mayor croma y una menor proporción de ácidos grasos poliinsaturados que los del tipo de raza Bermeya ligero. Sin embargo, a nivel sensorial, ambos presentaron una aceptación semejante, aun siendo los lechales ligeros más tiernos que los animales pesados.

Los resultados obtenidos en los parámetros de calidad estudiados de la raza Bermeya, incluyendo la aceptación del producto por parte de los consumidores, están dentro de unos rangos aceptables y comparables con las de dos productos de referencia utilizados en el presente trabajo, lo que reflejaría su potencial para la producción de "carne de calidad" y daría unas buenas expectativas en cuanto a las posibilidades futuras de su conservación.

Agradecimientos

ACRIBER, Gobierno del Principado de Asturias, al panel de consumidores y demás participantes en el proyecto, así como al personal del Departamento que colaboró en este trabajo. V.C. Resconi está financiada por un Contrato del Programa Juann de la Ciervam (Ministerio de Economía y Competitividad), España.

Bibliografía

Álvarez A (2008). La cabra Bermeya. Ed. ACRIBER y Gobierno del Principado de Asturias. 46 pp.

BOE (2009). Real Decreto 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas. Boletín Oficial del Estado Nº 23, Sec. I, 9211-9242.

Bonvillani A, Peña F, Gea G, Gómez G, Petryna A, Perea J (2010). Carcass characteristics of Criollo Cordobés kid goats under an extensive management system: Effects of gender and liveweight at slaughter. Meat Science 86: 651-659.

Bligh EG, Dyer WJ (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal Biochemistry and Physiology 37: 911-917.

Campo MM, Santolaria P, Sañudo C, Lepetit J, Olleta JL, Panea B, Alberti P (2000). Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science 55: 371-378.

Carrillho MC, López M, Campo MM (2009). Effect of the fattening diet on the development of the fatty acid profile in rabbits from weaning. Meat Science 83: 85-95.

Colomer F, Morand Fehr p, Kirton AH, Delfa R, Sierra I (1988). Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprina y ovinas. Cuadernos INIA nº 17, 41 pp.

Dhanda JS, Taylor DG, Murray PJ (2003). Part2. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effect of genotype and liveweight at slaughter. Small Ruminant Research 50: 67-74.

Esteban C (2008). Bermeya. En: Razas ganaderas españolas caprinas. Ed.: FEAGAS, Madrid, pp. 91-104.

Figueroa P, Fernández I, Gómez E, Royo LJ, Álvarez I, Goyache F (2003). Iniciativas de conservación de la cabra de raza Bermeya de Asturias. Animal Genetic Resources Information 33: 57-71.

Guerrero A, Campo MM, Cilla I, Olleta JL, Alcalde MJ, Horcada A, Sañudo C (2014). A comparison of laboratory-based and home-based tests of consumer preferences using goat and lamb meat. Journal of Sensory Studies 29: 201-210.

ISO (1973). Meat and meat products – Determination of total fat content. Method ISO R-1442. International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza.

ISO (1978). Meat and meat products – Determination of nitrogen content. Method ISO R-937. International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza.

ISO (1997). Meat and meat products – Determination of moisture content. Method ISO R-1442. International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza.

ISO (1998). Meat and meat products – Determination of total ash content. Method ISO R-936. International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza.

García R, Celaya R, García U, Osoro K (2012). Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. Small Ruminant Research 107: 49-64.

Horcada A, Ripoll G, Alcalde MJ, Sañudo C, Teixeira A, Panea B (2012). Fatty acid profile of three adipose depots in seven Spanish breeds of suckling kids. Meat Science 92: 89-96.

Horcada A, Campo MM, Polvillo O, Alcalde MJ, Cilla I, Sañudo C (2014). A comparative study of fatty acid profiles of fat in commercial Spanish suckling kid and lambs. Spanish Journal Agricultural Research 12: 427-435.

Lepetit J, Culioli J (1994). Mechanical properties of meat. Meat Science 36: 203-237.

Macfie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV (1989). Designs to balance the effect of order presentation and first-order and carry over effects in hall test. Journal of Sensory Studies 4: 129-148.

MAGRAMA (2014). Indicación Geográfica protegida Ternasco de Aragón. Pliego de condiciones. Disponible en www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/dop/carnes/dop_ternasco_aragon.aspx. (24 Noviembre 2014).

Martínez-Cerezo S, Sañudo C, Panea B, Medel I, Delfa R, Sierra I, Beltrán JA, Cepero R, Olleta JL (2005). Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. Meat Science 69: 325-333.

UNE-EN ISO 8586-2. 2009. Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de evaluadores.

Santos VAC, Silva SR, Azevedo JMT (2008). Carcass composition and meat quality of equally mature kids and lambs. Journal Animal Science 86: 1943-1950.

Sañudo C, Sierra I, Alcalde MJ, Rota A, Osorio JC (1993). Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros y semipesados de las razas Rasa Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán. Información Técnica Económica Agraria 89: 230-214.

Sañudo C, Campo MM, Sierra I, María G, Olleta JL, Santolaria P (1997). Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. Meat Science 46: 357-365.

Sañudo C (2008). Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 143-160.

Sañudo C, Campo MM, Muela E, Olleta JL, Delfa R, Jiménez-Badillo R, Alcalde MJ, Horcada A, Oliveira I, Cilla I (2012). Carcass characteristics and instrumental meat quality of suckling kids and lambs. Spanish Journal of Agricultural Research 10: 690-700.

Sen AR, Santra A, Karim SA (2004). Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. Meat Science 66: 757-763.

Valvo MA, Lanza M, Bella M, Fasone V, Scerra M, Biondi L, Priolo A (2003). Effect of ewe feeding system (grass v. concentrate) on intramuscular fatty acids of lambs raised exclusively on maternal milk. Animal Science 81: 431-436.

Vergara H (2005). Composición regional y tisular de la canal ovina. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes (Coord. V Cañeque, C Sañudo), pp. 170-188. Monografías, Serie Ganadera 3, INIA, Madrid, España.

Zurita-Herrera P, Delgado JV, Argüelo A, Camacho ME (2011). Multivariate analysis of meat production traits in Murciano-Granadina goat kids. Meat Science 88: 447-453.

(Aceptado para publicación el 28 de julio de 2015)

Calidad instrumental de la carne de terneros procedentes del cruce industrial de la raza Retinta

B. Panea[1,*], G. Ripoll[1], C. Sañudo[2], J.L. Olleta[2] y P. Albertí[1]

[1] Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avenida de Montañana, 930, 50059, Zaragoza, España
[2] Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).C/Miguel Servet, 176, 50.013, Zaragoza, España

Resumen

El cruzamiento industrial tiene una gran repercusión en el mercado, ya que la raza es uno de los factores que más afecta a la composición de la canal y de la carne. En el mercado español existen mayoritariamente terneros cruzados procedentes de razas rústicas y de razas de aptitud cárnica con el objetivo de mejorar la calidad de la canal. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la carne de terneros procedentes de cruces de Retinta con machos de razas Asturiana de los Valles, Limusín, Retinta y Pirenaica. Para ello, se cebaron con pienso 28 terneros, distribuidos en cuatro lotes según la raza del macho, que fueron sacrificados a los doce meses de edad con un peso medio de 480,0 ± 15,5 kg. En general, la carne de los animales de raza pura tendió a presentar valores más bajos para las pérdidas por presión y el porcentaje de humedad y valores más altos para las pérdidas por goteo que la carne de los cruces. El cruce con Limusín produjo carnes con mayor claridad a cualquier tiempo de exposición y tendió a presentar menor carga WB y menor esfuerzo al 20% que el resto de los cruces, en especial a tiempos cortos de maduración. El cruce con Pirenaica dio lugar a carnes con mayor saturación, mayor concentración de pigmentos hemínicos y mayor carga WB. El cruce con Asturiano de los Valles originó carnes con menor claridad y menores pérdidas por cocinado a tiempos largos, tendiendo a presentar los valores más bajos para saturación y menores pérdidas por goteo a tiempos cortos. El interés del cruce con toros cárnicos es evidente por la mejora en el rendimiento carnicero pero en este estudio no se ha manifestado una mejora en la calidad instrumental de su carne.

Palabras clave: Color, textura, bovino, composición centesimal, capacidad de retención de agua

Abstract
Instrumental beef meat quality from Retinta breed crossed young bulls

Crossbreeding has a great impact in meat-producers markets because breed is one of the main factors affecting carcass and meat quality. Young bulls raised in Spain are usually cross-bred from autochthonous dams and meat-sires to improve carcass quality. The aim of this work was to evaluate the effect of the breed of the sire on meat quality. Twenty-eight young bulls were divided into 4 groups according to the sire breed to be finished, and slaughtered at twelve months of age with 480.0 ± 15.5 kg. The Control group was established with Retinta purebreed bulls, and the three experimental groups with Limusín, Pirenaica and Asturiana de los Valles crossbred animals. In general, meat from purebred ani-

* Autor para correspondencia: bpanea@aragon.es
http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.018

mals tended to present lower values for pressure losses and moisture percentage, and higher values for the drop losses than meat from the other groups. Limousin crossbreeding produced meats with greater lightness at any exposure-time and tended to have lower WB load values and lower values for stress at 20% than the other crosses, especially at short-ageing times. Pirenaica crossbreeding resulted in meat with higher Chroma, higher concentration of haem pigments and greater WB load values. Asturiana de los Valles crossbreeding originated meat with lower lightness and lower cooking losses at long-ageing times, tending to present the lowest values for Chroma and the lowest values for drip losses. The interest of crossbreeding with meat bulls is evident, since it improves dressing percentage, although the instrumental quality of the meat has not been improved in this study.

Key words: Color, texture, bovine, chemical composition, water holding capacity.

Introducción

La adhesión de España a la Unión Europea supuso una tecnificación de las explotaciones de cebo de ganado vacuno y el intercambio comercial con el resto de los países, tanto de animales vivos como de canales. Este intercambio conllevó la introducción en nuestro país razas extranjeras con unas características carniceras superiores a las de nuestras razas autóctonas y originó que el cruzamiento industrial fuera práctica común (Ahumada, 1997). En la actualidad, aproximadamente el 35% del ganado en el comercio está cruzado en cierto grado (Illescas *et al.*, 2009), siendo el cruce más frecuente el de hembras de razas autóctonas con machos de razas especializadas de aptitud cárnica. El cruzamiento industrial tiene una gran repercusión en el mercado, ya que la raza es uno de los factores que más afecta a la composición de la canal y de la carne (Aparicio y Mata, 1987; Vieira *et al.*, 2006). Por otra parte, en los últimos años se han producido algunos cambios en la tipología de los consumidores. El consumidor español busca carnes tiernas, magras y rosadas, nuevos productos y presentaciones con facilidad de uso y expresa una creciente preocupación por los métodos de cría y la trazabilidad, todo ello sin renunciar a la calidad sensorial y a un precio ajustado. El concepto de calidad ha cobrado gran importancia en un mercado agroalimentario caracterizado por una creciente competitividad debida a la libre circulación de los productos (Oliván, 2000), pero el concepto de calidad de la carne resulta complejo y difícil de definir (Cabrero, 1991), ya que varía según lo defina el productor, el transformador, el distribuidor o el consumidor. Para los sectores productivos, la calidad vendrá dada por el peso de la canal y la cantidad de carne vendible, mientras que el consumidor buscará calidad higiénica, sensorial y facilidad de uso. La industria debe, pues, aunar ambos intereses y el cruce industrial podría constituir una buena herramienta, ya que la raza de aptitud cárnica mejora la calidad de canal y la raza rústica asegura la calidad de la carne. Albertí *et al.* (2005a) determinaron que algunas razas bovinas españolas pueden agruparse en función de su desarrollo muscular y rendimiento carnicero. Las canales de los terneros de razas de poco desarrollo muscular están menos valoradas y por ello se suele realizar el cruce de las vacas con toros de razas cárnicas francesas. Sin embargo, existen razas españolas de gran desarrollo muscular que podrían utilizarse también en el cruce para mejorar la conformación del ternero de cebo y su rendimiento comercial. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del cruce de vacas de raza Retinta con toros de aptitud cárnica de tres razas diferentes sobre la calidad instrumental de la carne de los terneros resultantes.

Materiales y métodos

Se cebaron 28 terneros, repartidos en cuatro lotes: 7 Retintos puros, 8 del cruce Limusín x Retinta, 6 del cruce Pirenaico x Retinta y 7 del cruce Asturiano de los Valles x Retinta. A su llegada a las instalaciones que el CITA tiene en Zaragoza, los animales fueron desparasitados y vacunados contra enfermedades respiratorias y toxemias. Se utilizaron dos piensos compuestos por cereales, torta de soja, grasa protegida y minerales. Hasta los 350 kilos de peso vivo de los animales, el pienso tuvo un porcentaje de proteína bruta (PB) del 14,3% y una energía metabolizable (EM) de 12,97 MJ/kg de materia seca (MS). Posteriormente, y hasta el sacrificio, el pienso tuvo 13,8% de PB y 12,55 MJ/kg MS de EM. Los animales se sacrificaron a los doce meses de edad, categoría comercial añojo, con 480,0 ± 15,5 kilos de peso vivo de media. El sacrificio se realizó en Mercazaragoza de acuerdo con procedimientos comerciales estándar. A continuación, las canales se mantuvieron en refrigeración en cámara a 4 ºC durante 24 horas.

Calidad de la carne

A las 24 horas tras el sacrificio, se extrajo el músculo *Longissimus thoracis* de la media canal izquierda, desde la 5ª vértebra torácica hasta la 10ª torácica, del que se tomaron muestras en sentido cráneo-caudal para realizar los siguientes análisis:

- pH final a las 24 y 48 horas post-mortem. Se midió con un pH-metro Crison provisto de un electrodo de vidrio de penetración.
- Cantidad de pigmentos hemínicos (Honikel, 1998).
- Colágeno total e insoluble mediante la técnica de Bonnet y Kopp (1984). La solubilización de las muestras se hizo previamente a la congelación de las mismas.
- Composición química del músculo (humedad, nitrógeno y grasa). Las muestras se envasaron al vacío a las 24 horas del sacrificio y se congelaron a -20 ºC, manteniéndose así hasta el día de su utilización. La materia seca se determinó secando la carne a 102 ºC hasta peso constante (A.O.A.C., 2000). La proteína bruta se determinó por el método Dumas (A.O.A.C., 2000) usando un analizador de proteína (Modelo NA 2100, CE Instruments, Thermoquest SA, Barcelona, España). La grasa intramuscular se cuantificó usando el procedimiento Ankom (AOCS Am 5-04) con un extractor Ankom (Model XT10, Ankom Technology, Madrid, España).
- Color del músculo. Para la medida del color se cortó un filete de 3 cm de espesor, que se colocó en una bandeja de poliexpán cubierta con film permeable al oxígeno y se dejó en una cámara a 4 ºC, en oscuridad. El color se midió en los siguientes momentos: 0 horas, 15 minutos, 4 horas y 24 horas tras el corte y 6, 8 y 13 días tras el corte. Para medir el color se utilizó un espectrofotómetro Minolta CM-2600d (Minolta Camera Co. Ltd. Japón), usando el sistema de coordenadas de color CIE, LAB 1976 (área 8 mm, componente especular incluido, iluminante D65, observador 10º). Se registraron las variables tricromáticas L* (claridad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo), a partir de las cuales se calcularon los índices C* (croma) y H^0 (tono).
- Textura. Para el estudio de la textura se utilizaron 3 filetes de 3,5 cm de espesor, que fueron envasados al vacío y madurados durante 1, 7 ó 21 días a 4 ºC. Posteriormente se congelaron a -20 ºC, manteniéndose a esa temperatura hasta el día del análisis. Las pruebas de textura se realizaron mediante dos técnicas:
  - En carne cocinada en baño de agua a 75 ºC, hasta alcanzar una temperatura interna de 70 ºC monitorizada mediante

un termopar Jenway. Una vez enfriadas las muestras se obtuvieron prismas rectangulares de 1 cm^2 de sección, siguiendo la configuración longitudinal (Lepetit y Culioli, 1994), que se ensayaron con ayuda de un Instron serie 5543 equipado con una célula de Warner-Bratzler, registrándose la carga máxima.

- En carne cruda, por un método de compresión, con prismas de 1 cm^2 de sección, utilizando un Instron serie 4301 equipado con una célula INRA (Lepetit y Culioli, 1994). Se registraron los valores de esfuerzo al 20%, 80% y 100% de la compresión.

– Capacidad de retención de agua, evaluada por tres procedimientos distintos:

- Pérdidas por presión, a las 24 horas, sobre 5 g de carne picada (Grau y Hamm, 1953).
- Pérdidas por goteo, a las 24 horas y a los 4 días, utilizando dos filetes de 100 g cada uno (Honikel, 1998).
- Pérdidas de cocinado de las muestras utilizadas en la determinación de la textura por carne cocida, calculando las pérdidas de peso por diferencia entre el peso en crudo y el peso cocido y expresado en porcentaje sobre el peso en crudo.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SAS (9.3). El peso canal, pH, pigmentos hemínicos, colágeno y composición química se analizaron mediante un análisis de varianza con el cruce como efecto principal. Se calcularon las medias y la comparación entre medias se hizo con el test de Duncan, con $\alpha = 0,05$.

Las variables de textura, color y pérdidas por goteo y cocción se analizaron por medio del procedimiento Mixed de medidas repetidas donde los factores fijos fueron el tiempo (factor intra sujeto) y la raza del toro (factor inter sujeto). La unidad experimental fue el animal y se consideró como efecto aleatorio. La estructura de varianza-covarianza utilizada fue la heterogénea autoregresiva de primer orden (arh(1)), y se eligió en base al criterio de información de Akaike corregido (AICC). Se calcularon las medias mínimo-cuadráticas y la comparación entre medias se hizo con el test de Tukey, con $\alpha = 0,05$.

Resultados y discusión

Análisis químico del músculo *Longissimus thoracis*

Los valores registrados para el pH, cantidad de pigmentos hemínicos, colágeno y composición química del músculo se encuentran en la Tabla 1. El cruce sólo afectó a la cantidad de pigmentos hemínicos y al porcentaje de humedad.

Los valores de pH estuvieron dentro del rango normal para la especie (5,42-5,63) lo que asegura que los terneros no sufrieron estrés previo al sacrificio (Albertí *et al.* 1995b). Se encontró diferencia entre lotes para el pH a las 48 horas, presentado el cruce con Asturiano un pH significativamente más bajo que el resto ($P < 0,05$). Se ha descrito que existen diferencias en el pH entre genotipos debido al carácter específico de cada uno de ellos y su mayor o menor predisposición a sufrir estrés (Arthur, 1995), aunque la mayoría de los autores consideran que las diferencias de pH entre razas es pequeña y carece de interés práctico cuando se mueve en los rangos normales (Sañudo *et al.*, 1998; Campo *et al.*, 2000; Panea, 2002).

La concentración de pigmentos hemínicos del músculo del cruce con Pirenaico fue mayor que la del resto de los cruces ($P < 0,05$), entre los cuales no hubo diferencias ($P > 0,05$). Sañudo *et al.* (1998), en añojos sacrificados a

Tabla 1. Efecto del cruce sobre el pH, cantidad de pigmentos hemínicos, cantidad y solubilidad del colágeno y composición química de la carne de terneros procedentes de 4 cruces de Retinto
Table 1. Breed sire effect for pH, haeminic pigments, collagen amount and collagen solubility and chemical composition of meat from four Retinto crossed young bulls

	Retinto	Limusín	Pirenaico	Asturiano	e.s.[1]	Valor de P
Peso canal (kg)	266,0	295,0	289,8	271,8	10,37	0,161
pH						
A las 24 horas	5,55	5,50	5,55	5,58	0,031	0,272
A las 48 horas	5,56^{a}	5,62^{a}	5,61^{a}	5,37^{b}	0,024	0,001
Pigmentos hemínicos (mg/g)	3,07^{b}	3,60^{b}	5,75^{a}	3,79^{b}	0,365	0,000
Colágeno						
Total (mg/g)	6,94	6,55	6,04	6,71	0,285	0,201
Insoluble (mg/g)	3,15	3,63	3,00	2,91	0,263	0,178
Solubilidad (%)	54,07	44,69	49,76	56,87	3,755	0,103
Composición química (%)						
Humedad	73,57^{b}	75,17^{ab}	75,96^{a}	74,38^{ab}	0,485	0,017
Grasa intramuscular	1,62	1,38	0,98	1,70	0,217	0,153
Proteína bruta	22,68	21,31	21,00	22,59	0,571	0,110

[1] Error estándar.

a, b, Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias significativas entre genotipos.

460 kg de peso vivo, señalan valores de 3,6 mg/g para las raza Retinta y Asturiana de los Valles y de 4,4 mg/g para la raza Pirenaica, mientras que Oliván *et al.* (2003), recogen valores de 3,7 mg/g para terneros de las razas Asturiana de los Valles y Pirenaica sacrificados a 500-550 Kg de peso vivo y Albertí *et al.* (1995a) muestran valores de 3,8 mg/g para Retintos sacrificados a 460 kg. No hubo diferencias entre genotipos ni para la cantidad ni para la solubilidad del colágeno (P > 0,05). Estos resultados estarían de acuerdo con Blanco *et al.* (2013), quienes concluyen que no suelen darse diferencias entre razas o cruces cuando no hay variaciones en la madurez fisiológica de los animales en el momento del sacrificio, pero contradicen los resultados de Sañudo *et al.* (1998) o Panea (2002), en trabajos sobre varias razas españolas. Jeremiah y Martin (1982) describieron que existe un efecto de la raza en el contenido y solubilidad del colágeno pero que éste se manifiesta sólo cuando el periodo de maduración es largo (13 días), ya que la maduración afecta a la matriz extracelular del tejido conjuntivo, permitiendo que las enzimas proteolíticas degraden parcialmente el colágeno (Wu *et al.*, 1981; Stanton y Light, 1988). Los datos obtenidos en el presente trabajo para el colágeno total son similares a los ofrecidos por otros autores en diferentes razas de aptitud cárnica. Así, Jeremiah y Murray (1984) describen valores de alrededor de 6 mg/g en las razas Simmental o Charolesa, Maltin *et al.*

(1998) recogen valores superiores a 6 mg/g en las razas Charolesa y Chianina y De Smet *et al.* (1998) describe concentraciones de 5,8 mg/g para terneros con hipertrofia de raza Blanca Azul Belga y de 8,7 mg/g para terneros no culones de esa misma raza. Por el contrario, estos valores son mayores que los del estudio con quince razas bovinas europeas cuyo valor de colágeno total osciló entre los 4,07 mg/g de la raza Jersey y los 2,72 mg/g de la raza Piemontesa (Christensen *et al.*, 2011). La solubilidad de colágeno de los animales de este estudio fue muy superior a la encontrada en la bibliografía anglosajona (Crouse *et al.*, 1985: 21,8%; Seideman, 1986: 26,2%; Jeremiah y Murray, 1984: 15,9%, Christensen *et al.*, 2011: 27,3-23,4%), pero inferior a la encontrada por Sañudo *et al.* (1998) en varias razas españolas, con valores que van del 9,3% de la raza Pirenaica al 30,5% de la raza Retinta.

Existen dos razones fundamentales para estas discrepancias. En primer lugar, se ha asociado un plano alto de alimentación con un incremento de la solubilidad del colágeno (Wu *et al.*, 1981; Boccard y Bordes, 1986) y nuestros animales fueron alimentados con concentrado, rico en energía, mientras que en la bibliografía anglosajona es frecuente encontrar que los animales se han alimentado con forraje. Por otra parte, el método empleado en la determinación de la cantidad y solubilidad del colágeno influye en los resultados obtenidos (Kopp y Bonnet, 1982), especialmente en cuanto al binomio tiempo/temperatura de solubilización; la mayoría de los autores aplican 77 ºC durante 70 minutos, mientras que en este trabajo se aplicaron 90 ºC durante 2 horas.

Respecto a la composición química de la carne (Tabla 1) se hallaron diferencias entre cruces sólo en el porcentaje de humedad ($P < 0,05$). La carne del cruce con Pirenaico presentó el mayor porcentaje de humedad (75,96%), siendo diferente del cruce en pureza, que presentó los valores más bajos (73,57%), mientras que los cruces con Limusín y Asturiano presentaron valores intermedios. Oliván *et al.* (2003) también encontraron un efecto de la raza sobre la humedad de la carne siendo del 75,9% para la Asturiana de los Valles y del 75,1% para la Pirenaica, valores similares a los reflejados por Albertí *et al.* (1995a) en Retintos sacrificados a 460 kg (74,6%).

No hubo efecto del cruce en la cantidad de grasa intramuscular, probablemente debido a la alta variabilidad de este parámetro. Esta alta variabilidad para el tejido graso ya había sido demostrada ampliamente. Así, por ejemplo, Robelin (1986), señalan que para un mismo peso vivo vacío de 400 kg, el peso de los depósitos adiposos de la canal varía del 6 al 30% del peso vivo vacío. Igualmente, Serra *et al.* (2004) trabajando con animales de la raza Bruna del Pirineus, señalan un coeficiente de variabilidad para la grasa intramuscular del 32,9% y Albertí (2012) encontró coeficientes de variación para la grasa intramuscular de entre el 24% y el 75%, dependiendo de la dieta y nivel de acabado (espesor de grasa dorsal) de los animales. El contenido en grasa intramuscular de la carne de los animales del presente ensayo presenta valores intermedios a los descritos por Indurain *et al.* (2010) con terneros sacrificados a 300 kg de peso vivo (1,1%) y animales sacrificados a 550 kg (2,1%). La cantidad de grasa intramuscular encontrada en el presente trabajo, inferior al del 2%, fue menor a la reflejada en otros estudios con terneros cebados en condiciones similares. Así, en terneros de raza Retinta cebados con pienso y sacrificados a 470 kg, el porcentaje de grasa intramuscular fue de 3,6% (Sañudo *et al.*, 1999), Oliván *et al.* (2003) recoge valores de 1,2 a 1,3% para añojos Asturianos y Pirenaicos sacrificados a 500-550 Kg. y en un estudio con quince razas europeas, el contenido de grasa intramuscular estuvo comprendido entre el 6,2% de la raza lechera Danish Red y el 1,1% de la raza cárnica Piemontese (Christensen *et al.*, 2011).

Color

En la Figura 1 se muestra la evolución de cada variable a lo largo del tiempo de exposición, para cada uno de los cruces. El cruce afectó a la claridad (L*) (P = 0,008) y croma (P = 0,000), mientras que el tiempo de exposición afectó a las tres variables (P < 0,003). La interacción entre el cruce y el tiempo de exposición fue significativa para la claridad (L*) (P = 0,004) y el tono (Hº) (P < 0,001).

En general, el cruce con Retinto presentó mayor claridad y el cruce con Pirenaico mayor croma, lo que podría deberse al mayor contenido en pigmentos hemínicos en este último cruce. Por su parte, el cruce con Asturiano presentó los valores más bajos para ambas variables, quedando el cruce en pureza en una posición intermedia. Se puede apreciar que el músculo presentó su valor máximo de claridad y croma entre las 4 y las 24 horas del corte, para disminuir después con el tiempo de exposición, siguiendo el patrón esperado (Albertí *et al.*, 1999; Oliván *et al.*, 2003). Por su parte, el tono presentó valores ascendentes desde el corte hasta los 13 días.

La evolución de las variables de color varió en función del cruce, siendo el cruce con Asturiano el que mayor variabilidad presentó en esta evolución. Como consecuencia, el croma fue menor que en el resto de los cruces a tiempos largos de maduración (13 días) (P < 0,001). Albertí *et al.* (1995a), en un estudio realizado con 7 razas españolas, señalaron que el color de la carne de la raza Retinta tuvo mayor croma que el resto de las razas a las 24 horas del corte, ya que los valores de a* y b* eran elevados en comparación al resto. Aunque en el presente estudio se hallaron diferencias en el color de la carne entre los cuatro cruces a lo largo del tiempo, no se detectaron defectos de color y puede decirse que las variables analizadas estuvieron dentro de los valores normales de color de la carne de añojo comercial (Albertí *et al.*, 1995a; Önenç *et al.*, 1999; Ripoll *et al.*, 2012). El color de estas carnes concuerda con el algoritmo propuesto por Ripoll *et al.* (2012) para la estimación de la apreciación visual. Según este algoritmo, se podrían definir como carnes de añojo claramente aceptables las que tengan valores de L* y de C* inferiores a 39,5 y superiores a 17 respectivamente, de acuerdo con las conclusiones de otros autores (McDougall, 1982; Resconi, 2007). Por otro lado, las carnes con valores de L* y C* superiores a 39,5 y 13, respectivamente, pueden tener notas aceptables o no, siendo más importante en ese tipo de carnes el valor de C* que el de L*. También Mancini y Hunt (2005) señalaron que la C* es un buen indicador de la decoloración de la carne. Según estos umbrales, en el presente estudio, el cruce con Pirenaico obtendría la mejor apreciación y los cruces con Limusín y Retinto notas intermedias, mientras que en el cruce con Asturiano las notas se reducirían más rápidamente que en el resto.

Textura

Las medias para variables de textura, así como la significación de los efectos (cruce y tipo de maduración) sobre estas variables, se muestran en la Tabla 2. El cruce afectó a todas las variables mientras que el tiempo de maduración sólo afectó a la carga máxima en WB y al esfuerzo en compresión al 20%. Se ha encontrado una interacción entre el cruce y el tiempo de maduración para la carga máxima WB.

Los cruces con Pirenaico y Asturiano tendieron a presentar valores más altos de carga en WB que los otros dos lotes (P < 0,10), independientemente del tiempo de maduración. A tiempos largos de maduración (21 días), la carne del cruce en pureza resultó más tierna que el resto. Campo *et al.* (1999a) demostraron que cada raza tiene su periodo óptimo de maduración y que las razas de tipo rústico, como la Retinta, necesitan tiempos largos para alcanzar la terneza deseable. Los valores obtenidos para las variables coinciden

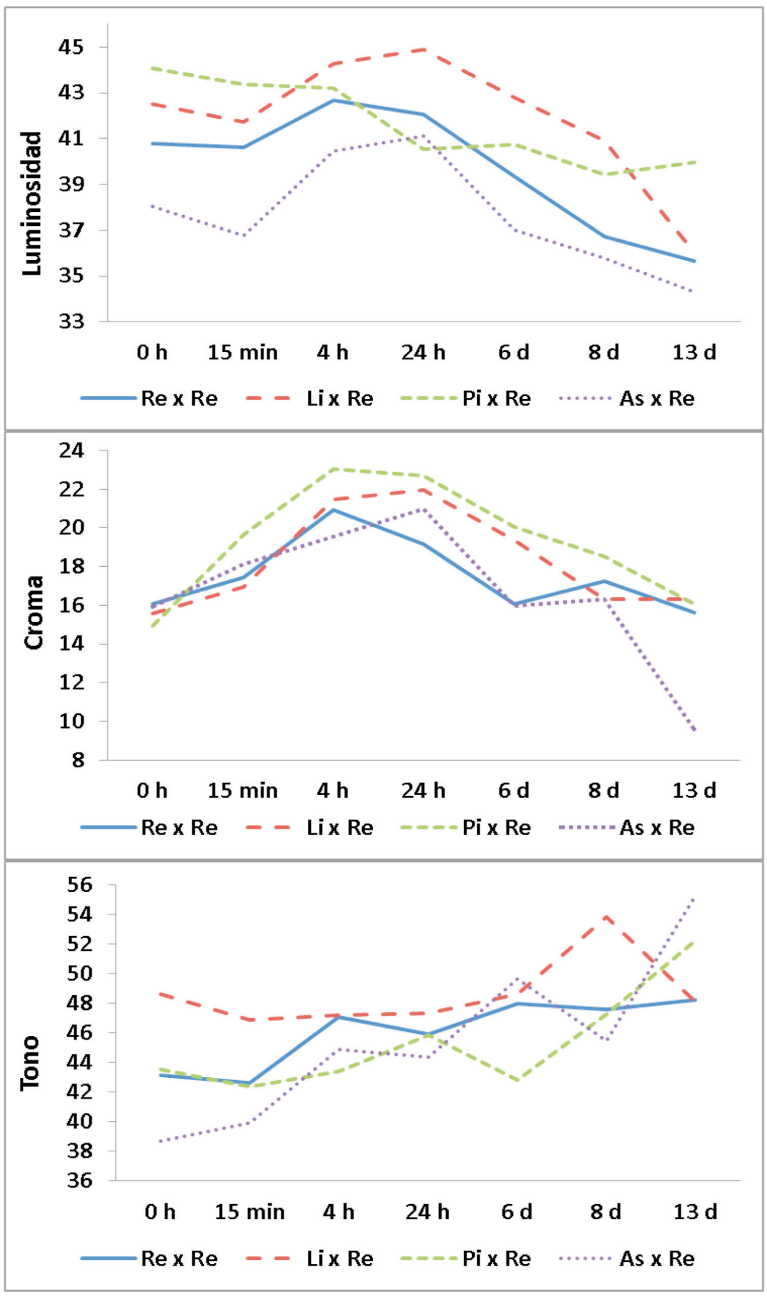


Figura 1. Evolución de las variables de color en función del cruce y tiempo de exposición, de la carne de terneros procedentes de 4 cruces de Retinto.

RE = Retinto; LI = Limusín; PI = Pirenaico; AS = Asturiano.

Figure 1. Evolution of meat color variables by genotype and ageing time from young bulls from 4 Retinto crosses.

Tabla 2. Efecto del cruce (C) y tiempo de maduración (T) sobre la textura de la carne de terneros procedentes de 4 cruces de Retinto
Table 2. Effect of breed sire and ageing time on meat texture parameters from four Retinto crossed young bulls

	Cruce					Valor de P		
	Retinto	Limusín	Pirenaico	Asturiano	e. s.	C	T	CxT
Carga máxima WB[1] (N)								
1 día	46,06^{bcx}	38,22^{cx}	69,58^{ax}	57,82^{bx}	4,61			
7 días	39,20^{abx}	36,26^{bx}	45,08^{ay}	39,20^{aby}	2,45	0,001	0,001	0,001
21 días	27,44^{cy}	32,34^{bx}	38,22^{ay}	38,40^{ay}	2,65			
Compresión-Esfuerzo[2] (N/cm^2)								
Al 20%								
1 día	8,2^{ab}	6,2^{b}	12,1^{a}	8,7^{ab}	1,01			
7 días	5,0	4,1	4,8	5,4	0,87	0,02	0,001	0,12
21 días	4,4	4,1	4,5	4,7	0,70			
Al 80%								
1 día	39,3^{a}	27,0^{b}	35,1^{ab}	27,1^{b}	3,16			
7 días	40,8	29,6	30,1	31,9	4,39	0,03	0,86	0,73
21 días	37,4	31,5	33,4	30,7	3,03			
Al 100%								
1 día	49,5^{a}	33,3^{b}	42,5^{ab}	35,9^{ab}	3,73			
7 días	54,6	37,8	40,8	43,5	6,13	0,03	0,35	0,85
21 días	49,3	40,2	45,5	38,6	3,78			

[1] Carne cruda; [2] Carne cocinada; [3] Error estándar; a, b, Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias entre cruces (P < 0,05); x, y, Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias entre tiempos de maduración (P < 0,05).

con las ofrecidas por otros autores para animales y tiempos de maduración similares. Así, Albertí *et al.* (1995a) señalan valores de 3,8 Kg/cm^2 para Retintos sacrificados a 460 Kg., Sañudo *et al.* (1998), Campo *et al.* (1999b) y Panea (2002) describen valores de entre 3,6 Kg/cm^2 y 5,6 Kg/cm^2 en las razas Retinta, Pirenaica y Asturiana de los Valles y Oliván *et al.* (2003) ofrecen valores de 5,1 Kg/cm^2 para la Asturiana de los Valles y de 5,5 Kg/cm^2 para la Pirenaica.

Se encontraron diferencias entre los cuatro cruces en los valores de las tres variables medidas con la célula de compresión, pero sólo a 1 día de maduración. La carne del cruce con Pirenaico presentó los valores más altos para el esfuerzo al 20%, significativamente diferentes de los del cruce con Limusín. En cuanto al esfuerzo al 80%, los cruces con Asturiano y Limusín presentaron valores significativamente menores que el cruce con Retinto; y en el es-

fuerzo al 100%, el cruce con Retinto presentó los valores máximos, (49,5 N), significativamente diferentes a los del cruce con Limusín. Los valores encontrados para el esfuerzo al 20% y al 80% son similares a los descritos por otros autores en animales de características similares. Así, para el esfuerzo al 20%, Campo *et al.* (2000) o Sañudo *et al.* (2004) describen valores de 4,24 a 6,1 N/cm^2, trabajando con varias razas españolas y Altarriba *et al.* (2005), valores de 6,38 N/cm^2 para la raza Pirenaica. En cuanto al esfuerzo al 80%, Campo *et al.* (2000) y Sañudo *et al.* (2004) encontraron valores de 25,12 a 49,6 N/cm^2 y Altarriba *et al.* (2005), valores de 27,36 N/cm^2.

El efecto de la raza sobre la calidad de la carne ha sido ampliamente descrito. Así, Campo *et al.* (1999b) y Panea (2002) señalan que existen diferencias entre razas para las variables de textura, tanto en el ensayo de Warner-Bratzler como en compresión.

La carga máxima WB disminuyó a lo largo de la maduración (P < 0,001). Este descenso fue más intenso durante los siete primeros días, en los que disminuyó un 24,5% (68,7% del descenso total), pasando de 52,9 N a 40,0 N, mientras que de los 7 a los 21 días disminuyó un 14,8% (31,3% del descenso total), quedando en valores de 34,0 N. Del mismo modo, el esfuerzo al 20% disminuyó con el tiempo de maduración (P < 0,001), especialmente en los primeros siete días, en los que pasó de 8,8 N/cm^2 a 4,8 N/cm^2, para estabilizarse posteriormente y quedar a los 21 días en 4,4 N/cm^2. La medida de la fuerza de compresión al 20% en carne cruda está relacionada con el esfuerzo debido a las miofibrillas (Lepetit y Culioli, 1994). El efecto de la maduración sobre la textura ha sido perfectamente estudiado y se ha demostrado que a medida que la carne madura, la fuerza de cizalla y la fuerza de compresión al 20% descienden (Monsón *et al.*, 2003; Sañudo *et al.*, 2001) y que este efecto es mayor en los primeros días (White *et al.*, 2004). Este efecto se debe a la acción de las enzimas sobre el sistema miofibrilar (Koohmaraie, 1994; Dransfield, 1994).

Sin embargo, la maduración no afectó al esfuerzo al 80%, que está relacionado con el contenido de colágeno. La mayoría de los autores están de acuerdo en que durante los primeros días, si la maduración se realiza en refrigeración, no existe efecto sobre el tejido conjuntivo (Nishimura *et al.* 1998), pero si la carne se madura a 37 ºC durante varias horas, actúan las enzimas lisosomales y se reduce la dureza debida al tejido conjuntivo (Wu *et al.*, 1981). En el presente estudio no se hallaron diferencias entre cruces para el contenido en colágeno (Tabla 1). El esfuerzo al 100% está mejor correlacionado con la fuerza de compresión al 80% (r = 0,96; P < 0,001) que con la fuerza de compresión al 20% (r = 0,35; P = 0,0009) lo que explica que el comportamiento de ambas variables sea similar (Panea, 2002).

Frecuentemente se ha dicho que la correlación entre las variables medidas con la célula de WB y las variables medidas en compresión es baja. En el presente estudio, la carga máxima WB está correlacionada positivamente con el esfuerzo al 20% (r = 0,60, P = 0,001) mientras que no se correlacionó con el esfuerzo al 80% (r = -0,08; P = 0,46). Panea (2002) encontró una correlación positiva entre carga máxima y esfuerzo al 20% en animales de genotipo culón (Asturiana de los Valles, r = 0,541). Asimismo, encontró correlaciones positivas entre la conformación y la fuerza de compresión al 100% (r = 0,598) y entre conformación y fuerza de compresión al 20% (r = 0,608) en animales de raza Asturiana de los Valles, una correlación positiva entre conformación y fuerza a compresión al 100% (r = 0,727) en la raza Retinta y una correlación negativa entre conformación y fuerza a compresión al 20% (r = -0,583) en la raza Pirenaica. Por lo tanto, podría decirse que en los animales de genotipo culón, el sistema miofibrilar es más importante que el tejido conjuntivo en la determinación de las ca-

racterísticas de textura en carne cocinada, mientras que en las razas de tipo rústico se da la situación contraria, exhibiendo las razas no hipertróficas de aptitud cárnica un comportamiento intermedio (Panea, 2002).

Capacidad de retención de agua: pérdidas por presión, por goteo y por cocinado

La Tabla 3 muestra las medias de las pérdidas por presión, goteo y cocinado en función del cruce y tiempo de maduración. El cruce afectó a las pérdidas por presión (P = 0,05). La interacción entre el cruce y el tiempo de maduración afectó a las pérdidas por goteo y a las pérdidas por cocinado (P < 0,001).

Queda patente que la técnica utilizada influye enormemente en los resultados obtenidos. En la pérdidas por presión, puede verse que el cruce con Retinto tendió a presentar los valores más bajos y el cruce con Pirenaico los valores más altos, registrándose valores intermedios en los otros dos cruces. En otros estudios también se han encontrado diferencias entre razas en terneros cebados a pienso (Albertí *et al.*, 1995b; Albertí *et al.*, 1995a; Sañudo *et al.*, 1999) y los porcentajes de agua perdida del presente trabajo son similares a los reflejados en los trabajos citados.

Las pérdidas de agua por goteo no presentaron diferencias entre cruces, aunque a las 24 horas tendieron a ser menores en los cruces con Asturiano y Pirenaico que en los cruces con Retinto y Limusín. Las pérdidas por goteo se igualaron a los 4 días entre los cruces, situándose en torno al 3%. Algunos autores señalan que con la maduración se incrementan las pérdidas de agua (Offer y Knight, 1989, Zamora *et al.*, 1996, Ripoll *et al.*, 2013). Sin embargo, Ruiz de Huidobro *et al.* (2003) encontraron que las pérdidas de agua disminuyen entre el primer y el tercer día *post-mortem*, pero permanecen constantes a partir del 6º día. La maduración provoca que los haces de fibras musculares se

Tabla 3. Efecto del cruce (C) y tiempo de maduración (T) sobre la capacidad de retención de agua de la carne de terneros procedentes de 4 cruces de Retinto
Table 3. Effect of breed sire and ageing time on meat water holding capacity from four Retinto crossed young bulls

	Cruce					Valor de P		
	Retinto	Limusín	Pirenaico	Asturiano	e. s.[1]	C	T	CxT
Por presión (%)	18,88^{b}	19,73^{ab}	21,42^{a}	20,03^{ab}	0,596	0,05	–	–
Por goteo (%)								
1 día	1,85^{a}	1,55^{a}	1,41^{ab}	0,94^{b}	0,12	0,46	0,001	0,001
4 días	3,30	3,47	3,08	3,50	0,26			
Por cocinado (%)								
1 día	28,02^{ab}	26,42^{b}	32,73^{a}	28,83^{b}	1,205			
7 días	29,91^{a}	29,37^{a}	29,06^{a}	22,23^{b}	1,064	0,001	0,08	0,001
21 días	28,41^{a}	29,98^{a}	27,48^{a}	21,90^{b}	0,994			

[1] Error estándar; a, b, Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias entre cruces (P < 0,05); x, y, Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias entre tiempos de maduración (P < 0,05).

vuelvan menos compactos, lo cual permite el movimiento del agua a través de ellos y la pérdida de agua por gravedad, que es la principal causa del goteo (Offer y Knight, 1989). Los valores encontrados en el presente trabajo coinciden con los de otros autores. Así, Albertí *et al.* (2005b) señalan valores en torno al 1% a las 48 h del sacrificio en terneros cruzados de Charolés por Parda de Montaña, Ripoll *et al.* (2013), también en Parda de Montaña, describen valores de entre 1% y 2% a los 2 días de maduración y de entre 4% y 6% a los 7 días de maduración y Chambaz *et al.* (2003) describen valores de entre 2,5 y 4,5% a las 48 h del sacrificio en carne de varias razas europeas.

Con 1 día de maduración, el cruce con Limusín presentó las menores pérdidas por cocinado aunque sólo fue diferente del cruce con Pirenaica, mientras que con 7 y 21 días de maduración, fue el cruce con Asturiano el que perdió menos agua. Al aumentar el tiempo de maduración, las pérdidas de cocinado tendieron a disminuir y pasaron del 29,0% el primer día al 26,9% a los 21 días, pero este efecto fue más notable en los cruces con Pirenaico y Asturiano.

Sañudo *et al.* (1998) o Panea (2002) señalan que no existe un efecto de la raza sobre las pérdidas por cocinado, pero Chambaz *et al.* (2003) sí encontraron diferencias entre razas en carne madurada durante 14 días y señalan además, que las diferencias entre razas fueron mayores para las pérdidas por cocinado que para las pérdidas por goteo. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son superiores a los encontrados por otros autores en animales de características similares. Así, Sañudo *et al.* (1998) señalan pérdidas de alrededor del 12% y Panea (2002) describe pérdidas de entre el 13 y el 16%. Según Panea *et al.* (2008), las pérdidas por cocinado no se ven afectadas ni por el método ni por el tiempo de maduración, pero sí por el espesor de la muestra y, de manera determinante, por el método de cocinado.

Conclusiones

El cruce afectó a la mayoría de las variables estudiadas, encontrándose además interacciones con el tiempo de maduración para el color, la carga máxima WB y las pérdidas por goteo y por cocinado. El efecto del tiempo de exposición fue claro sobre las variables de color. Por su parte, el tiempo de maduración afectó a las pérdidas por goteo, a la carga máxima en WB y al esfuerzo al 20%, pero no al esfuerzo al 80%, lo que parece indicar que su impacto fue mayor sobre el sistema miofibrilar que sobre el colágeno. Los valores de pH estuvieron dentro del rango normal. No hubo diferencias entre cruces ni para la cantidad ni para la solubilidad del colágeno.

El músculo presentó su valor máximo de claridad y croma entre las 4 y las 24 horas del corte, para disminuir después con el tiempo de exposición, mientras que el tono presentó valores ascendentes desde el corte hasta los 13 días, aunque la evolución varió en función del genotipo.

En general, la carne de los animales de raza pura tendió a presentar valores más bajos para las pérdidas por presión y el porcentaje de humedad y valores más altos para las pérdidas por goteo que el resto. El cruce de Limusín produjo carnes con mayor claridad a cualquier tiempo de exposición y tendió a presentar menor carga WB y menor esfuerzo al 20% que el resto, en especial a tiempos cortos de maduración. El cruce de Pirenaica dio lugar a carnes con mayor croma, mayor concentración de pigmentos hemínicos y mayor carga en WB. El cruce con Asturiano de los Valles originó carnes con menor claridad y menores pérdidas por cocinado a tiempos largos, tendiendo a presentar los valores más bajos para croma y menores pérdidas por goteo a tiempos cortos.

La Retinta es una raza que se caracteriza por la calidad de su carne. El interés del cruce con

toros cárnicos es evidente por la mejora en el rendimiento carnicero pero en este estudio no se ha manifestado una mejora notable en la calidad instrumental de su carne.

Bibliografía

Ahumada A (1997). Razas bovinas extranjeras y cruzamientos. En: Vacuno de carne. Aspectos claves. Capítulo 3 Base animal, pp. 135-162. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Albertí P, Sañudo C, Santolaria P, Lahoz F, Olleta JL, Campo, M (1995a). Caracteristicas de la canal y calidad de la carne de añojos de la raza Retinta. Archivos de Zootecnia 44: 283-295.

Albertí P, Sañudo C, Santolaria P (1995b). El cebo de terneros con pienso. Bovis, 63, 43-51.

Albertí P, Sañudo C, Olleta JL, Campo MM, Panea B, Franco J, Lahoz F (1999). Color del músculo y de la grasa subcutánea de terneros de siete razas españolas. Información Técnica Económica Agraria (ITEA), 20: 80-82.

Albertí P, Ripoll G, Goyache F, Lahoz F, Olleta JL, Panea B, Sañudo C (2005a). Carcass characterisation of seven Spanish beef breeds slaughtered at two commercial weights. Meat Science 71(3): 514-521.

Albertí P, Ripoll G, Casasús I, Blanco M, Chapullé JL, Santamaría J (2005b). Efecto de la inclusión de antioxidantes en dietas de acabado sobre la calidad de carne de terneros. Información Técnica Económica Agraria (ITEA) 101(2): 91-100.

Albertí P (2012). Influencia de la alimentación con altos niveles de ácidos grasos insaturados en la calidad de la canal y de la carne de terneros sacrificados a dos niveles de acabado. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 195 pp.

Altarriba J, Varona L, Moreno C, Yague G, Sañudo C (2005). Consequences of selection for growth on carcass and meat quality in Pirenaica cattle. Livestock Production Science, 95: 103-114.

A.O.A.C. (2000). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, VA, EE. UU., W. Horwitz, G.Latimer.

AOCS Am5-04. Official Procedure Am 5-04. Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent. extraction. https://ankom.com/media/documents/CrudeFat_0504_013009.pdf

Aparicio F, Mata C. (1987). Despiece y composición de la canal de añojo de la raza Retinta y cruce de Charolés x Retinto. Archivos de zootecnia 36(136): 283-298.

Arthur PF (1995). Double muscling in cattle: a review. Australian Journal of Agricultural Research 46: 1493-1515.

Blanco M, Jurie C, Micol D, Agabriel J, Picard B, Garcia-Launay F (2013). Impact of animal and management factors on collagen characteristics in beef: A meta-analysis approach. Animal 7(7): 1208-1218.

Boocard R, Bordes P (1986). Caracteristiques qualitatives et technologiques des viandes bovines: influence des facteurs de porduction. En: "Production de viande bovine". Exposés et tables ronces del sXV journées du Grenier de Theix. INRA. París, Francia, pp. 61-84.

Bonnet M, Kopp J (1984). Dosage du collagene dans les tissues conjonctifs de la viande et les produits carnés. Viandes et Produits Carneés 7(6): 263-266.

Cabrero M (1991). Estructura y composición de la canal como determinante de su calidad. Bovis 38: 9-37.

Campo M M, Sanudo C, Panea B, Albertí P, Santolaria P (1999a). Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. Meat Science 51(4): 383-390.

Campo MM, Panea B, Olleta JL, Sañudo C, Beltrán JA, Piedrafita J (1999b). Características texturales de siete razas-sistemas de producción españoles. Información Técnica Económica Agraria (ITEA) Vol. Extra 20: 20-22.

Campo MM, Santolaria P, Sañudo C, Lepetit J, Olleta JL, Panea B, Albertí P. (2000). Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science 55(4): 371-378.

Crouse JD, Cross HR, Seideman SC (1985). Effects of sex condition, genotype, diet and carcass

electrical stimulation on the collagen content and palatability of two bovine muscles. Journal of Animal Science 60(5): 1228-1234.

Chambaz A, Scheeder MRL, Kreuzer M, Dufey PA (2003). Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limusin steers compared at the same intramuscular fat content. Meat Science 63(4): 491-500.

Christensen M, Ertbjerg P, Failla S, Sañudo C, Richardson RI, Nute GR, Olleta JL, Panea B, Albertí P, Juárez M, Hocquette JF Williams JL (2011). Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. Meat Science 87(1): 61-65.

De Smet S, Claeys E, Buysse G, Lenaerts C Demeyer D (1998). Tenderness measurements in four muscles of Belgian Blue normal and double-muscled bulls. Proceedings of 44th International Congress of Meat Science and Technology, 1 de septiembre. Barcelona, España, pp 28-29.

Dransfield E (1994). Optimization of tenderization, aging and tenderness. Meat Science, 36(1-2), 105-121.

Grau R, Hamm R (1953). Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. Naturwissenschaften 40(1): 29-30.

Honikel KO (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 49(4), 447-457.

Illescas JL, Ferrer S, Bacho O (2009). Vacuno guía práctica: Vacuno de carne. Disponible en http://www.mercasa.es/files/multimedios/1411409751_03VACUNOCARNE.pdf (Ed.): MERCASA.

Indurain G, Beriain MJ, Sarries MV, Insausti K (2010). Effect of weight at slaughter and breed on beef intramuscular lipid classes and fatty acid profile. Animal 4(10): 1771-1780.

Jeremiah LE, Martin AH (1982). The influences of breed of sire and sex on bovine intramuscular collagen content and solubility after various intervals of postmortem aging. Canadian Journal of Animal Science 62(1): 77-84.

Jeremiah LE, Murray AC (1984). The influence of anatomical location within the longissimus dorsi muscle on overall tenderness and on the concentration and solubility of intramuscular collagen. Canadian Journal of Animal Science 64(4): 1045-1047.

Koohmaraie M (1994). Muscle proteinases and meat aging. Meat Science 36(1-2): 93-104.

Kopp J, Bonnet M (1982). Le tissue conjontif musculaire. Bulletin Technique du INRA 48: 34-37.

Lepetit J, Culioli J (1994). Mechanical-Properties of Meat. Meat Science 36(1-2), 203-237.

Maltin CA, Sinclair KD, Warriss PD, Grant CM, Porter AD, Delday MI, Warkup CC (1998). The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on the biochemical properties, muscle fibre type characteristics and eating quality of bull beef from suckled calves. Animal Science 66: 341-348.

Mancini RA, Hunt MC (2005). Current research in meat color. Meat Science 71: 100-121.

McDougall DB (1982). Changes in the colour and opacity of meat. Food Chemistry 9: 74-88.

Monsón F, Sañudo C, Panea B, Olleta JL, Albertí P, Sierra I (2003). Ageing effect on meat texture in four different cattle breed types. Proceedings of 49th International Congress of Meat Science and Technology, 31 de agosto a 5 de septiembre, Campinas, Brasil, pp. 145-146.

Nishimura T, Liu A, Hattori A, Takahashi K (1998). Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef. Journal of Animal Science 76(2): 528-532.

Offer G, Knight, P (1989). En Developments in Meat Science (Ed. R. Lawrie). Nueva York, EE. UU. Elsevier Applied Science Publishers.

Oliván M (2000). Orientaciones metodológicas para el análsiis sensorial de los alimentos. Unidad de Transferencia y Coordinación del SERIDA. Consejería Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias. Serie Informes Técnicos 1, p. 12.

Oliván M, Martínez-Cerezo S, de la Roza B, Osoro K, Albertí P, Mocha M, Martínez MJ, Panea B, Olleta JL, Sañudo C (2003). Aplicación del análisis instrumental y de la espectroscopía en el infrarrojo cercano para identificar la raza de origen de la carne. Información Técnica Económica Agraria (ITEA) 24: 67-69.

Önenç A, Sañudo C, Negueruela AI, Albertí P, Olleta JL, Campo MM (1999). Estudio sobre la influencia de raza, dieta y pH último sobre el color de la carne de ganado vacuno a lo largo de la maduración. Información Técnica Económica Agraria (ITEA) 20: 23-25.

Panea B (2002). Influencia de la raza-sistema productivo sonre el tejido conjuntivo y la textura de la carne bovina. Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza, Facultad de Veterinaria. 226 pág.

Panea B, Albertí P, Olleta JL, Campo MM, Ripoll G, Altarriba J, Sañudo C (2008). Intrabreed variability and relationships for 41 carcass and meat traits in Pirenaica cattle. Spanish Journal of Agricultural Research 6(4): 546-558.

Resconi VC (2007). The effect of diet on vitamin E concentration, colour shelf life and lipid oxidation during simulated retail display in beef steaks from different production systems Unpublished Tesis master, CIHEAM, Zaragoza, España.

Ripoll G, Panea B, Albertí P (2012). Visual appraisal of beef: Relationship with CIELab colour space. Informacion Técnica Económica Agraria (ITEA) 108(2): 222-232.

Ripoll G, Albertí P, Casasús I, Blanco M (2013). Instrumental meat quality of veal calves reared under three management systems and color evolution of meat stored in three packaging systems. Meat Science 93(2): 336-343.

Robelin J (1986). Bases physiologiques de la production de viande: croissance et developpment des bovins. En: Production de viande bovine (Ed. D. Micol). INRA-París, Francia, pp. 35-60.

Ruiz de Huidobro F, Miguel E, Blázquez B (2003). Callidad de la canal y de la carne del cabrito de Guadarrama. FEAGAS 23, 110-114.

Sañudo C, Albertí P, Campo MM, Olleta JL, Panea B (1998). Calidad instrumental de la carne de bovino de siete razas españolas. Archivos de Zootecnia, 48, 397-402.

Sañudo C, Albertí P, Franco J, Olleta JL, Campo MM, Panea B, Lahoz F, Jaime J, Pardo, JJ, Tena R. (1999). Calidad instrumental de la carne de siete razas bovinas españolas. Eurocarne 73: 37-54.

Sañudo C, Macíe ES, Panea B, Olleta J L, Campo M M, Albertí P. (2001). The effect of breed-type and slaughter weight on meat texture throughout ageing. Proceedings of 47th International Congress of Meat Science and Technology, 26 a 31 de agosto, Cracovia, Polonia, pp. 24-25.

Sañudo C, Macie ES, Olleta JL, Villarroel M, Panea B, Albertí P. (2004). The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science 66(4): 925-932.

Seideman SC (1986). Methods of expressing collagen characteristics and their relationship to meat tenderness and muscle fiber types. Journal of Food Science: 51(2): 273-276.

Serra X, Gil M, Gispert M, Guerrero L, Oliver MA, Sanudo C, Campo MM, Panea B, Olleta JL, Quintanilla R, Piedrafita J (2004). Characterisation of young bulls of the Bruna dels Pirineus cattle breed (selected from old Brown Swiss) in relation to carcass meat quality and biochemical traits. Meat Science 66: 425-436.

Stanton C, Light N. (1988). The effects of conditioning on meat collagen. 2. direct biochemical-evidence for proteolytic damage in insoluble perimysial collagen after conditioning. Meat Science 23: 179-199.

Vieira C, García-Cachán, MD, Recio MD, Domínguez M, Sañudo C (2006). Effect of ageing time on beef quality of rustic type and rustic x Charolais crossbreed cattle slaughtered at the same finishing grade. Spanish Journal of Agricultural Research 4: 225-234.

White A, O'Sullivan A, O'Neil EE y Troy DJ (2004). The significance of sarcomere length and proteolysis on the tenderness of bovine M. Longissimus dorsi. Proceedings of 50th International Congress of Meat Science and Technology, 8-13 agosto, Helsinki, Finlandia, pp. 297-299.

Wu JJ, Dutson TR, Carpenter ZL (1981). Effect of postmortem time and temperature on the release of lysosomal enzymes and their possible effect on bovine connective tissue components of muscle. Journal of Food Science 46(4): 1132-1135.

Zamora F, Tassy C, Canistro J, Lepetit J, Lebert A, Dransfield E, Ouali A (1996). Endogenous muscle characteristics related to meat toughness. Proceedings of 42nd International Congress of Meat Science and Technology. Lillehammer, Noruega, pp. 418-419.

(Aceptado para publicación el 13 de noviembre de 2015)

Integración Horizontal de los Mercados de Merluza y Rape

E. Martin[1,*] e I. del Valle[2]

[1] Departamento de Economía Financiera II, E. U. de Estudios Empresariales de Donostia, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Plaza de Oñati, 1 20018, Donostia – San Sebastián

[2] Departamento de Economía Aplicada V, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Avda. Lehendakari Agirre, 83 48015, Bilbao

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar si las dos principales especies de la Pesquería del Gran Sol (rape y merluza) constituyen un único mercado horizontalmente integrado en el espacio de los productos. Se utiliza un enfoque de cointegración basado en datos mensuales de precios de primera venta para el periodo 2003-2010. Los principales resultados evidencian que los mercados de ambas especies están cointegrados y por lo tanto, constituyen un mercado único. No existe causalidad bidireccional y la merluza es la especie líder.

Palabras clave: Cointegración, modelo de corrección de error, causalidad, pesquería Gran Sol.

Abstract
Horizontal Integration of Hake and Monkfish Markets

The aim of this paper is to analyze whether the two main species of the fishery of the Grand Sole (monkfish and hake) constitute a horizontally integrated single market in the products' space. A cointegration approach is used based on monthly price data of first sale for the period 2003-2010. The main results show that the markets of both species are cointegrated and therefore, constitute a single market. There is no bidirectional causality and hake is the leading species.

Key words: Cointegration, error correction model, causality, Grand Sole fishery.

Introducción

La merluza y el rape son las principales especies objetivo de la flota del Gran Sol, aportando un elevado porcentaje tanto en las capturas como en el valor. La flota del Gran Sol está constituida por 175 buques, de los cuales el 75% están vinculados a puertos gallegos, mientras que el 25% proceden del País Vasco. Se trata de barcos que operan a media distancia, con mareas que duran un promedio de 14 días. En el caso de Galicia[1],

* Autor para correspondencia: eneko.martin@ehu.eus

http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.019

1. Las capturas de merluza representan el 14,7% del total desembarcado y las del rape el 2,9% para el periodo de estudio, respectivamente. Además, la merluza representa un 24,2% del total de pescado fresco consumido en España y es la variedad más consumida, por un 4,3% del rape (2009). Por lo que los resultados avalan que la merluza es la especie líder.

merluza y rape suponen un 35% del importe total de los ingresos totales en lonja para el periodo estudiado (2003-2010) (CMRM, 2011). Además, son especies muy valoradas en España suponiendo un 31% del gasto total de pescado fresco consumido en los hogares para el año 2009 (MARM, 2010).

Con el fin de analizar el grado de interrelación existente entre los mercados de merluza y rape en este artículo se utiliza el concepto de integración horizontal en el espacio del producto (Asche *et al*., 2004), definido a partir del concepto econométrico de cointegración (Engle y Granger, 1987; Johansen, 1988). Frente a metodologías alternativas, tales como el análisis de demanda, el enfoque de cointegración tiene la gran ventaja de que tan solo se necesita disponer de series de precios para abordar las distintas dimensiones de la definición empírica de los mercados, entre las que cabe destacar su grado de integración, las potenciales relaciones de liderazgo entre los productos o el grado de sustituibilidad entre los bienes concernidos.

Dos mercados están perfectamente integrados si ambos están cointegrados entre sí, es decir, si existe 1 relación de cointegración y si a partir del contraste de proporcionalidad se cumple la Ley del Precio Único (i.e. precios relativos constantes) (Asche *et al*. 2004; Nielsen, 2005). En las circunstancias descritas (i.e. Cointegración y Ley del Precio Único) merluza y rape se comportarán como sustitutivos perfectos y constituirán un mercado perfectamente integrado. Por su parte, si aún estando cointegrados, no se satisface la Ley del Precio Único, dichos mercados estarían parcialmente integrados, lo que significa que se produce una transmisión incompleta de las variaciones de un precio sobre el otro, provocando desviaciones respecto al precio de equilibrio, sobre todo a corto plazo. En este segundo supuesto, al no poder verificar el cumplimiento de la Ley del Precio Único los mercados de merluza y rape serían sustitutivos imperfectos. Finalmente, en caso de que no haya relación de cointegración, las series de precios no estarán cointegradas, lo que implica que los mercados de merluza y rape no estarían integrados y que los bienes serían independientes. Asimismo, la cointegración es condición necesaria y suficiente de causalidad. La causalidad bidireccional implica que cada mercado emplea información del otro durante el proceso de formación de precios y ausencia de liderazgo, mientras que la evidencia de causalidad unidireccional implica la existencia de liderazgo de uno de los mercados (Sanjuán y Gil, 2001).

En este trabajo se presta especial atención a la estacionalidad. Ciertamente, los precios de la pesca en general, y de las especies analizadas en particular, tienen un marcado carácter estacional. En la pesca el patrón estacional puede originarse por la estacionalidad de la oferta, de la demanda o por una combinación de ambas (Tomek y Robinson, 1990; Rebollo *et al*., 2006). La estacionalidad de oferta se origina por los patrones migratorios de las especies, las variaciones climáticas, sus características biológicas, así como por los mecanismos de regulación asociados a las especies en cuestión (total admisible de capturas, vedas, planes de recuperación, etc.) (Varela y Surís, 2001), mientras que la estacionalidad de demanda está fundamentalmente vinculada con determinados patrones de consumo que conciernen a especies puntuales. El hecho de que las series de precios de la pesca tengan un marcado carácter estacional tiene implicaciones metodológicas relevantes en relación al tratamiento y modelización de las series. En este trabajo se valorará la adopción de técnicas alternativas para el tratamiento de la estacionalidad tales como el procedimiento ARIMA X12 o (en el caso del que el ajuste proporcionado no fuera óptimo) el enfoque de raíces unitarias estacionales (Hylleberg *et al*., 1990; Franses, 1990; Beaulieu y Miron, 1993; Cáceres, 1996).

Entre las aplicaciones de la teoría de la cointegración a los mercados pesqueros destacan, entre otros, las aportaciones de Asche *et al*. (1999, 2004, 2007), Jiménez-Toribio y García del Hoyo (2006), Cruz y Ameneiro (2007) y Nielsen *et al*. (2009). El presente artículo se diferencia de ellos y, en este sentido, aporta a la literatura en dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, es el primer trabajo en el que se analiza la dimensión empírica de los mercados merluza y rape. En segundo lugar, ofrece un proceso de desestacionalización alternativo basado en la prueba de bondad de ajuste estacional.

Material y métodos

Enfoque metodológico

Frente a un modelo estático, en el cual se asumen ajustes instantáneos entre los precios, en este trabajo se utiliza un modelo teórico dinámico mediante el cual los mercados disponen de tiempo para ajustar sus precios a los cambios. Dentro del marco analítico de Vectores Autorregresivos (VAR) que incluyen un término de corrección de error (VCE), y haciendo uso de las metodologías de Cointegración de Engle-Granger y Johansen, se analiza si los precios tienen una trayectoria común en el largo plazo.

El modelo teórico estático de referencia en la literatura sobre la integración de mercados (Asche *et al*., 2002; Guillotreau, 2003) se resume en la ecuación (1):

$$\ln P_{mt} = \alpha + \beta \ln P_{rt} + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde $\ln P_m$ es el logaritmo del precio de la merluza y $\ln P_r$ el logaritmo del precio del rape, ε_t es una perturbación aleatoria ruido blanco, α representa el logaritmo del coeficiente de proporcionalidad y β es la elasticidad de transmisión, que sufre el incremento o disminución del precio que se considera variable dependiente (P_m) ante un cambio de un 1% en el precio del mercado establecido como variable independiente (P_r). Mientras que en el caso de un análisis de integración horizontal espacial α capturaría los costes de transporte (Stigler, 1969) en nuestro caso, α reflejaría las diferencias de calidad (Stigler y Sherwin, 1985).

El enfoque estático parte del supuesto de ajustes instantáneos en los precios. Sin embargo, diversos factores justifican la existencia de ciertos retrasos en la respuesta de los precios, tales como el tiempo requerido por los mercados para ajustarse a la nueva información y a los cambios en las condiciones de oferta y demanda (Goodwin y Schroeder, 1991) o incluso la posibilidad de almacenamiento para algunos productos. Teniendo en cuenta que los mercados requieren cierto tiempo para ajustar sus precios a las condiciones cambiantes de equilibrio, una extensión directa del enfoque anterior consiste en la especificación de modelos dinámicos. Desde esta perspectiva, el concepto de transmisión de precios se amplía para considerar tanto el tiempo y la velocidad de ajuste requeridas por los mercados para ajustarse a los cambios experimentados en un determinado mercado, como la magnitud relativa de la respuesta (incremento o disminución) del precio de cada mercado (Dahlgran y Blank, 1992). La introducción de ajustes dinámicos entre los precios ha sido abordada mediante diversos enfoques: el concepto de causalidad en el sentido de Granger (Adamowicz *et al*., 1984) donde se puede decir si existe una relación de causalidad unidireccional o bidireccional entre dos mercados, o la utilización de modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) donde todos los precios incluidos en el sistema se consideran como endógenos, es decir, cada precio viene explicado por su propio pasado y por el del resto de precios del sistema.

En este trabajo en el enfoque de cointegración se emplea el método bietápico de Engle-Granger (Engle y Granger, 1987) y el procedi-

miento de máxima verosimilitud de Johansen (Johansen, 1988; Johansen y Juselius, 1990). Este último se basa en el modelo de corrección de error (VCE), que a diferencia del VAR, se caracteriza por contener variables cointegradas, es decir, variables que guardan una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas, y pese a que dichas variables tengan fluctuaciones en el corto plazo, con el paso del tiempo retornarán a dicho equilibrio. La condición necesaria para que exista una relación de cointegración es que ambas variables sean integradas del mismo orden. Además, cuando dos variables están cointegradas la relación de equilibrio a largo plazo que vincula a ambas variables es estacionaria, es decir, dos variables integradas pueden moverse y evolucionar de manera similar y la distancia entre ellas puede ser estacionaria (Granger, 2004).

Por lo tanto, suponiendo que P_t sea un vector que contenga 2 series de precios entre las cuales se desea analizar si existe o no una relación de cointegración, el modelo se puede escribir del siguiente modo:

$$\Delta P_t = \mu + \sum_{i=1}^{n-1} \Gamma_i \Delta P_{t-1} + \prod P_{t-n} + u_t \,;\, t = 1, \dots, T \qquad (2)$$

donde Γ_i = Matrices de orden 2x2 de coeficientes a estimar (i = 1,…, n-1) y Π = Matriz 2x2 de coeficientes a largo plazo. Así, Π es la solución de equilibrio a largo plazo de la ecuación (2), es decir, la matriz Π o matriz de impactos recoge la posible relación de cointegración. En el caso de que las dos variables estén cointegradas, el rango de $\Pi = \alpha\beta'$ es igual a 1 y α y β son vectores de dimensión 2x1, recogiendo β las r relaciones de cointegración y representando los parámetros de α la velocidad del ajuste de las variables dependientes hacia el equilibrio a largo plazo recogido en el término βP_{t-n}. Por otro lado, imponiendo la restricción de que el vector de cointegración sea β = (1,-1) se obtiene el test de proporcionalidad entre los precios de las dos variables estudiadas.

Del mismo modo, se estudia la causalidad en el sentido de Granger, ajustada por el procedimiento de Toda y Yamamoto (1995). Estos autores proponen un procedimiento que requiere la estimación de un VAR aumentado, garantizando la distribución asintótica del estadístico de Wald (distribución asintótica: χ^2), puesto que el contraste es robusto a las propiedades de integración y cointegración.

Se utiliza un VAR bivariante (m+dmax) compuesto por P_m y P_r:

$$\Delta P_{m,t} = \mu_m + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{mi} \Delta P_{m,t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+dmax} \alpha_{mi} \Delta P_{m,t-i} + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{ri} \Delta P_{r,t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+dmax} \alpha_{ri} \Delta P_{r,t-i} + u_{mt}$$

(3)

$$\Delta P_{r,t} = \mu_r + \sum_{i=1}^{m} \beta_{ri} \Delta P_{r,t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+dmax} \beta_{ri} \Delta P_{r,t-i} + \sum_{i=1}^{m} \beta_{mi} \Delta P_{m,t-i} + \sum_{i=m+1}^{m+dmax} \beta_{mi} \Delta P_{m,t-i} + u_{rt}$$

donde $P_{m,t}$ y $P_{r,t}$ son las dos variables entre las que se desea determinar la relación de causalidad; μ_m, α_{mi}, α_{ri}, μ_r, β_{ri} y β_{mi} y son los parámetros del modelo; dmax es el máximo or-

den de integración factible; por último, μ_{mt} y μ_{rt} son los residuos ruido blanco. La hipótesis nula de no causalidad entre $P_{m,t}$ y $P_{r,t}$ se expresa como Ho: α_{ri}, $\forall$ i = 1, 2, ..., m. Y la hipótesis nula de no causalidad entre $P_{r,t}$ y $P_{m,t}$ es Ho: β_{mi}, $\forall$ i = 1, 2, ..., m.

Finalmente, para completar el estudio de la relación a corto plazo entre las variables se emplean las funciones de impulso-respuesta, obteniendo una idea de cómo se ajustan las variables en el corto plazo hasta alcanzar la relación de equilibrio y el sentido de la relación de causalidad a corto plazo entre ellas.

Análisis estadístico

En este trabajo se utilizan precios en primera venta[2] de merluza (P_m) y rape (P_r) (€) de frecuencia mensual procedentes de Galicia (CMRM, 2011) deflactados con base a 2006 durante el periodo 2003-2010. Los valores medios de P_m y P_r son respectivamente 3,84 € y 5,27 €. En la Figura 1 se muestran los gráficos Box-Plot por año y por mes de ambas series. Durante la totalidad del periodo analizado $P_r > P_m$, manteniendo un comportamiento análogo en sus oscilaciones mensuales. Es decir, cuando P_r varía, el P_m varía en una proporción similar. Asimismo, se observa un comportamiento estacional tanto en mediana como en rango intercuartílico. La variabilidad de los precios en diciembre es muy grande, siendo similar para el resto de meses. Así, enero muestra precios altos pero hay algún valor bajo que indica el cambio de tendencia en los precios que se da en febrero. Por lo tanto, el mes más caro, en global, es diciembre y el más barato febrero.

Resultados y discusión

Análisis de cointegración

El análisis empírico se basa en un modelo de cointegración en cuatro etapas. En la primera etapa se aborda el análisis del componente estacional mediante los gráficos Buys-Ballot y distintos test de detección de estacionalidad. En una segunda fase se procede a la desestacionalización de ambas a partir del procedimiento ARIMA X12 y a analizar la calidad del ajuste resultante. En la tercera fase, con el fin de detectar la existencia de raíces unitarias o tendencias estocásticas en cada una de las series y como etapa previa al análisis de cointegración, se analiza la estacionariedad de las series desestacionalizadas. Finalmente, se abordará la dimensión empírica de los mercados a partir del enfoque de cointegración de Engle-Granger y Johansen.

Se han transformado las series de P_m y P_r para estabilizar sus respectivas varianzas tomando logaritmos neperianos, trabajando, en adelante, con las series transformadas (LP_m y LP_r). Como se aprecia en los gráficos de la Figura 2, la dispersión se estabiliza en un valor independiente de la media. A partir de un contraste t de existencia de tendencia determinista, para LP_r (t = -0,06; P = 0,95) y LP_m (t = -0,21; P = 0,83), se llega a la conclusión de la no existencia de tendencia determinista para ninguna de las dos series analizadas.

En la Figura 3 se ilustran los gráficos de Buys-Ballot. Las sendas estacionales se representan para ambas series y para dos trienios diferentes de la muestra. En general, P_r y P_m son mayores durante el principio y el final del año. La estructura de las líneas evoluciona de forma paralela, sin producirse excesivos cruces entre unas y otras. Por lo tanto, se puede

2. En España la venta de pescado en lonja debe hacerse mediante subasta pública, siendo el sistema tradicional en la pesca el de subasta a la baja.

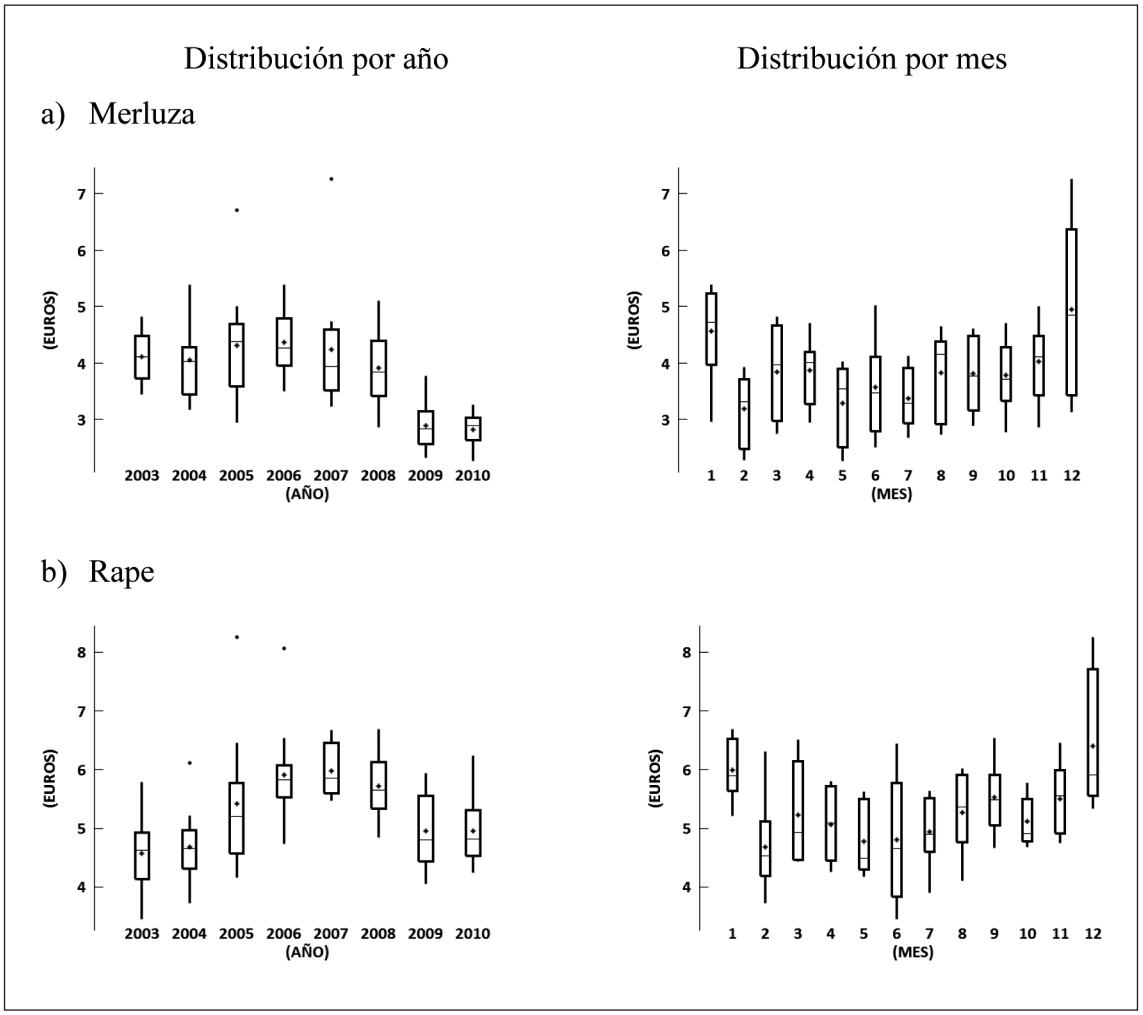


Figura 1. Gráficos Boxplot de los precios de Rape (P_r) y Merluza (P_m).
Figure 1. Boxplot graphs of monkfish (P_r) and hake (P_m) prices.

afirmar que las series de precios presentan un carácter estacional determinista.

En la Tabla 1 se realizan pruebas alternativas de estacionalidad para LP_r y LP_m. Los resultados evidencian presencia de estacionalidad estable tanto a partir de un contraste paramétrico (Test F) al 0,1% como por medio del contraste no paramétrico de Kruskal-Wallis (al 1% de significación). Se realiza un contraste de estacionalidad evolutiva al 5% de significación mediante el Test F, basado en un análisis de la varianza con dos factores (mes y año), en el que se contrasta la hipótesis nula de que la estacionalidad no evoluciona con el paso de los años, no evidenciando una evolución de la estacionalidad con el paso del tiempo, lo que ocasionaría que las proyecciones del ARIMA X12 fueran de mala calidad. Por último, se dispone de un contraste

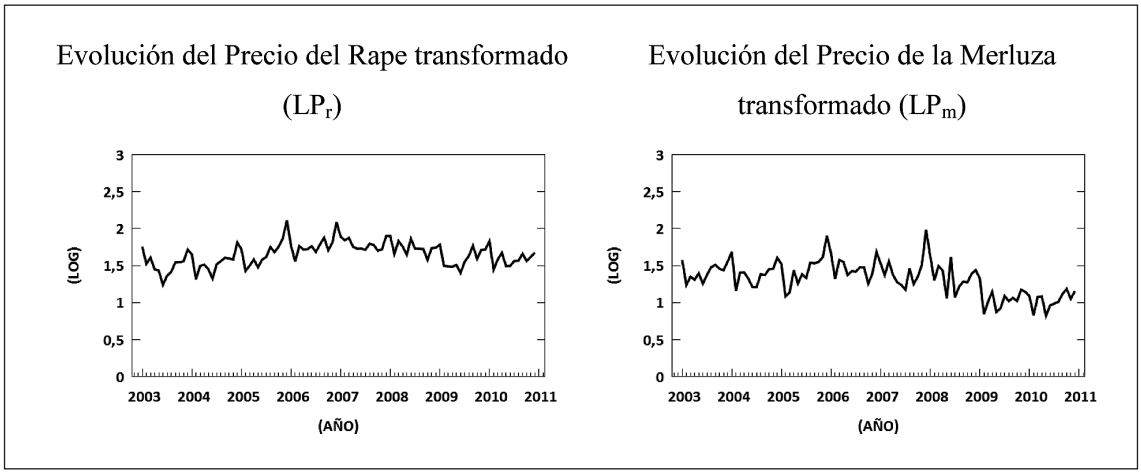


Figura 2. Series temporales del precio del rape (P_r) y la merluza (P_m).
Figure 2. Time series of monkfish (P_r) and hake (P_m) price.

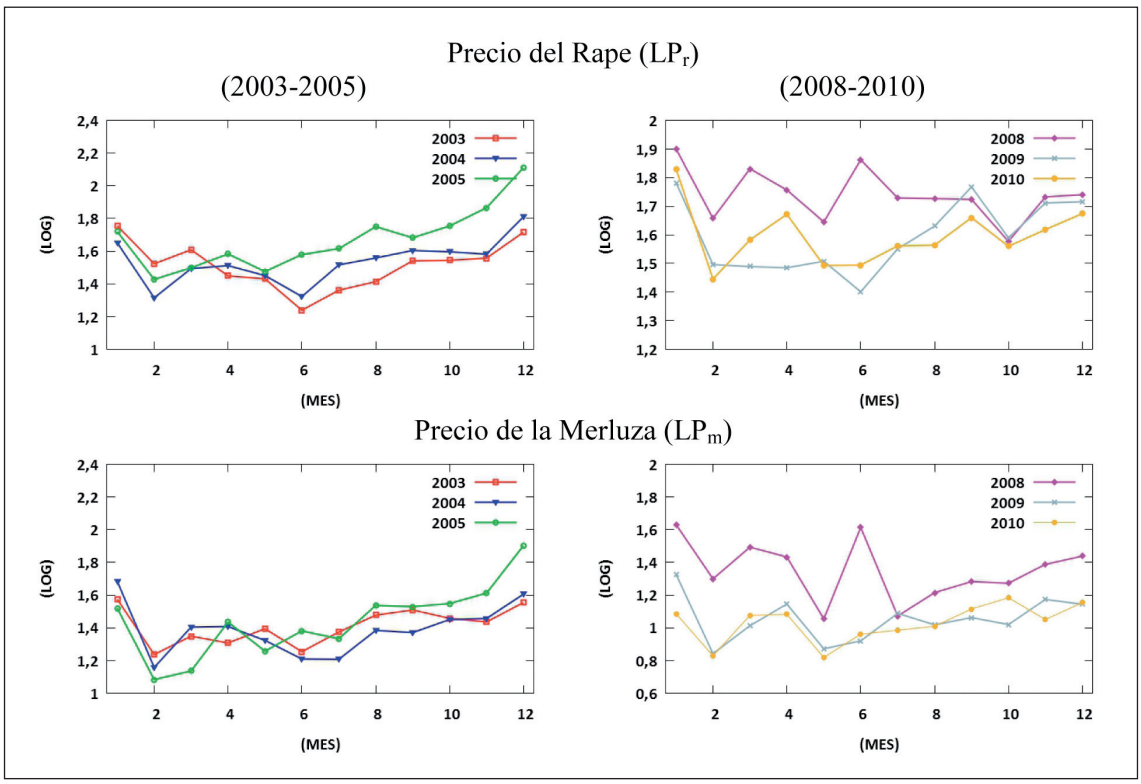


Figura 3. Gráficos "Buys-Ballot" de las series de precios del rape y la merluza.
Figure 3. "Buys-Ballot" graphs of monkfish and hake price series.

Tabla 1. Contrastes de estacionalidad para el logaritmo del precio de rape (LP_r) y merluza (LP_m)
Table 1. Seasonality tests for logarithm of the price of monkfish (LP_r) and hake (LP_m)

	Estacionalidad			
	Estable (Ho: Presencia)		Evolutiva (Ho: No presencia)	Identificable
	Test F	Kruskal-Wallis	Test F	Test combinado
LP_r	18,60 ***	66,54 **	1,12 *	Presencia
LP_m	21,68 ***	70,50 **	1,25 *	Presencia

de presencia de estacionalidad identificable elaborado a partir de los valores de los estadísticos de los tres contrastes anteriores, el cual determina si el componente estacional ajustado es o no identificable. En ambos casos hay presencia de estacionalidad identificable. Por lo tanto, en las series del rape y la merluza hay presencia de estacionalidad estable, no hay evidencia de estacionalidad evolutiva y si hay presencia de estacionalidad identificable.

En consecuencia, una vez examinadas las dos series mediante los gráficos Buys-Ballot y los diversos contrastes de estacionalidad, se llega a la conclusión de que las series LP_r y LP_m presentan un patrón estacional relativamente estable. Por lo que se procede a su desestacionalización mediante el procedimiento ARIMA X12 y al análisis de la calidad del ajuste estacional a partir de los estadísticos M1-M11 y Q incluidos en la Tabla 2. El estadístico Q, varía entre 0 y 3, y el ajuste estacional solo es aceptable si Q es menor que 1; por tanto, cuanto más cercano a 0 esté el valor de Q, mejor es la calidad de la desestacionalización. Un estadístico M no puede evaluar la calidad del ajuste estacional por sí solo. Si los 11 estadísticos de calidad del ajuste estacional son rechazados (son mayores que 1), el ajuste no es aceptable. Pero si algunos de los 11 estadísticos no son rechazados, es necesario recurrir al estadístico Q (promedio ponderado de los estadísticos M) que permita tomar una decisión frente a situaciones como ésta.

La mayoría de los estadísticos $M_i<1$ (i = 1, ...,11) para ambas series. Tan solo violan dicha premisa M3 (1,185) en el caso del rape y M3 (1,073) y M5 (1,101) en el de la merluza. Además, si se valoran los estadísticos Q de aceptabilidad del ajuste, ambos son inferiores a 1. Por tanto, la calidad global del ajuste estacional es robusta para las dos series, por lo que la decisión es aceptar la desestacionalización mediante ARIMA X12[3].

Tras la desestacionalización de las series de rape y merluza se procede al análisis de estacionariedad de $LP_{m,d12}$ y $LP_{r,d12}$ a partir de los contrastes ADF[4] y LMC (Leybourne y McCabe, 1994) tanto en niveles como en primeras diferencias (d) (Tabla 3). Mientras para las series en niveles tanto el ADF como el LMC revelan que no son estacionarias, para las series en primeras diferencias con ambos

3. Para una revisión detallada de los estadísticos M y Q de bondad, véase Gallardo y Rubio (2009)

4. Se ha ajustado el número máximo de retardos a la frecuencia de los datos, partiendo de un número máximo de 15 retardos y utilizando el criterio de información modificado de Akaike (MAIC) para la elección.

Tabla 2. Estadísticos de calidad del ajuste estacional para el logaritmo del precio de rape (LP_r) y merluza (LP_m)
Table 2. Quality statistics of seasonal adjustment for logarithm of the price of monkfish (LP_r) and hake (LP_m)

Estadístico M	LPr	LPm
M1	0,863	0,826
M2	0,499	0,624
M3	1,185	1,073
M4	0,126	0,316
M5	0,945	1,101
M6	0,526	0,361
M7	0,528	0,498
M8	0,661	0,693
M9	0,430	0,465
M10	0,717	0,770
M11	0,660	0,648
Q	0,65	0,67
Q (sin M2)	0,67	0,67
Decisión	Aceptada	Aceptada

Tabla 3. Contrastes ADF y LMC para los logaritmos de los precios desestacionalizados en niveles ($LP_{r,d12}$) y en primeras diferencias ($dLP_{r,d12}$) de rape y en niveles ($LP_{m,d12}$) y en primeras diferencias ($dLP_{m,d12}$) de merluza
Table 3. ADF and LMC tests for logarithms of seasonally adjusted prices in levels ($LP_{r,d12}$) and first differences ($dLP_{r,d12}$) of monkfish and in levels ($LP_{m,d12}$) and in first differences ($dLP_{m,d12}$) of hake

		ADF[1]			LMC[2]	
		Est. Cont[5]	P[6]	*l*[7]	Est.Cont[5]	P[6]
$LP_{r,d12}$	(cte+trend)[3]	-1,02	NS	14	9,05	**
$LP_{m,d12}$	(cte+trend)[3]	-1,37	NS	9	3,34	**
$dLP_{r,d12}$	(cte)[4]	-4,68	***	5	0,03	NS
$dLP_{m,d12}$	(cte)[4]	-10,34	***	1	0,02	NS

[1]Ho: raíz unitaria: a = 1; [2]Ho: raíz unitaria: a = 0; [3]Constante y tendencia; [4]Constante; [5]Estadístico de contraste; [6] Significación; [7]Retardo del ADF.

test se obtiene que ambas series son estacionarias. Siguiendo el procedimiento de Dolado *et al*. (1990)[5], estas conclusiones son independientes a incluir o no una constante y una variable de tendencia determinista en la realización de los respectivos test. Por lo tanto, se concluye que $LP_{m,d12}$ y $LP_{r,d12}$ son I(1), es decir, ambas series son estacionarias en primeras diferencias.

Seguidamente, una vez finalizado el análisis univariante de las series y previo análisis del número de relaciones de cointegración se comprueba que el modelo (2) no presente problemas estadísticos. En primer lugar, se analiza el contraste de estabilidad de CUSUM (Harvey-Collier) no rechazando la hipótesis nula de estabilidad paramétrica en ambas ecuaciones. En segundo lugar, se observa un contraste LM en cada una de las ecuaciones cuya hipótesis nula es de no autocorrelación, frente a la alternativa de autocorrelación hasta de orden 12. Hay evidencia de no autocorrelación en los residuos de las ecuaciones del VAR para ambas ecuaciones. En tercer lugar, se realiza un contraste multivariante (Doornik-Hansen) de la hipótesis nula de normalidad donde se rechaza conjuntamente dicha hipótesis de normalidad. Y finalmente, se muestran los contrastes univariantes en los residuos de cada ecuación para detectar efectos ARCH. En este caso, se acepta la hipótesis nula concluyendo que no hay efecto ARCH para ninguna de las ecuaciones. Por consiguiente, los resultados obtenidos en la Tabla 4, pese a los problemas de normalidad, indican que el modelo está correctamente especificado. La no normalidad no afectaría a los resultados obtenidos en cuanto a consistencia y normalidad asintótica de los estimadores del VAR, siendo más relevante que el VAR cumpla con la prueba de errores no autocorrelacionados.

La Tabla 5 recoge los resultados de los contrastes de cointegración[6] de Engle-Granger y Johansen para las series analizadas. En el contraste de Engle-Granger el estadístico tau es

Tabla 4. Contrastes de estabilidad de CUSUM, ausencia de autocorrelación, normalidad y ausencia de heterocedasticidad de los errores del vector autorregresivo (VAR(1)) para los logaritmos de los precios desestacionalizados en primeras diferencias de rape ($dLP_{r,d12}$) y merluza ($dLP_{m,d12}$)
Table 4. Tests of CUSUM stability, absence of autocorrelation, normality and absence of heteroskedasticity of vector autoregression errors (VAR (1)) for logarithms of seasonally adjusted prices in first differences of monkfish ($dLP_{r,d12}$) and hake ($dLP_{m,d12}$)

	Harvey-Collier	LMF $\chi^2(12)$	Doornik-Hansen $\chi^2(4)$	ARCH $\chi^2(12)$
Propiedad	Estabilidad	Autocorrelación	Normalidad	Heterocedasticidad
Ho	Si	No	Si	No
Ha	No	Si	No	Si
$dLP_{r,d12}$	0,448	8,56	26,79 ***	16,41
$dLP_{m,d12}$	-0,178	14,40	26,79 ***	18,89

5. Este procedimiento sigue un proceso en etapas a fin de garantizar el éxito en la elección del modelo de referencia en el mayor número de ocasiones.

6. Número máximo de 15 retardos y elección mediante MAIC.

Tabla 5. Contraste de cointegración de Engle-Granger y Johansen para los logaritmos de los precios desestacionalizados en primeras diferencias de rape ($dLP_{r,d12}$) y merluza ($dLP_{m,d12}$)
Table 5. Cointegration test of Engle-Granger and Johansen for logarithms of seasonally adjusted prices in first differences of monkfish ($dLP_{r,d12}$) and hake ($dLP_{m,d12}$)

	Valor	Significación
Engle-Granger[1]		
Estadístico tau	-9,64	***
Johansen[2]		
Estadístico de la traza		
r = 0	17,91	*
r = l	3,62	NS
Estadístico del máximo valor propio		
r = 0	14,28	*
r = l	3,62	NS

[1]Ho: No existe cointegración; Ha: Existe cointegración. [2]Ho: r = 0 (No existen vectores de cointegración); Ha: r = 1 (Existe un vector de cointegración). r = La prueba de la traza.

significativo al 1%, por lo que se acepta la existencia de cointegración. Del mismo modo, en el contraste de Johansen se aprecia la existencia de un vector de cointegración, puesto que tanto el estadístico de la traza como el del máximo valor propio son significativos al 5% para el rango 0 (r = 0) y no lo son para el rango 1 (r = 1). Por lo que ambos test avalan que las series de precios de rape y merluza están cointegradas. Por lo tanto, a la vista de los resultados, las dos especies principales de la flota del Gran Sol constituyen un mercado horizontalmente integrado. Una vez finalizado el análisis de cointegración se modelizan las series cointegradas mediante un modelo de corrección de error (VCE).

Modelo de corrección de error (VCE)

En esta sección se estima un modelo de corrección de error (VCE) para analizar la relación de largo plazo y mapa de causalidades de las series de precios de rape-merluza desestacionalizadas en primeras diferencias ($dLP_{r,d12}$ y $dLP_{m,d12}$). A partir del teorema de representación de Granger (1983) si un conjunto de variables están cointegradas, éstas pueden ser representadas mediante un modelo de corrección de error (VCE). Una vez seleccionado el número de retardos óptimo a partir del criterio bayesiano de Schwarz[7] (en este caso es 1), se analizará los resultados de la autorregresión vectorial observando el

7. Ivanov *et al*. (2001) proponen el criterio de Schwarz como más preciso para cualquiera que sea el tamaño de la muestra en el caso del modelo de corrección de error (VCE).

término de error, o el multiplicador de corto plazo. Posteriormente se analizarán las diferencias existentes entre el corto y largo plazo, así como las relaciones de impulso-respuesta de una serie respecto a la otra y las pruebas de causalidad de Toda-Yamamoto.

En la Tabla 6, el término de corrección de error es significativo al 1% para las dos ecuaciones. En el caso del rape, el coeficiente de error indica que los cambios a corto plazo del precio de P_r tienen un impacto negativo a corto plazo en P_m, siendo el término de corrección de error menor que uno en valor absoluto. Consecuentemente, P_r se ajusta a los shocks temporales, a una velocidad de ajuste considerablemente alta (aproximadamente dos meses). Para P_m, el coeficiente de error indica que los cambios a corto plazo en P_m tienen un impacto negativo en los cambios a corto plazo en P_r. En este caso, el valor del término de error está próximo a la unidad en valor absoluto, por lo que el ajuste es prácticamente inmediato. El R^2 de la merluza es más elevado que el del rape y los respectivos estadísticos Durbin-Watson (D-W) de las dos regresiones son cercanos a 2, por lo que se puede descartar que sean regresiones espurias[8].

Tabla 6. Resultados del modelo de vector de corrección de error (VCE) para los logaritmos de los precios desestacionalizados en primeras diferencias de rape ($dLP_{r,d12}$) y merluza ($dLP_{m,d12}$)
Table 6. Results of vector error correction (VEC) model for logarithms of seasonally adjusted prices in first differences of monkfish ($dLP_{r,d12}$) and hake ($dLP_{m,d12}$)

	Vector de Ajuste (α)	Vector Cointegrante (β)	R^2	Durbin-Watson
$dLP_{r,d12}$	-0,47 ***	1,00 ***	0,47	2,75
$dLP_{m,d12}$	-0,97 ***	1,08 NS	0,74	2,52

Seguidamente, se contrasta la proporcionalidad entre los parámetros β de P_r y P_m (Ho: $\beta_r = -\beta_m$), con el fin de averiguar si existe perfecta transmisión de precios entre ambos precios, es decir, se contrasta la integración perfecta entre P_r y P_m. El resultado de este contraste de proporcionalidad (35,29) rechaza la hipótesis nula al 1% de significación entre la pareja de precios, lo que indica una transmisión imperfecta de precios entre el rape y la merluza.

En los gráficos de la Figura 4 se muestran las funciones impulso-respuesta (FIR). Las FIR permiten analizar las relaciones de corto plazo entre P_r y P_m[9]. La respuesta de P_r ante un shock en P_m muestra un efecto negativo que se agudiza en el segundo mes, para recuperarse en el tercero y caer más débilmente en el cuarto. La respuesta en meses de orden superior permanece negativa, aunque no tanto como en el segundo mes y se estabiliza a partir del sexto mes. En el caso opues-

8. Una de las características que presentan las relaciones espurias consiste en tener un coeficiente de determinación muy elevado y un estadístico de Durbin-Watson próximo a cero. Sugiriendo como buena regla para sospechar que la regresión es espuria cuando R^2>D-W (Granger y Newbold, 1974).

9. Las funciones impulso-respuesta también son utilizadas para estudiar el largo plazo por medio de la matriz de efectos de largo plazo o multiplicadores totales (Lütkepohl, 1993).

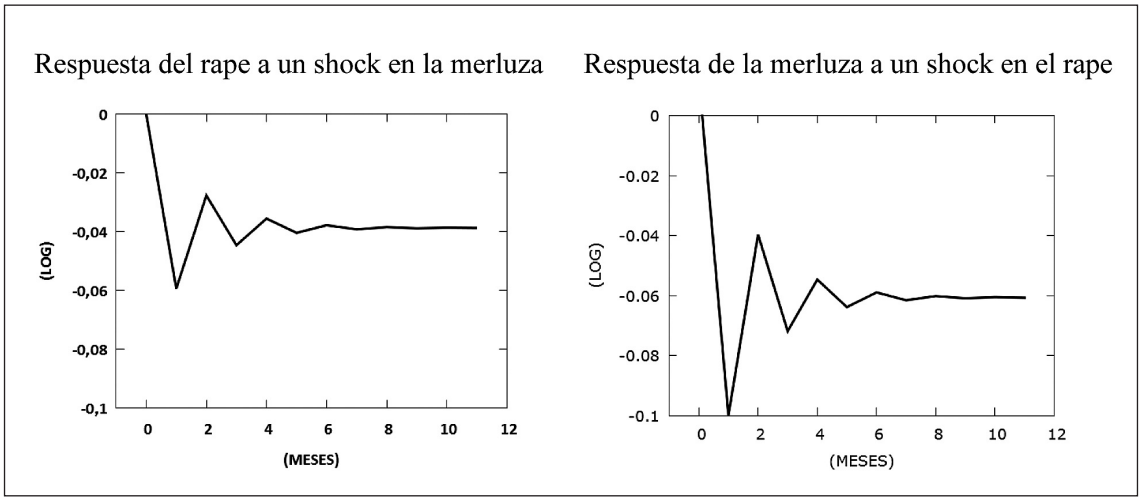


Figura 4. Gráficos FIR (función impulso respuesta) del rape y la merluza.
Figure 4. IRF (impulse response function) graphs of monkfish and hake.

to, un impulso en P_r produce una caída en P_m, estabilizándose igualmente en el sexto mes. El patrón estacional de las capturas y su efecto en los precios pueden explicar este patrón de ajuste. Hay meses de consumo preferentes por su mayor disponibilidad, mayor productividad y su mejor calidad. En lo que respecta a las capturas del rape esos meses son abril y mayo, sin embargo, para la merluza son los meses de abril, mayo, junio y julio.

Finalmente, se obtienen los resultados de los test de causalidad de Toda-Yamamoto[10] y sus respectivas direccionalidades. La prueba de causalidad evidencia que P_m causa a P_r, siendo $\chi^2 = 13{,}2$ (significativo al 1%). Sin embargo, no se produce una causación inversa de P_r a P_m, puesto que $\chi^2 = 3{,}4$ y no es significativo. La evidencia de al menos una relación de causalidad indica que ambas especies pertenecen a un mismo mercado. Además, la no existencia de causalidad en la dirección opuesta, implica la existencia de liderazgo de precios de un mercado sobre el otro (Sanjuán y Gil, 2001). En este caso, los test de causalidad han permitido detectar una mayor influencia del precio de la merluza sobre el precio del rape. Por lo tanto, el estudio de estas relaciones señala la integración de las dos especies, indicando que el precio de la merluza es el precio líder en el mercado.

La consideración del precio de la merluza como líder en el mercado puede tener repercusiones en la elaboración de estrategias de los agentes del sector. La posibilidad de anticipar el comportamiento del precio del rape únicamente con el análisis del precio de la merluza, tiene una utilidad directa en la elaboración de estrategias de precios y en la elección de los momentos de compra-venta para obtener los mejores precios.

10. Toda y Yamamoto (1995) proponen una aproximación para evaluar la relación de causalidad independientemente del orden de integración y/o del rango de cointegración en el sistema VAR.

Conclusiones

Los diversos test de estacionariedad y cointegración evidencian que los precios del rape y merluza son I(1) y están cointegrados. Este último resultado avala que los precios de ambas especies no son independientes, sino que forman parte de un mercado horizontalmente integrado en el que ambas especies compiten. Si bien a corto plazo se pueden producir desviaciones respecto al nivel de equilibrio, a largo plazo mantendrán un equilibrio. El contraste de proporcionalidad evidencia que la transmisión de precios entre rape y merluza es imperfecta, por lo que no se cumple la Ley del Precio Único y en consecuencia la transmisión de precios entre ambos mercados será imperfecta. Por consiguiente, podemos concluir que los mercados de rape y merluza están parcialmente integrados y que ambas especies se comportan como sustitutivos imperfectos.

El término de corrección de error del modelo de corrección de error es estadísticamente significativo tanto para los precios del rape como para la merluza. La aplicación de este modelo al análisis de las relaciones dinámicas entre ambas especies conduce a concluir que los signos de los parámetros del vector de cointegración coinciden en ambos casos. Un shock o aumento transitorio sobre el precio de la merluza genera fluctuaciones de signo negativo durante los 6 primeros meses en el precio del rape. De igual manera ocurre en el caso opuesto, donde un impulso en el precio del rape produce una disminución del precio de la merluza que se estabiliza igualmente en el sexto mes.

A partir del análisis de causalidad se concluye que ésta no se puede rechazar. Además, el mapa de causalidad obtenido permite afirmar que la dirección de la causalidad va del precio de la merluza al del rape, tanto en el corto como en el largo plazo; mientras que el precio del rape solo consigue causar a corto plazo al de la merluza. Por lo tanto, el precio de la merluza es el precio fuerte del mercado integrado, o dicho de otra forma, la merluza es la especie líder.

Consecuentemente, un shock en el mercado de la merluza (especie líder) se trasmite de forma inmediata al mercado del rape generando además respuestas muy duraderas. Sin embargo, shocks en el mercado del rape (precio débil) únicamente generan reacciones transitorias en el mercado líder. Por lo que si se produce un shock de oferta que obligue a subir el precio de la merluza, como el rape está en el mismo mercado, los consumidores responderán a esta subida sustituyendo considerablemente el consumo de merluza por el de rape. Este incremento en la demanda para el rape ejercerá una presión sobre la oferta del producto que se traducirá en un aumento del precio de esta última especie.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a los dos evaluadores del artículo. Este estudio ha recibido ayuda financiera del Ministerio de Economía y Competitividad (Ref: ECO2013-44436-R) en el marco del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad y del Gobierno Vasco (Grupo Consolidado de Investigación *"Instituciones, Regulacion y Política Económica"* (Ref GIC12/171)). Todos los errores y opiniones son responsabilidad de los autores.

Bibliografía

Adamowicz WL, Baah SO, Hawkins MH (1984). Pricing efficiency in hog markets. Canadian Journal of Agricultural Economics 3: 462-477.

Asche F, Bremnes H, Wessells CR (1999). Product aggregation, market integration and relation-

ships between prices: an application to world salmon markets. American Journal of Agricultural Economics 81: 568-581.

Asche F, Flaaten O, Isaksen JR, Vassdal T (2002). Derived demand and relationships between prices at different levels in the value chain: a note. Journal of Agricultural Economics 53: 101-107.

Asche F, Gordon DV, Hannesson R (2004). Tests for market integration and the law of one price: the market for whitefish in France. Marine Resource Economics 19: 195-210.

Asche F, Jaffry S, Hartmann J (2007). Price transmission and market integration: vertical and horizontal price linkages for salmon. Applied Economics 39 19: 2535-2545.

Beaulieu JJ, Miron JA (1993). Seasonal unit roots in aggregate U.S. data. Journal of Econometrics, North-Holland 55: 305-328.

Cáceres JJ (1996). Contraste de raíces unitarias en datos semanales. Estadística Española 38 141: 139-159.

CMRM (2011). Base de datos de la Consellería do Medio Rural e do Mar – Xunta de Galicia. Disponible en: http://www.medioruralemar.xunta.es/

Cruz I, Ameneiro M (2007). Transmisión vertical de precios en el mercado nacional de los productos pesqueros frescos. Revista de Economía Aplicada 15 44: 85-107.

Dahlgran RA, Blank SC (1992). Evaluating the integration of continuous discontinuous markets. American Journal of Agricultural Economics 74(2): 469-479.

Dolado JJ, Jenkinson T, Sosvilla-Rivero S (1990). Cointegration and unit roots. Journal of Economic Surveys 3: 249-273.

Engle RF, Granger CWJ (1987). Co-integration and error correction, representation, estimation and testing. Econometrica 55: 251-276.

Franses PH (1990). Testing for seasonal unit roots in monthly data. Tinbergen Institute Series 30. Erasmus University. Rotterdam, Holanda.

Gallardo M, Rubio H (2009). Diagnóstico de estacionalidad con X12-ARIMA. Serie Estudios Económicos Estadísticos 76, Banco Central de Chile.

Goodwin BK, Schroeder TC (1991). Cointegration tests and spatial price linkages in regional cattle markets. American Journal of Agricultural Economics 73(2): 452-464.

Granger CWJ (1983). Cointegrated variables and error correction models. Discussion Paper 83-13a, University of California en San Diego, EE.UU.

Granger CWJ (2004). Time series analysis, cointegration, and applications. American Economic Review: 421-425.

Granger CWJ, Newbold P (1974). Spurious regressions in econometrics. Journal of Econometrics 2: 111-120.

Guillotreau P (2003). Prices and margins along the European seafood value chain. University of Nantes, Francia.

Hylleberg S, Engle R, Granger CWJ, Yoo B (1990). Seasonal integration and cointegration. Journal of Econometrics 44: 215-238.

Ivanov V, Kilian L (2001). A practitioner's guide to lag-order selection for vector autoregressions. CEPR Discussion Paper 2685.

Jiménez-Toribio R, García del Hoyo JJ (2006). Evidence of market price leadership in the Spanish red seabream value chain: implications for fisheries management. Fisheries Research 81: 51-59.

Johansen S (1988). Statistical analysis of cointegrating vectors. Journal of Economic Dynamics and Control 12: 231-254.

Johansen S, Juselius K (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration – with applications to the demand for money. Oxford Bulletin of Economics and Statistics 52(2): 169-210.

Leybourne SJ, McCabe BPM (1994). A consistent test for a unit root. Journal of Business and Economic Statistics 12: 157-166.

Lütkepohl H (1993). Introduction to multiple time series analysis. Ed. Springer-Verlag, Berlin, Alemania.

MARM (2010). Base de datos del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/

Nielsen M (2005). Price formation and market integration on the European first-hand market for whitefish. Marine Resource Economics 20: 185-202.

Nielsen M, Smit J, Guillen J (2009). Market integration of fish in Europe. Journal of Agricultural Economics 60 (2): 367-385.

Rebollo A, Romero J, Yagüe MJ (2006). Análisis de los márgenes comerciales de los productos frescos de alimentación en España. Información Comercial Española 828: 67-82.

Sanjuán AI, Gil JM (2001). Price transmission analysis: A flexible methodological approach applied to European pork and lamb markets. Applied Economics 33: 123-131.

Stigler GJ (1969). The theory of price. Ed. Macmillan, Londres, Reino Unido.

Stigler GJ, Sherwin RA (1985). The extent of a market. Journal of Law and Economics 28: 555-585.

Toda HY, Yamamoto T (1995). Statistical inferences in vector autoregressions with possibly integrated processes. Journal of Econometrics 66: 225-250.

Tomek WG, Robinson KL (1990). Agricultural product prices, 3th. Ed. Cornell University Press, Ithaca, EE. UU..

Varela MM, Surís JC (2001). La percepción de los agentes económicos sobre la regulación de pesquerías. Aplicación al sector pesquero de Galicia, Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros 190: 9-41.

(Aceptado para publicación el 4 de junio de 2015)

Caracterización del cultivo del almendro en secano en Andalucía y propuestas de reconversión

J.A. Aznar-Sánchez*, L.J. Belmonte-Ureña y J.F. Velasco-Muñoz

Departamento de Economía y Empresa. Universidad de Almería (Campus de Excelencia Internacional en Agroalimentación ceiA3). La Cañada de San Urbano, s/n, 04120 Almería

Resumen

Andalucía es la primera Comunidad Autónoma en superficie cultivada y producción de almendro pero su cultivo presenta importantes deficiencias y sus explotaciones un elevado nivel de heterogeneidad. En este trabajo se realiza una caracterización del cultivo del almendro en secano en Andalucía y se determinan cuáles son sus principales carencias. Adicionalmente, se estudian las posibles estrategias de reconversión de las explotaciones, las preferencias de los agricultores ante diversas alternativas propuestas y el coste económico de las líneas de actuación seleccionadas. Para ello, se han llevado a cabo una encuesta a cien agricultores seleccionados mediante un muestreo estratificado en función del número de hectáreas de almendro cultivadas en secano. Los datos obtenidos se han analizado mediante técnicas estadísticas de clasificación y, en particular, se ha utilizado un análisis cluster. Los resultados muestran un predominio de explotaciones marginales y la existencia de importantes deficiencias que hacen que más de un tercio de los agricultores se plantee el abandono del cultivo. Las opciones de mejora del cultivo preferidas por los agricultores son la reconversión varietal y la conversión al cultivo ecológico. El análisis de los resultados permite además concluir que es necesario tener en cuenta las preferencias de los agricultores para una correcta implementación de los instrumentos de política agraria.

Palabras clave: Análisis cluster, tipología de explotaciones, estrategias de reconversión.

Abstract
Characterization of the unirrigated almond farms in Andalusia and strategies for reconversion

Andalusia is the first Spanish Autonomous region in terms of almond cultivated area and production. Nevertheless, almond crops show relevant deficiencies and their farms a high degree of heterogeneity. This work characterises the Andalusian unirrigated almonds farms and establishes the main shortcomings. In addition, the potential strategies for farms reconversion, farmers' preferences towards the proposed alternatives and the economic costs of the selected actions are analysed. To do that, a survey of one hundred farmers was conducted using a stratified sample approach based on the number of unirrigated cultivated almond hectares. Gathered data was analysed by classification statistical techniques, in particular, by a cluster analysis. Results show the dominance of marginal farms and the existence of important deficiencies and therefore, one third of the interviewed farmers are considering the option of giving up the cultivation of almond. The crop improvement options preferred by farmers are based on variety reconversion and the conversion to organic production. Furthermore, results indicate that it is necessary to take into account farmers' preferences in order to implement the appropriated agriculture policy tools.

Key words: Cluster analysis, farm typology, reconversion strategies.

* Autor para correspondencia: jaznar@ual.es
http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.020

Introducción

El cultivo del almendro en Andalucía tiene una gran relevancia en términos socioeconómicos, territoriales y medio ambientales. En la actualidad, Andalucía es la Comunidad Autónoma que cuenta con la mayor superficie de almendro con más de 156.000 hectáreas, que representan el 28,5% del total nacional. Sin embargo, la dinámica que ha seguido la superficie cultivada ha sido negativa, de manera que entre los años 2006 y 2013 se han dejado de cultivar más de 19.000 hectáreas. Andalucía también es la primera productora española de almendra, pero su aportación al total nacional desciende hasta el 21,1% de media en el período 2007-2013, debido a su baja productividad. Además, su producción presenta un elevado nivel de variabilidad interanual. Así, entre los años 2001 y 2013 la producción de almendra en pepita ha fluctuado entre un mínimo de 2.100 toneladas en 2004 y un máximo de 14.600 toneladas en 2006 (Socias i Company y Couceiro, 2014).

Una parte importante de la superficie de almendro andaluza se localiza en zonas del interior y montañosas donde tradicionalmente no se ha podido trabajar con otros cultivos y que tienen muy pocas alternativas económicas, por lo que el cultivo del almendro juega un papel estratégico en la generación de rentas de los agricultores y en la fijación de la población al medio rural contribuyendo al equilibrio territorial (Kallas *et al*., 2006). Además, desde una perspectiva medioambiental las aportaciones del cultivo del almendro son muy relevantes por su contribución a la contención de los procesos de erosión, la preservación del paisaje agrario tradicional, la disminución del riesgo de incendio, la mitigación del cambio climático, la protección de la biodiversidad o la mejora en la calidad de los suelos (Durán *et al.*, 2012 y 2014).

La baja productividad, el elevado nivel de variabilidad de la producción y el progresivo abandono de parte de las plantaciones cultivadas evidencian la existencia de una serie de deficiencias en este cultivo. Además, aunque la práctica totalidad del cultivo se lleva a cabo en secano (el 96%), bajo esta práctica se dan situaciones muy dispares puesto que las condiciones de cultivo y las tipologías de explotaciones son muy heterogéneas. Por tanto, es necesario realizar un amplio trabajo de campo que permita la realización de una completa caracterización del cultivo del almendro en Andalucía y la detección de sus principales debilidades. Hasta el momento el número de trabajos que han abordado esta cuestión es muy reducido. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2005) realizó una caracterización del cultivo del almendro en España a partir de la observación en campo. Calatrava Leiva (2006) analizó el sector de la almendra en Murcia a partir de fuentes de información secundaria. El estudio de Tragsatec (2011) dio un paso adicional analizando las fortalezas y debilidades del sector de los frutos secos en España a partir de entrevistas y encuestas. Y Arquero *et al*. (2010 y 2013) estudiaron la situación del cultivo del almendro en Andalucía centrándose en las cuestiones técnicas.

Por otra parte, las deficiencias que presenta el cultivo del almendro en Andalucía pueden ser corregidas o mitigadas con la puesta en marcha de diferentes medidas de reconversión. Aunque en algunos de los trabajos previos se han planteado posibles actuaciones para paliar algunas de las carencias que presenta el cultivo del almendro en España (Egea y Dicenta, 2005; Socias i Company y Courceiro, 2014) y Andalucía (Arquero *et al.*, 2010 y 2013), sin embargo no se hizo una estimación de los costes económicos que su implantación puede representar. Adicionalmente, aunque

la ayuda pública al cultivo del almendro está plenamente justificada en base a su multifuncionalidad[1] (Atance Muñiz y Tió Saralegui, 2000; Arriaza y Gómez-Limón, 2011), es conveniente evitar enfoques de carácter general para maximizar la eficiencia de las intervenciones en un nuevo escenario de ayudas agrarias mucho más selectivas (Gómez-Ramos y Gallego-Ayala, 2011). Sólo una correcta implementación de los instrumentos de política agraria necesarios puede incentivar los cambios que permitan la consecución del objetivo final que se persigue (Arriaza y Nekhay, 2010). En este contexto, se requiere determinar cuál de las alternativas consideradas satisface en mayor medida al destinatario[2]. El análisis de las preferencias manifestadas por los agricultores aportaría a los responsables de la toma de decisiones un instrumento que ayudaría a definir estrategias de intervención que respondieran a sus necesidades. Así, a la hora de orientar en qué dirección deben de ir las líneas de ayuda para la mejora del cultivo del almendro y cuáles deben de ser prioritarias, resulta oportuno investigar la predisposición de los agricultores hacia las diferentes propuestas que se les plantean. Éstas son dos líneas de investigación que resultan novedosas con respecto a los trabajos previos y contribuirán a realizar un análisis más completo.

El objetivo principal del presente trabajo es realizar una caracterización del cultivo del almendro en secano en Andalucía y determinar cuáles son sus principales deficiencias a partir del desarrollo de un amplio trabajo de campo. Adicionalmente, se plantea proponer diferentes líneas de reconversión que ayuden a corregir sus principales carencias, determinar las preferencias de los agricultores ante las alternativas propuestas y establecer el coste económico de las líneas de actuación seleccionadas.

Material y métodos

Para la consecución de los objetivos planteados este trabajo debía apoyarse necesariamente en información primaria obtenida de los propios agricultores. Con tal propósito se ha diseñado un cuestionario *ad hoc*, en cuya confección se ha contado con la intervención de expertos en el sector de la almendra que, a modo de grupo asesor, han matizado y orientado las preguntas, haciéndolas más inteligibles para los agricultores a encuestar. Adicionalmente, con el propósito de verificar la operatividad del cuestionario propuesto se ha llevado a cabo una encuesta 'piloto' entre varios agricultores con amplia experiencia en este cultivo. El contenido del cuestionario se ha estructurado en torno a 6 bloques de preguntas:

1. Datos personales del agricultor (edad, tipo de dedicación, nivel de estudios, pertenencia a alguna entidad comercializadora).
2. Caracterización de la explotación (ubicación, superficie, número de parcelas, densidad de plantación, pendiente del terreno, edad de las plantaciones, alternativas de los cultivos, porcentaje de ingresos, lugar de venta de la producción, seguro de producción).

1. Aunque la nueva orientación de la PAC asigna más importancia y recursos a las medidas enfocadas a la provisión de bienes públicos, especialmente a la protección del medio ambiente y el cambio climático, aún siguen siendo insuficientes (Andrés *et al.*, 2012; Colombo y Camacho-Castillo, 2014).

2. En este mismo sentido, Gómez-Limón Rodríguez y Atance Muñiz (2004) señalan que dado que la PAC es una política que debe de estar al servicio de los ciudadanos, su desarrollo exige a los legisladores y ejecutores una óptima identificación de los objetivos deseados por la sociedad y una adecuada elección de los instrumentos con que afrontarlos.

3. Caracterización del cultivo de la almendra (tipo de patrón, variedades cultivadas, disponibilidad de colmenas, rendimiento por variedad y hectárea, causas de la disminución del rendimiento, acciones para evitar la elevada variabilidad del rendimiento).
4. Análisis de costes (detalle de los costes de cultivo anuales, contratación de personal externo por tipo de labores, detalle de los costes de arranque y nueva plantación, costes de conversión al cultivo ecológico).
5. Perspectivas de futuro (acciones para mejorar su explotación, relevo generacional).
6. Riesgo de abandono (porcentaje de árboles por los que no recibe ninguna ayuda, causas de la no declaración de la superficie de almendro, porcentaje de superficie ya abandonada, causas del abandono, posibles cultivos sustitutivos del almendro).

La muestra de agricultores a encuestar debía de ser lo suficientemente amplia para realizar los análisis cuantitativos pertinentes, de manera que se estableció de forma orientativa un tamaño muestral que asegurase un nivel de error máximo del 5% y un nivel de confianza del 95%. Ante la imposibilidad práctica de realizar un muestreo completamente aleatorio, se ha optado por el diseño de un muestreo estratificado en función del número de hectáreas de almendro cultivas en secano lo que no representa ningún problema analítico y, además, al disponer de explotaciones de diferente tipología se favorece la realización de inferencias (Calatrava y Sayadi, 2004). Así, la muestra representativa se ha obtenido a partir de la declaración de superficie de almendro cultivada en secano en el año 2012, según datos proporcionados por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural (2013) de la Junta de Andalucía. La Tabla 1 recoge la distribución de la muestra por provincias y comarcas agrarias. Una vez que se ha concretado el número de agricultores a encuestar en cada comarca, la selección de cada una de ellas se ha realizado con la colaboración de las Oficinas Comarcales Agrarias y las empresas de comercialización de almendras. Por tanto, la muestra obtenida se debe considerar como representativa del conjunto de explotaciones 'declaradas' de Andalucía. Este proceso ha permitido obtener un total de 91 cuestionarios válidos[3]. Se trata de una muestra representativa del sector del cultivo de la almendra en Andalucía, tanto por el escaso error muestral en el que se incurre, como por la forma en la que se ha procedido a seleccionar y encuestar a los agricultores de un total de cuarenta y nueve municipios y catorce comarcas andaluzas. Y la encuesta se ha realizado durante los meses de octubre y noviembre de 2014.

La explotación de la información procedente de la encuesta ha comenzado con un análisis de las características generales de las explotaciones a través del uso de técnicas estadísticas de clasificación y análisis cluster, que han permitido realizar una caracterización de las explotaciones andaluzas de almendro y el establecimiento de una tipología. El análisis cluster empleado ha consistido en la aplicación del algoritmo k-medias, a través de la herramienta SPSS. Sin embargo, previamente, se ha utilizado el algoritmo de aplicación DBSCAN-Density-Based Spatial Clusteriong of Applications with Noise-, propuesto por Ester *et al*. (1996). Ambos algoritmos han sido utilizados en numerosos trabajos de investigación, algunos aplicados a la agricultura (Mucherino *et al.*, 2009), como vía para averiguar el número óp-

3. En total han sido 100 los agricultores encuestados, si bien 9 cuestionarios han sido descartados por estar incompletos en la parte de estimación de costes. En cualquier caso, estos descartes no afectan a la representatividad de la muestra, en la medida que el número final de cuestionarios válidos se adecua al tamaño y la distribución muestral prevista a priori (en Granada el margen de error ha sido del 1,541%, en Almería del 1,735% y en Málaga del 3,579%; y el nivel de confianza ha sido del 95%).

Tabla 1. Distribución de la muestra por provincias y comarcas
Table 1. Sample distribution according to provinces and counties

	Superficie (ha)		Fincas encuestadas
Provincia/comarca	Almendro en secano	Encuestada	(n)
Almería			
Alto Almanzora	20.399	289	14
Bajo Almanzora	1.756	27	3
Campo de Tabernas	7.730	113	6
Los Vélez	17.588	358	16
Río Nacimiento	3.996	74	4
Resto de comarcas	5.368	0	0
Total	56.837	861	43
Granada			
Alhama	7.394	63	3
Baza	15.789	189	9
Guadix	9.340	239	8
Huéscar	834	198	11
La Costa	3.262	4	1
Las Alpujarras	11.220	86	5
Valle de Lecrín	3.946	30	3
Resto de comarcas	15.449	0	0
Total	67.234	809	40
Málaga			
Centro-Sur o Guadalhorce	5.816	107	5
Norte o Antequera	2.951	103	3
Resto de comarcas	4.637	0	0
Total	13.404	210	8
Total encuestado	137.475	1.880	91

timo de grupos que se pueden formar a partir de la muestra. Así, este sistema de agrupamiento ofrece una ventaja importante sobre el análisis cluster basado en el algoritmo k-medias, ya que con DBSCAN no se requiere la especificación del número de cluster deseado. A los clusters identificados por el algoritmo DBSCAN se les ha aplicado el análisis k-medias. Posteriormente, un análisis particular de los tipos de explotaciones así establecidos ha posibilitado una mejor aproximación a las preferencias de los agricultores ante las diferentes líneas de reconversión de sus explotaciones que le han sido presentadas.

En muchas ocasiones, el diseño de instrumentos de apoyo a la agricultura no responde a las necesidades de los productores y, en consecuencia, no se crea un incentivo suficiente para su implantación (Colombo y Camacho-Castillo, 2014). En este trabajo se pretende determinar cuál o cuáles de las tres alternativas de solución a los problemas productivos del almendro analizadas tiene un mayor nivel de preferencia para el agricultor y es, por tanto, la más deseable a medio y largo plazo. Para tal fin en la encuesta se ha incorporado una cuestión específica en la que se ha solicitado al agricultor que indique el grado de acuerdo con las posibles acciones a desarrollar para mejorar su explotación, siguiendo para ello una escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). Y se le han presentado cinco posibles acciones: cambio a otra variedad de almendro, conversión a cultivo ecológico, puesta en regadío, otras opciones y no contempla ninguna. Adicionalmente, la información de la encuesta ha permitido analizar de manera pormenorizada las partidas de costes de cada una de las líneas de reconversión seleccionadas y determinar su importe concreto por hectárea.

Una vez que se han detectado las preferencias de los agricultores corresponde calcular el volumen de la inversión que representaría cada una de ellas puesto que el principal hándicap de este tipo de reconversión es la elevada inversión inicial requerida. Para determinar los costes de arranque y nueva plantación se han empleado los datos obtenidos a partir de las encuestas realizadas. Se ha considerado una explotación media representativa con una dimensión de 25 hectáreas, un terreno de dificultad media-alta en tratamientos por la pendiente y en la que en cada hectárea se van a poner 200 plantas injertadas microinjerto sobre patrón híbrido GF 677 de las nuevas variedades ('Vairo', 'Marinada', 'Terraco', 'Constantí', etc.). Con esta reconversión la capacidad productiva de la explotación pasaría de ser entre 250 y 500 kg/ha a entre 750 y 1.200 kg/ha de almendra en cáscara.

Además se ha calculado el coste total por hectárea que implica pasar de un sistema de cultivo convencional al ecológico en una explotación media representativa de la zona estudiada (edad de los árboles superior a 10 años, una densidad de 200 árboles por hectárea, un desnivel del terreno medio y unas labores culturales habituales en un agricultor con una producción media).

Resultados y discusión

Caracterización de las explotaciones

La edad media del agricultor andaluz dedicado al cultivo de almendras en secano es de 54 años, oscilando entre los 55 años de media en Almería y los 49 años de media en Málaga. La edad activa media es avanzada, pues sólo el 38% de los agricultores tiene menos de 50 años y únicamente el 7% tiene menos de 40 años. Si se relaciona la edad con el nivel de formación alcanzado y con el régimen de dedicación al cultivo de la almendra se constata que los agricultores más formados son los que tienen una menor edad media, al tiempo que son los que se dedican, de manera mayoritaria, al cultivo de la almendra casi en exclusiva. Por provincias, el mayor grado de vinculación profesional con el sector de la almendra está en Málaga ya que todos los encuestados se dedican en exclusiva a esta actividad, en Granada lo hace el 75% y en Almería el 63%. Y el nivel de asociación a cooperativas y SAT de los productores de almendra se sitúa en el 88%[4].

4. Este elevado porcentaje se debe a que la pertenencia a una organización de productores ha sido un requisito necesario para poder cobrar las ayudas. Y también ha podido incidir la manera en la que se ha realizado la selección de los agricultores a encuestar, ya que en bastantes municipios se ha contado con la colaboración de cooperativas y SAT.

El tamaño medio de las explotaciones se sitúa en torno a las 29 ha, con notables diferencias territoriales. Así, mientras que en Málaga la superficie media supera las 42 ha, en Almería se sitúa en torno a la media (31 ha) y en Granada sólo alcanza las 25 ha. A este respecto, se ha detectado un vínculo entre la dimensión de la explotación y la edad media de los almendros, ya que las plantaciones de mayor edad se sitúan en Granada, seguidos de los almendros de Almería y Málaga. A nivel comarcal, el mayor porcentaje de árboles viejos se encuentra en Alhama de Granada y Huéscar. Sin embargo, también es en esta provincia donde están las comarcas con las plantaciones más jóvenes en Baza y Guadix (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad media de almendros y antigüedad media del cultivo
Table 2. Average density and age of almond trees

Provincia/Comarca	Densidad (n/ha)	Edad (años)
Almería		
Alto Almanzora	196	9,6
Bajo Almanzora	228	18,0
Campo de Tabernas	198	7,6
Los Vélez	177	8,2
Río Nacimiento	214	11,6
Total	194	9,7
Granada		
Alhama	179	30,0
Baza	200	6,3
Guadix	211	7,0
Huéscar	215	18,1
La Costa	333	7,8
Las Alpujarras	238	15,0
Valle de Lecrín	220	15,5
Total	215	13,9
Málaga		
Centro-Sur o Guadalhorce	277	9,2
Norte o Antequera	159	10,5
Total	230	9,6

El 69% de los agricultores tiene dividida su explotación en más de tres parcelas. Este elevado nivel de parcelación de la explotación encarece los costes de producción además de dificultar la realización de inversiones con la escala suficiente como para garantizar la competitividad productiva. El mayor grado de parcelación se da en Almería, donde el 72% de las explotaciones están divididas en más de tres parcelas, seguida de Málaga con

el 69% y Granada con el 65%. Esta variable está relacionada con la pendiente de la parcela, puesto que el 85% de los agricultores que poseen más de tres parcelas, presentan un desnivel superior al 10%. Además, todos los agricultores que han declarado que cultivan almendra en parcelas con desniveles superiores al 20% tienen sus explotaciones divididas en más de tres parcelas.

La densidad media de almendros por hectárea es de 207 árboles, aunque las diferencias territoriales son notables (Tabla 2). Así, mientras que en las comarcas almerienses la media de almendros por hectárea rara vez supera los 200 árboles, salvo en el Bajo Almanzora y en la comarca de Río Nacimiento, en el resto de provincias lo habitual es que superen ese valor. Así, en el caso de Granada la media de almendros es de 215 árboles, con el máximo en la comarca de La Costa y el mínimo en Alhama de Granada. En Málaga, la media se sitúa en 230 almendros siendo la comarca de Guadalhorce la que mayor densidad presenta.

La tasa de monocultivo que presentan los agricultores de almendra es muy elevada, ya que el 85% dedica toda su explotación al cultivo del almendro, si bien las diferencias territoriales son notables. Así, las comarcas granadinas de Las Alpujarras y La Costa dedican el 50% de su superficie al cultivo de olivos y frutales; y en Guadix dedican más de un tercio al cultivo de cereales. Por el contrario, en comarcas como Alto Almanzora (Almería), Campo de Tabernas (Almería), Alhama (Granada) y Huéscar (Granada) el cultivo del almendro resulta exclusivo para ciertos agricultores, por lo que representa casi la totalidad de sus ingresos brutos anuales. El 56% de los productores deciden comercializar su producción a través de una cooperativa, porcentaje que se eleva hasta el 70% si se suma la comercialización a través de una SAT. Sólo el 7% tiene asegurada la cosecha, aduciendo como razones para este reducido nivel de implantación del seguro agrario su bajo nivel de cobertura y una prima alta.

En cuanto a las variedades de almendro cultivadas, las más usuales son las de floración tardía (fundamentalmente 'Guara') que están presentes en el 58,7% de las explotaciones. No obstante, las diferencias a nivel provincial son elevadas, ya que en Almería y Málaga predominan las variedades tempranas (básicamente 'Marcona' y 'Desmayo') con el 55% y 68% respectivamente, mientras que en Granada el 71% de las variedades de almendro son de floración tardía. El 94% de los agricultores han injertado sus almendros dándose un equilibrio entre los pies francos de almendro dulce, amargo e híbridos.

La producción media por hectárea es de 523 kg de almendra en cáscara, aunque con bastante variabilidad. Así, mientras que la media de las explotaciones almerienses se sitúa en 433 kg, en las de Granada es de 566 kg y en las de Málaga alcanza los 746 kg. A nivel comarcal, destaca la alta producción de la comarca malagueña de Guadalhorce, con 892 kg/ha y el de la comarca granadina de Valle de Lecrín con 779 kg/ha. En el extremo opuesto se encuentra la comarca almeriense de Campo de Tabernas con tan sólo 292 kg/ha. Los agricultores consideran que las principales causas que hacen descender el rendimiento son las heladas (el 88%) y la sequía (el 70%). A nivel comarcal, la comarca malagueña de Antequera y las comarcas almerienses de Campo de Tabernas y Bajo Almanzora son las que le dan más importancia a la sequía; mientras que las comarcas granadinas de Alhama y Valle de Lecrín son las que otorgan más relevancia al frío.

El coste anual medio por hectárea de almendro es de 394 euros, con una notable variabilidad entre provincias. Así, Almería presenta el coste más bajo (347 euros), seguida de Málaga (433 euros) y Granada (519 euros). El elevado coste medio que presenta esta última provincia se debe, en gran medida, a los costes declarados por los agricultores de la comarca de Las Alpujarras (610 euros), que

están en consonancia con las adversas condiciones físicas de la mayoría de las explotaciones que se desarrollan en su territorio. La tarea de poda (de invierno y de verano) es la partida de coste más elevada al representar más del 30,5% (120 euros), seguida de la labor de recolección que supone el 24,4% (96 euros) y de las tareas de mantenimiento del suelo con el 21,1% (83 euros). El empleo de personal externo tiene lugar básicamente en las labores de recolección y poda, y en explotaciones que presentan una dimensión media y grande, puesto que en las explotaciones pequeñas la mayoría de las labores se realizan con mano de obra familiar.

En lo que respecta a las perspectivas de futuro, casi la mitad de los agricultores (el 46%) manifiesta que el relevo generacional no se producirá. Así mismo, un alto porcentaje de agricultores (el 35%) contempla la posibilidad de abandonar el cultivo al considerar que su explotación no tiene futuro al no ser rentable. Es más, un porcentaje significativo de los agricultores que han declarado que su explotación no tiene futuro, han abandonado ya parte de sus explotaciones (el 21,5%). Hay que tener en cuenta que las explotaciones que cultivan almendro 'no declaradas' no han sido recogidas en la muestra por lo que este porcentaje puede ser aún más elevado ya que en muchos de los casos la causa de la no declaración es la intención de abandono de este cultivo por parte del agricultor (Tragsatec, 2011). Desde el punto de vista geográfico, se trata de agricultores en su mayoría granadinos, radicados en las comarcas de Huéscar y Las Alpujarras, aunque también se da esta tendencia en la comarca almeriense del Campo de Tabernas.

El 73% de los agricultores encuestados considera que no existe alternativa al cultivo del almendro y entre los agricultores que sí consideran que pueden existir cultivos alternativos la mayoría señala a las encinas y las plantas aromáticas. Finalmente, la opción de la subvención ya no resulta suficiente para algunos de los agricultores, ya que están abandonando parte de su explotación a pesar de percibir ayudas. Así, aunque el 95% de los agricultores encuestados tiene declarada toda su explotación y el 90% percibe algún tipo de ayuda, el porcentaje de agricultores que considera la opción del abandono es muy alta oscilando entre el 25% (Alto Almanzora, Río Nacimiento y Baza) y el 75% (Las Alpujarras y Huéscar).

Tipología de explotaciones

La realización del análisis cluster permite profundizar en el conocimiento de las características de los agricultores y de las explotaciones dedicadas al cultivo del almendro en secano. Se han considerado once variables tipificadoras de cada cluster, tal y como se presenta en la Tabla 3. Las variables se han clasificado en tres grupos, que se corresponden con los epígrafes en los que se distribuyó la encuesta (datos personales del agricultor, datos de la explotación y datos del cultivo de almendro). En concreto, se ha constituido un panel de datos con las 91 explotaciones encuestadas, los valores de las 11 variables consideradas y agrupadas en los tres ámbitos indicados.

A la vista de los estadísticos, resulta destacable el análisis del coeficiente de variación (CV). Este estadístico se utiliza para medir la dispersión de los datos independientemente de las unidades en las que se exprese la variable. Así, cuanto más elevado, mayor dispersión, es decir, menor homogeneidad de los datos. En este sentido, hay que destacar la elevada dispersión que presenta la dimensión de la explotación, la edad de las plantaciones y el desnivel de la finca.

En este estudio, el algoritmo DBSCAN ha identificado tres cluster. Así, las 91 explotaciones se han clasificado en tres grupos homogéneos: uno con 16 explotaciones (Cluster 1), otro con 33 (Cluster 2) y otro con 42 (Clus-

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables
Table 3. Descriptive statistics of variables

Variable	Mín.	Máx.	Media	D.T.[1]	CV[2]
Datos personales					
Dedicación profesional (tiempo de trabajo dedicado al cultivo del almendro, en tanto por 1)	0,00	1,00	0,77	0,42	55,1%
Grado de asociación a comercializadora (1: asociado; 0 no asociado)	0	1	0,96	0,21	21,6%
Nivel de estudios (1 sin estudios; 2 estudios básicos, 3 bachiller, 4 universitarios, 5 cursos específicos y 6 otros)	1	5	2,55	0,99	38,9%
Datos de la explotación					
Dimensión de la explotación (hectáreas)	1,0	105,0	38,8	32,2	83,0%
Densidad de almendros (n/ha.)	80,0	400,0	206,4	51,8	25,1%
Desnivel de la finca (tanto por 1)	0,03	0,18	0,09	0,06	67,3%
Edad de la plantación (años)	2,0	30,0	11,5	8,4	72,8%
Porcentaje de almendros (ha. almendro/ha. finca)	0,25	1,00	0,73	0,27	37,1%
Datos del cultivo de almendro					
Porcentaje de almendros injertados (tanto por 1)	0	1,00	0,82	0,31	38,4%
Porcentaje de variedad tardía de almendro (tanto por 1)	0	1,00	0,57	0,36	63,7%
Rendimiento (kg de almendra con cáscara/ ha.)	54	1389	524	301	57,4%

[1] Desviación típica; [2] Coeficiente de variación.

ter 3). Sólo 6 de las 11 variables consideradas han sido decisivas para efectuar esta clasificación en tres cluster, tal y como se presenta en la Tabla 4.

A partir de la aplicación de esta técnica se han podido determinar las características que definen a cada grupo y su importancia cuantitativa y cualitativa, como promedio del comportamiento que presentan las explotaciones de cada cluster (Tabla 5). En función de los registros medios que presentan para las seis variables que han resultado ser representativas, las características de cada cluster son las siguientes:

Cluster 1. 'Explotaciones de alto rendimiento'. Se trata de 16 explotaciones que se concentran en la comarca de Los Vélez (Almería), Las Alpujarras (Granada) y Guadalhorce (Málaga). Son explotaciones con un alto rendimiento por hectárea, con una horquilla entre 900 y 1.300 kg de almendra con cáscara por hectárea. Todas las explotaciones tienen almendros injertados, el desnivel es muy reducido (entre el 3 y el 10%) y el agricultor se dedica profesionalmente a este cultivo. Son las explotaciones que cuentan con una mayor densidad de almendros por hectárea (215,5 de media) y también las que tienen una mayor dimensión media de la finca (43,1 ha). Sin embargo, no existe una orientación clara hacia la variedad utilizada, pues se alterna el uso de variedades de floración temprana y tardía.

Tabla 4. Resultados del análisis de la varianza (ANOVA)
Table 4. Results of the analysis of variance (ANOVA)

Variable	CMC[1]	gl[2]	emc[3]	gl[2]	F	P-valor
Dedicación profesional	1,13	2	0,16	88	7,16	0,00
Grado de asociación a comercializadora	1,95	2	0,96	88	2,03	0,14
Nivel de estudios	0,10	2	0,04	88	2,49	0,09
Dimensión de la explotación	727	2	1.043	88	0,70	0,50
Densidad de almendros	2.495	2	2.686	88	0,93	0,40
Desnivel de la finca	0,01	2	0,00	88	3,83	0,03
Edad de la plantación	701	2	55,38	88	12,66	0,00
Porcentaje de almendros	0,52	2	0,06	88	8,34	0,00
Porcentaje de almendros injertados	0,37	2	0,09	88	3,99	0,02
Porcentaje de variedad tardía de almendro	0,01	2	0,14	88	0,06	0,95
Rendimiento	3.528.986	2	12.371	88	285	0,00

[1] Conglomerado media cuadrática; [2] Grados de libertad; [3] Error media cuadrática.

Cluster 2. 'Explotaciones tradicionales'. Este conglomerado agrupa a 33 explotaciones que se concentran espacialmente en Almería (comarcas de Alto y Bajo Almanzora, Los Vélez y Campo de Tabernas). El rendimiento medio por hectárea se sitúa en los 609 kg de almendra con cáscara por hectárea. Este conglomerado también se caracteriza por el escaso desnivel de la parcela con una superficie media de 33 ha y por presentar un alto porcentaje de almendros injertados. Las variedades que más predominan son de floración tardía (59% de los cultivos) y la densidad es de 210 árboles por hectárea.

Cluster 3. 'Explotaciones marginales'. Se trata del grupo de explotaciones más numeroso ya que representa el 46% de las explotaciones encuestadas. Presentan un rendimiento muy reducido. Aunque están ubicadas en todas las provincias predominan en las comarcas del Alto Almanzora, Río Nacimiento y Campo de Tabernas (Almería), así como Alhama de Granada, Baza y Huéscar (Granada). Adicionalmente, este cluster se caracteriza por presentar el menor porcentaje de dedicación de sus agricultores, que suelen alternar el cuidado de sus explotaciones de almendros con otra actividad. Se trata de fincas pequeñas (21,5 ha de dimensión media), con el porcentaje de desnivel más alto, donde se cultivan almendros de variedad temprana (67%), en su mayoría injertados (80%); y con una densidad media de 197 árboles por hectárea.

Posibles estrategias de reconversión

A la hora de tratar de mejorar la rentabilidad de las explotaciones se pueden plantear diferentes actuaciones encaminadas a la reducción de los costes de cultivo, el incremento de los rendimientos obtenidos y/o la mejora de la calidad del producto. En este trabajo se contemplan tres posibles actuaciones: la reconversión varietal, la conver-

Tabla 5. Caracterización de los clusters de las explotaciones de almendro en secano
Tabla 5. Characterisation of clusters of almond trees under unirrigated farming

Cluster	n	Dedicación profesional (%)	Desnivel finca (%)	Edad almendros (años)	Almendros (%)	Almendro injertado (%)	Rendimiento (Kg./ha)
1	16	83	7,3	19,7	83	100	1026
2	33	69	6,6	10,9	72	91	609
3	42	58	9,2	8,8	73	84	267
Total	91	71	7,4	11,5	73	86	524

sión al cultivo ecológico y la puesta en regadío. Hay otro tipo de actuaciones que se podrían haber contemplado y que hubieran hecho que el análisis en este ámbito fuese más completo. Así, la realización de labores culturales más esmeradas y el empleo de unas técnicas de cultivo más adecuadas (podas, abonado, labores del suelo, tratamientos fitosanitarios, etc.) pueden mejorar notablemente la producción obtenida (Egea y Dicenta, 2005; Dicenta *et al.*, 2010). Sin embargo, se considera que las opciones que se han planteado son las más relevantes desde una perspectiva económica, ya que representan una importante inversión para el agricultor que además puede condicionar el futuro de su explotación durante un periodo de tiempo prolongado.

A. Líneas de actuación

La primera de las opciones contempladas es la reconversión varietal. Las variedades tradicionales se caracterizan por ser autoincompatibles, de floración precoz (más riesgo de heladas), bajo rendimiento, polinización deficiente y variabilidad de calidades (lo que dificulta la normalización). Sin embargo, en los últimos años en España y Francia principalmente, se han obtenido nuevas variedades por los diferentes programas de mejora genética desarrollados en sus centros de investigación[5]. Con estas nuevas variedades se pueden contrarrestar muchos de los inconvenientes de las tradicionales. Así, la mayoría de estas nuevas variedades son de floración tardía o extratardía (disminuyendo el riesgo de heladas), autofértiles (reduciendo el problema de la polinización), gran capacidad productiva y alto rendimiento en pepita, excelentes hábitos vegetativos y de fructificación, maduración temprana (beneficiosa para la recolección), resistencia a diversas enfermedades, más tolerantes a la sequía, poco exigentes en poda y con portainjertos adaptados a distintos tipos de suelo y clima, y disponibilidad de una amplia gama que permite su adaptación a zonas de producción

5. La mayor parte de los nuevos cultivares proceden de los programas de mejora españoles del IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries) (variedades 'Constantí', 'Marinada', 'Tarraco', 'Vairo'), el CEBAS (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura) (variedades 'Antoñeta', 'Marta', 'Penta', 'Tardona') y el CITA (Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón) (variedades 'Blanquerna', 'Cambra', 'Belona', 'Soleta', 'Mardía') (Socias i Company *et al.*, 2009).

con condiciones muy diversas[6]. En este sentido hay que tener en cuenta que el agricultor tiene acceso a una amplia oferta de variedades puesto que España es actualmente el primer país a nivel mundial en cuanto a la obtención de nuevas variedades por los diferentes programas de mejora genética, con una gran implantación de las nuevas obtenciones, tanto de variedades como de patrones (Socias i Company y Couceiro, 2014).

Al igual que ha ocurrido en otras zonas de España, en Andalucía el cultivo del almendro se ha ido desplazando hacia las zonas interiores de la región en las que la posibilidad de heladas tempranas y tardías es más elevada y coincidente con la floración de muchos cultivares de almendro tradicionales, de manera que el riesgo de pérdida de la cosecha es muy alto (Kodad y Socias i Company, 2005; Dicenta *et al.*, 2010). Además, la sequía y la deficiente polinización han contribuido a que los rendimientos obtenidos sean muy bajos y con un elevado grado de variabilidad interanual. Ante estos problemas, la implantación de las nuevas variedades ayudaría a mejorar de forma notable la situación de muchas explotaciones andaluzas al conseguir una producción más elevada y estable[7].

La conversión al cultivo ecológico puede ser otra de las líneas a seguir para aumentar la rentabilidad de las explotaciones andaluzas de almendro. La apuesta por esta actuación permitiría obtener un producto diferenciado con un mercado específico y con unas grandes expectativas comerciales. La existencia de este nicho de mercado para la producción andaluza se deriva no sólo de un incremento continuo de la demanda sino de que sus principales competidores a nivel mundial (Estados Unidos y Australia) tienen muy difícil el desarrollo de este tipo de agricultura respetuosa con el medio ambiente (Socias i Company, 2003; Viveros, 2007). El mercado valora este tipo de almendra con un precio superior a la convencional para todas las variedades (entre un 10 y un 20%)[8], contando además con una ayuda específica que es un importante incentivo para el agricultor.

La rusticidad del almendro, su fácil adaptación a condiciones extremas de climas secos, soportando la aridez de los suelos pobres, hacen que sea un cultivo muy apto para ser desarrollado de manera ecológica y obtener unos buenos rendimientos. En Andalucía existen muchas explotaciones en las que el almendro se cultiva prácticamente sin tratamientos fitosanitarios y, por lo tanto, su adaptación al cultivo ecológico con la obtención del certificado que así lo acredite, se presenta como un proceso relativamente sencillo (Casanova Gascón, 2003). Además, en el contexto de una progresiva reducción del número de materias activas permitidas para el control de plagas y enfermedades hará que sea una opción cada vez más implantada (Tragsatec, 2011).

---

6. Por ejemplo, las variedades 'Belona' y 'Soleta' pueden ser una alternativa comercial a variedades tradicionales como 'Marcona' y 'Desmayo Largueta', a las que son comparables por su aspecto y calidad industrial, pero además su época de floración es más tardía, son más tolerantes a las heladas y son autocompatibles (Socias i Company y Felipe, 2006).

7. Esto no implica que la reconversión varietal deba de ser total puesto que cada zona de cultivo tiene unas necesidades específicas, de manera que es oportuno que las variedades elegidas se adapten a ellas. Así, en Andalucía hay zonas que presentan unas condiciones adecuadas para seguir plantando las variedades tradicionales de floración temprana (Arquero *et al.*, 2001 y 2002).

8. Según datos proporcionados por las principales empresas de comercialización de almendra (Crisol-Arboreto y Mañan), el precio medio anual de la almendra en pepita en España entre 2004 y 2014 en euros kilogramo ha sido en la variedad 'Comuna' de 4,03 en convencional y 4,54 en ecológica; en la variedad 'Marcona' ha sido de 4,98 y 5,45, respectivamente; y en la variedad 'Desmayo' ha sido de 4,38 y 4,78, respectivamente.

El almendro es un cultivo que se comporta de manera aceptable en condiciones de secano, pero las aportaciones de agua le permiten desarrollar un elevado nivel productivo. Por eso, la puesta en regadío del cultivo del almendro es otra de las vías de mejora de la rentabilidad de las explotaciones a través de un incremento de la productividad. Además, se trata de un cultivo idóneo en zonas de regadío con dotaciones hídricas relativamente bajas, ya que es una especie capaz de valorar de manera muy eficiente reducidas dosis de agua en comparación con otros frutales (Vargas Pando, 2010). En regiones semiáridas como Andalucía, la aplicación de estrategias de riego deficitario puede resultar muy apropiada en términos agronómicos y económicos puesto que permitiría obtener niveles de producción mucho más elevados que en secano con bajas dosis de agua[9] (García *et al*., 2004).

B. Preferencias de los agricultores

La acción preferida por los agricultores (Figura 1) es el cambio a las variedades tardías, seguida de la conversión al ecológico y a mucha distancia la puesta en regadío. Se debe de tener en cuenta que el 30% de las explotaciones encuestadas ya desarrollaban su cultivo en ecológico por lo que no contemplan esta opción como una posible línea de mejora. Además, se observan importantes diferencias entre los tres clusters considerados, especialmente en lo que concierne a la conversión del cultivo convencional del almendro al ecológico. En este sentido, para los Cluster 2 y 3 ha sido la segunda opción elegida por los agricultores entrevistados como posible opción de mejora de su explotación. No ocurre así en el caso de los agricultores pertenecientes al Cluster 1, dado que hay un porcentaje considerable que ya está desarrollando su cultivo en el sistema ecológico, razón por la cual también son los que menos cambios piensan realizar en los próximos años. Así mismo, hay un elevado porcentaje de agricultores del Cluster 3 que no contempla ninguna acción de mejora en su explotación, lo que puede ser indicativo de un cierto nivel de resignación e inmovilismo ante la situación por carecer de una estrategia empresarial clara y/o considerar que su explotación tiene escasa viabilidad económica.

C. Costes de las líneas seleccionadas

Con la intención de ofrecer una mejor comprensión de la inversión total a acometer por hectárea se presenta un desglose del coste de las actividades necesarias para llevar a cabo el arranque y la nueva plantación[10] (Tabla 6). El coste total por hectárea sería de 2.612 euros y por árbol de 13,06 euros, siendo la adquisición del material vegetal la partida de coste más importante, seguida del arranque y la eliminación de los restos y el desbroce del terreno, y la preparación del terreno. Sin embargo, el incremento de la producción tiene lugar años después de producirse la inversión puesto que hasta el cuarto año no se obtiene una producción aceptable que permite empezar a amortizar la inversión. Así, durante esos 3 años existe un coste de mantenimiento anual de los almendros ya que el agricultor debe de realizar una serie de actividades para que el plantón se convierta en un árbol capaz de generar producción. Según

9. En condiciones de riego deficitario (2.500 m^3/ha y año) se pueden alcanzar producciones superiores a 1.500 kg de grano/ha (Alegre i Castellví *et al.*, 2007).

10. Cuando se realiza un cambio varietal en una plantación adulta poco productiva se puede emplear la técnica del injerto, si bien la solución más acertada desde el punto de vista agronómico y económico es arrancar la plantación y poner una nueva (Arquero *et al.*, 2002). Además, esta opción posibilita plantear un nuevo diseño de la plantación que permita su máxima mecanización (Socias i Company y Couceiro, 2014).

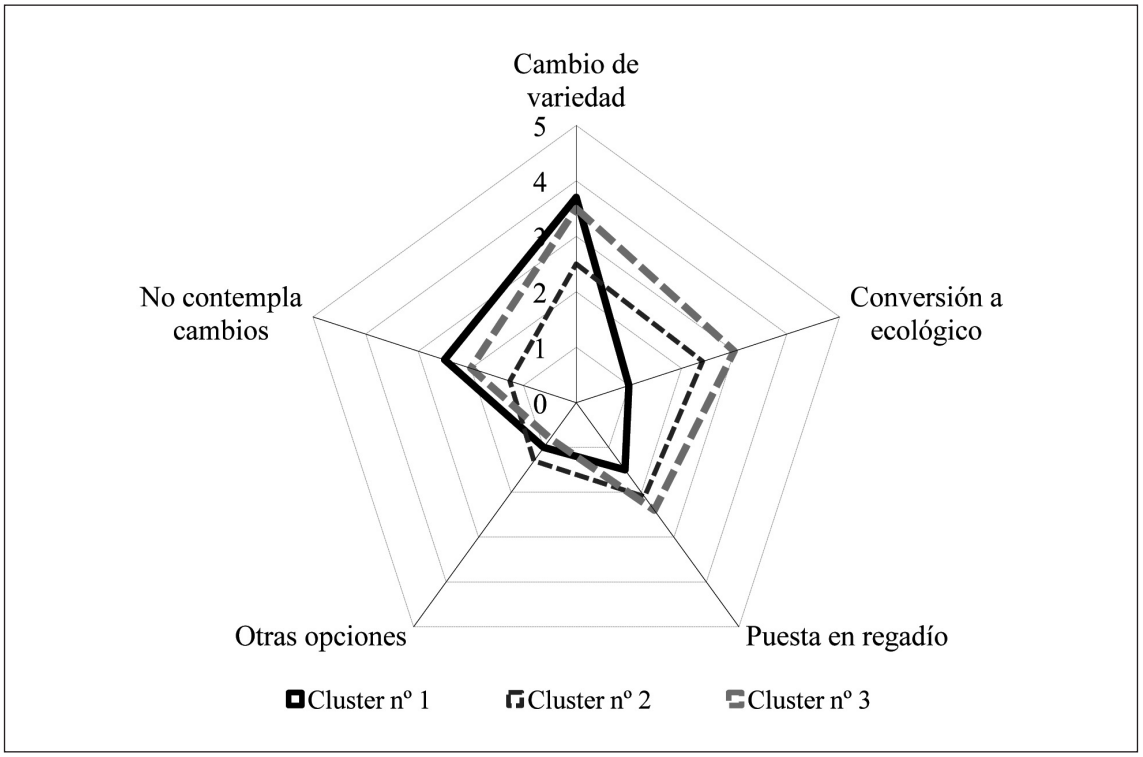


Figura 1. Diagrama de preferencias de los agricultores sobre líneas de mejora de sus explotaciones.
Figure 1. Diagram of farmers' preferences regarding improvement action lines for their exploitations.

las estimaciones obtenidas a partir de las encuestas, el coste anual de consolidación de un árbol sería de 2,74 euros. Y adicionalmente se podría considerar el coste de oportunidad ocasionado por los ingresos que se dejan de percibir durante los tres primeros años de la nueva plantación.

En cuanto al coste total por hectárea que implica pasar de un sistema de cultivo convencional al ecológico, en la Tabla 7 se presenta un desglose de las actividades necesarias. El coste total por hectárea en cultivo en ecológico sería un 67,2% más elevado que en convencional, debido a que los costes de los productos de fertilización y tratamientos fitosanitarios autorizados son mayores. A estos costes habría que incorporarles los derivados de la certificación anual del cultivo ecológico, más los dos años en los que el agricultor tiene que estar sin poder vender su producción como ecológica y, por tanto, sin poder beneficiarse del diferencial de precios. Adicionalmente, en el caso de explotaciones en las que los árboles han sido sometidos a intensos procesos de abonado y fertilización suele producirse una caída en el rendimiento medio durante los primeros años. Y también habría que tener en cuenta que el cambio en las prácticas de manejo del cultivo requeriría un esfuerzo adicional del agricultor en formación, aspecto que debería considerarse como un coste de transacción adicional a la hora de estimar el coste total de esta alternativa.

Tabla 6. Coste de arranque y nueva plantación de una hectárea de almendro
Table 6. Costs for uprooting and new replanting per hectare of almond trees

	€/ha	€/árbol	%
Arranque y eliminación de restos y desbroce del terreno (12 h tractor x 42 €/h + 8 h peón x 9,5 €/h)	580	2,90	22,2
Aplicación de materia orgánica (1.000 kg. x 0,2 €/kg. + 3 h tractor x 35 €/h)	305	1,53	11,7
Preparación del terreno (6 h subsolador x 40 €/h + 3 h cultivador x 35 €/h)	345	1,73	13,2
Diseño, planificación y plantación (15 h peón x 9,5 €/h x 4,5 h tractor x 40 €/h)	322	1,61	12,3
Material vegetal (200 plantas patrón híbrido GF 677 nuevas variedades)	800	4,00	30,6
Labores de terminación de la plantación (4 h tractor con cultivador x 35 €/h)	140	0,70	5,4
Riego inicial de apoyo a la plantación (3 h tractor x 40 €/h)	120	0,60	4,6
Coste total	2.612	13,06	100,0

Tabla 7. Costes de manejo del almendro convencional y ecológico por hectárea
Table 7. Costs for farming conventional and organic almond trees per hectare

	Convencional	Ecológico
Tratamientos fitosanitarios	54	194
Fertilización	78	210
Manejo del suelo mediante laboreo tradicional (3 h tractor con cultivador x 36 €/ha.)	108	108
Labor de poda (8 h peón x 10 €/h)	80	80
Labor de recolección (1,5 h tractor con vibrador y peladora x 50 €/h)	75	75
Coste total	394	667

Conclusiones

El cultivo del almendro en Andalucía tiene una gran relevancia en términos socioeconómicos, territoriales y medio ambientales. Esta Comunidad Autónoma concentra la mayor superficie de almendro de todo el país y es la primera productora nacional. Sin embargo, la baja productividad, el elevado nivel de variabilidad de la producción y el progresivo abandono de parte de las plantaciones cultivadas evidencian la existencia de una serie de deficiencias en este cultivo. Los resultados de este trabajo muestran que la edad media del agricultor andaluz dedicado al cultivo del almendro en secano es elevada, el tamaño medio de las explotaciones es relativamente reducido y el nivel de parcelación es elevado. Las variedades tempranas son las que aún predominan, la edad media de los árboles es elevada, y los niveles de productividad son muy bajos y muy dependientes de las heladas y las sequías que son las principales razones de la reducción de los rendimientos. Las perspectivas de muchas de estas explotaciones son poco halagüeñas puesto que casi la mitad de los agricultores manifiesta que no se va a producir un relevo generacional y más de un tercio se está planteando el abandono en los próximos años ante la falta de viabilidad por los bajos niveles de rentabilidad obtenidos.

El análisis cluster ha permitido la detección de tres tipologías de explotaciones en secano y de las variables que son relevantes para su agrupamiento (el número de parcelas en las que está dividida la explotación, el tipo de dedicación del agricultor, el desnivel de la explotación, la edad de los almendros, la densidad de plantación y el rendimiento obtenido). Las explotaciones 'marginales' son las más numerosas llegando a representar casi la mitad y tienen seriamente comprometido su futuro ante los reducidos niveles de productividad obtenidos. Además, un elevado porcentaje de los titulares de estas explotaciones no contempla ninguna acción de mejora en los próximos años lo que puede ser indicativo de un cierto nivel de resignación ante su situación.

A la hora de plantear posibles líneas de reconversión del sector, el análisis de las preferencias manifestadas por los agricultores muestra que las líneas de ayuda que consideran prioritarias son la reconversión varietal y la conversión al cultivo ecológico. El análisis de costes ha puesto de manifiesto que la adquisición del material vegetal es la partida más elevada y que el cultivo en ecológico tiene un coste bastante más elevado que en convencional. La puesta en marcha de estas dos líneas de ayuda contribuiría a hacer más competitivo el sector del almendro andaluz al incrementar los rendimientos obtenidos y reducir el elevado nivel de variabilidad de la producción. Además ayudaría a la continuidad del cultivo en muchas comarcas andaluzas en las que la mayoría de las explotaciones tiene un marcado carácter familiar contribuyendo al mantenimiento de estas zonas rurales y a la conservación del medio ambiente.

Finalmente, cabría señalar la utilidad del enfoque propuesto y de los resultados obtenidos para el diseño y la aplicación de líneas de reconversión de este sector. Sólo se podrá diseñar un mecanismo eficiente de intervención pública tras una clara identificación de las debilidades que presenta el sector y de las preferencias de los agricultores ante las diferentes alternativas de ayuda existentes. La manera más eficaz de garantizar que el proceso de diseño de la política de intervención sea acertado consiste en partir de un adecuado y operativo conocimiento de la realidad. La realización de este trabajo proporciona una información potencialmente útil para orientar y mejorar el proceso de toma de decisiones políticas. Así, la valoración de las diferentes líneas de ayuda del sector realizada en términos de preferencias de los agricultores y costes económicos puede ser utilizada

como herramienta informativa en la configuración de futuras estrategias de intervención contribuyendo a que respondan a las necesidades reales del sector. Adicionalmente, la información generada puede resultar útil para futuras investigaciones que aspiren a profundizar en la mejora del diseño de estrategias de reconversión del sector. Para ello sería necesario no sólo investigar el nivel de preferencias de los agricultores, sino también identificar qué características de las líneas de actuación planteadas son rechazadas por los agricultores o qué tipo de actuaciones tienen éstos en mente a la hora de declarar su predisposición a aplicarlas en el futuro.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado parcialmente por el MICINN y los fondos FEDER, a través del Proyecto ECO2014-52268, y por la Junta de Andalucía, a través del Proyecto de Excelencia SEJ-5827 de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Bibliografía

Andrés S, García JM, Medina IM (2012). El apoyo público a la agricultura española en el actual contexto de la Política Agrícola Común. Información Técnica Económica Agraria 108(4): 450-481.

Alegre i Castellví S, Miarnau i Prim X, Romero Romero M, Vargas García F (2007). Potencial productivo de seis variedades de almendro en condiciones de riego deficitario. Fruticultura Profesional 169: 23-29.

Arquero O, Rodríguez S, Casado B, Jiménez J y Navarro A (2001). Estado actual del cultivo del almendro en Andalucía. Líneas de trabajo de la Dirección General de Investigación (Junta de Andalucía). Información Técnica Económica Agraria 97(3): 295-300.

Arquero O, Navarro A, Navarro C, Fernández JL, Gallego JC, Oliva A (2002). El cultivo del almendro en Andalucía. Fruticultura Profesional 126: 5-14.

Arquero O, Serrano N, Lovera M (2010). Estado actual y futuro del cultivo del almendro en Andalucía. Revista de Fruticultura 10: 56-63.

Arquero O (Ed.) (2013). Manual del almendro. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Sevilla. 78 pp.

Arriaza M, Gómez-Limón JA (2011). Valoración social del carácter multifuncional de la agricultura andaluza. Información Técnica Económica Agraria 107(2): 102-125.

Arriaza M, Nekhay O (2010). Evaluación social multicriterio del territorio agrícola: el caso del olivar de baja producción. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros 226: 39-69.

Atance Muñiz I, Tió Saralegui C (2000). La multifuncionalidad de la agricultura: aspectos económicos e implicaciones sobre la política agraria. Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros 189: 29-48.

Calatrava J, Sayadi S (2004). Permanencia de la actividad agraria y políticas de desarrollo rural: un análisis a partir de un seguimiento (1981-2001) a explotaciones agrarias en zonas de montaña del sureste español. Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros 204: 207-218.

Calatrava Leiva J (2006). Análisis del sector de la almendra. En: Plan estratégico del sector agroalimentario de la Región de Murcia (Dir. Arcas Lario N, Martínez León I), pp. 1-50. Consejería de Agricultura y Agua, Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad de Murcia.

Casanova Gascón J (2003). El cultivo del almendro en agricultura ecológica. Vida Rural 165: 57-60.

Colombo S, Camacho-Castillo J (2014). Caracterización del olivar de montaña andaluz para la implementación de los Contratos Territoriales de Zona Rural. Información Técnica Económica Agraria 110(3): 282-299.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural (2013). Resumen provincial del cultivo del almendro en 2012. Sevilla. 20 pp.

Dicenta F, Egea J, Ortega E, Sánchez R, Martínez P, Martínez PJ, Rubio M, Cramadés T, Patiño JL (2010). Mejora del almendro para permitir su cultivo en zonas frías. Agricultura 928: 280-283.

Durán VH, Francia JR, García I, Arroyo L, Martínez A (2012). Mitigación de la erosión de suelos en plantaciones de almendro por cubiertas vegetales: implicaciones para la agricultura sostenible de montaña (SE España). Comunicata Scientiae 3(2): 123-129.

Durán VH, Rodríguez CR, Cuadros S, Francia JR (2014). Impacto de la erosión y escorrentía en laderas de agroecosistemas de montaña mediterránea. Ecosistemas 23(1): 66-72.

Egea J, Dicenta F (2005). Deficiencias productivas y soluciones propuestas para el almendro. Vida Rural 221: 62-65.

Ester M, Kriegel HP, Sander J, Xu X (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. Knowledge Discovery and Data Mining 96(34): 226-231.

García J, Romero P, Botía P, García F (2004). Cost-benefit analysis of almond orchard under regulated deficit irrigation (RDI) in SE Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 2(2): 157-165.

Gómez-Limón Rodríguez JA, Atance Muñiz I (2004). Identificación de objetivos públicos para el apoyo al sector agrario. Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros 203: 49-84.

Gómez-Ramos A y Gallego-Ayala J (2011). ¿Contribuyen los programas de apoyo desarrollados en el artículo 68 a la sostenibilidad de la actividad agraria? El caso de la agricultura de secano de Castilla y León. Información Técnica Económica Agraria 107(3): 184-208.

Kallas Z, Gómez-Limón JA, Arriaza M, Nekhay O (2006). Análisis de la demanda de bienes y servicios no comerciales procedentes de la actividad agraria: el caso del olivar de montaña andaluza. Economía Agraria y Recursos Naturales 6(11): 49-79.

Kodad O, Socias i Company R (2005). Daños diferenciales por heladas en flores y frutos y criterios de selección para la tolerancia a heladas en el almendro. Información Técnica Económica Agraria 101 (4): 349-363.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2005). Análisis de las plantaciones de fruto seco. Secretaría General Técnica, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 30 pp.

Mucherino A, Papajorgji P, Pardalos PM (2009). A survey of data mining techniques applied to agriculture. Operational Research 9 (2): 121-140.

Tragsatec (2011). Estudio del sector de frutos de cáscara. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid. 366 pp.

Socias i Company R (2003). Desarrollo del cultivo del almendro en Australia del Sur. Vida Rural 33: 62-66.

Socias i Company R, Felipe AJ (2006). 'Belona' y 'Soleta', dos nuevos cultivares de almendro. Información Técnica Económica Agraria 102(4): 398-408.

Socias i Company R, Gómez Aparisi J, Alonso JM, Rubio-Cabetas MJ, Kodad O (2009). Retos y perspectivas de los nuevos cultivares y patrones de almendro para un cultivo sostenible. Información Técnica Económica Agraria 105 (2): 99-116.

Socias i Company R, Couceiro JF (2014). Frutos secos. Almendro y pistachero. En: La fruticultura del siglo XXI en España (Coord. Hueso Martín JJ, Cuevas González J), pp. 156-174. Cajamar, Almería.

Vargas Pando I (2010). El almendro en óptimas condiciones, un cultivo muy rentable. El Arbolar. Boletín Técnico 14: 4-7.

Viveros M (2007). Situación actual del almendro en California, su productividad y estrategias de riego. Fruticultura Profesional 169: 5-9.

(Aceptado para publicación el 30 de junio de 2015)

Preferencias de los consumidores regulares y esporádicos de melocotones de la DOP "Melocotón de Calanda"

E. Groot[1,*] y L.M. Albisu[2]

[1] Câmpus de Dracena, Unesp, Rodovia Comandante João Ribeira de Barros, km 651 – Bairro das Antas, CEP 17900-000, Dracena – SP, Brasil
[2] Dr. Ingeniero Agrónomo, CITA, Avda. Montañana, 930, 50059, Zaragoza, España

Resumen

Este trabajo ha investigado las preferencias de los consumidores hacia el melocotón con la Denominación de Origen Protegida (DOP) "Melocotón de Calanda", en la ciudad de Zaragoza, con el fin de orientar futuras políticas para aumentar la demanda de fruta y mejorar su comercialización. Se han contrastado las preferencias de los consumidores regulares (consumen melocotones con DOP al menos una vez a la semana durante la temporada de comercialización) y consumidores esporádicos de melocotones DOP "Melocotón de Calanda" (que consumen con menor frecuencia). En total, 316 consumidores fueron encuestados en 2008 y 212 en 2009. Se ha empleado el test chi-cuadrado y U de Mann-Whitney en las comparaciones de las preferencias. Los resultados indican que los consumidores regulares representan la mayor parte del mercado de esta fruta, con alrededor de 2/3 de los consumidores. Los consumidores esporádicos son más jóvenes que los regulares, lo que es preocupante, ya que la futura demanda depende en gran medida de los jóvenes actuales consumidores. Estos consumidores también tienen un menor conocimiento sobre las técnicas de producción de la DOP "Melocotón de Calanda". La utilización de nuevos envases es una alternativa para mejorar la venta de melocotones. Sin embargo, esta estrategia puede tener riesgos puesto que los consumidores regulares creen que los melocotones vendidos envasados pueden tener un sabor diferente. Extender el periodo de comercialización del Melocotón con DOP "Melocotón de Calanda" tendrá buena aceptación entre los consumidores, especialmente de los consumidores regulares.

Palabras clave: Comportamiento del consumidor, Melocotón DOP Calanda, Zaragoza.

Abstract
Regular and sporadic consumers' preferences towards peaches with the PDO "Melocotón de Calanda"

Consumers' preferences towards peaches with Protected Designation of Origin (PDO) "Melocotón de Calanda", in the city of Zaragoza, have been analysed in order to provide insights to design future policy to increase fruit demand and improve their marketing. The regular consumers' preferences (those who consume PDO Calanda peaches at least once a week during its marketing season) and PDO Calanda sporadic consumers' preferences have been compared. In total, 316 consumers were surveyed in 2008 and 212 consumers in 2009. Chi-square and U of Mann-Whitney tests were performed. Results show that regular consumers represent the major part of the market of this fruit with 2/3 of the respondents. Sporadic consumers are younger than regulars, which is worrying because future demand depends greatly on young people current behaviour. Sporadic consumers have less knowledge about peaches produc-

* Autor para correspondencia: etigroot08@gmail.com
http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.021

tion techniques. New packaging is an alternative to improve the commercialization of peaches. However, this strategy could be risky because regular consumers believe that peaches taste is affected by packaging. Extending the peaches marketing season will have a good acceptability among consumers, especially among regular consumers.

Key words: Consumer behaviour, PDO Calanda peaches, Zaragoza.

Introducción

El consumo de frutas es una materia importante de salud pública porque su consumo está relacionado a la prevención de enfermedades crónicas. Los beneficios del consumo de frutas están relacionados con la frecuencia de consumo. Cuanto más se consume, mejor para la salud. Comer frutas todos los días mejora el nivel de glicemia y colesterol en la sangre, del mismo modo hay mejora en la tensión arterial de las personas (Jenkins *et al.,* 2010). Como resultado, a largo plazo, el riesgo de las enfermedades del corazón disminuye. Se ha observado una relación inversa entre el cáncer de pulmón (Voorrips *et al.,* 2000) y cáncer de esófago (Freedman *et al.,* 2007) con el consumo de frutas. Por lo tanto, aumentar el consumo de frutas mejora la calidad de vida de las personas, puede aumentar la expectativa de vida y se relaciona con los gastos públicos con salud.

La frecuencia de consumo de frutas suele estar relacionado con diferentes perfiles de consumidor. Nti *et al.* (2011) observan que personas con mayor nivel de estudios presentan mayor frecuencia de consumo de frutas porque estas personas suelen tener mayor conocimiento acerca de los beneficios para la salud. Baker y Wardle (2003) observan niveles de consumo de frutas y verduras más bajos entre hombres que entre las mujeres porque las mujeres indican tener mejores conocimientos respeto de las consecuencias de la nutrición deficitaria y están más informadas sobre las recomendaciones de la ingestión de frutas y verduras.

En las últimas décadas el estilo de vida y los hábitos alimentarios han cambiado considerablemente en España. La dieta mediterránea, rica en frutas y vegetales, no ha sido adoptada entre los más jóvenes. Moreiras *et al.* (2006) concluyeron que, en España, los consumidores comen más carne fresca y productos cárnicos que los niveles recomendados, mientras que el consumo de leche, lácteos, pescado y huevos se ajustan a las recomendaciones. El consumo de cereales, frutas y vegetales están debajo de los niveles óptimos.

La consultoría conjunta de la FAO y la Organización Mundial de la Salud sobre la dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas recomiendan la ingestión mínima de 400g de frutas y verduras por día para prevenir las enfermedades y la mitigación de las deficiencias nutricionales severas (WHO, 2003). En 2013, el consumo medio de frutas fue de 282g *per capita* por día en España (MAGRAMA, 2014). Esta cantidad se ha mantenido estable en los últimos 20 años. Los mayores cambios han sido las proporciones entre los diferentes tipos de frutas.

A pesar de ser una fruta tradicional con buen valor nutricional (rico en vitaminas, fibras, potasio, componentes bioactivos y pobre en azúcares) el consumo *per capita* de melocotones ha disminuido en España. Hace 20 años el consumo anual se encontraba al alrededor de 7 kg/persona (Iglesias, 2011) y este valor ha disminuido a 4,16 kg/persona en el 2013 (MAGRAMA, 2014), una reducción del 59,43%. No solamente en España, pero en todos los países europeos, hay una tendencia de disminuir el consumo de melocotones, sobre todo

entre los más jóvenes (Konopacka *et al*., 2010). La posible causa del problema viene presuntamente de la propia industria del melocotón.

De acuerdo con Llacer *et al.* (2009), la industria del melocotón se ha preocupado más de producir frutas con buen aspecto (tamaño, color y apariencia), y se ha olvidado de mantener o incrementar los aspectos relacionados con la calidad interna. Los sistemas de producción de melocotones se han centrado excesivamente en la productividad agrícola. Los melocotones enviados a los mercados lejanos son cosechados inmaduros y, por consiguiente, con problemas organolépticos. Sin embargo, la baja calidad organoléptica de las frutas ha repercutido negativamente en la aceptación del producto por los consumidores (Crisosto y Crisosto, 2005).

Crisosto (2007) afirma que el buen aspecto de la fruta asociado a la falta de sabor son las principales razones por las cuales los consumidores han preferido consumir otras frutas, en vez del melocotón, en los últimos años. Las decepciones y el deseo de no comprar pueden aumentar porque los consumidores pueden tener una alta expectativa de calidad, cuando compran productos atractivos, y experimentan una decepción cuando comen el melocotón poco maduro. La carne del melocotón es el mejor indicador de maduración, y si cosechado con maduración apropiada, aumentará tanto la calidad interna de la fruta como el potencial de vida de pos cosecha.

En España, la mayoría de los melocotones tienen alta calidad interna, pero solamente los melocotones de la "Denominación de Origen Protegida Melocotón de Calanda", que fue creada en el 1999, cuentan con garantía de calidad interna y un buen aspecto externo. En este trabajo, en aras a la brevedad, se usará la mención "Melocotón de Calanda" entendiendo que son melocotones protegidos con Denominación de Origen Protegida. El sistema productivo y la calidad de la fruta tienen que cumplir con reglas específicas del Consejo Regulador. Por ejemplo, solamente los melocotones producidos en la zona de Calanda (localizada a unos 120 km de Zaragoza), en la que se incluyen 44 municipios, pueden cultivar melocotones con la denominación de origen, que tienen que ser producidos a partir de la variedad autóctona "Amarillo Tardío" y sus clones selecciones 'Jesca', 'Evaisa' y 'Calante'.

El periodo de recolección del "Melocotón de Calanda" empieza desde la mitad de septiembre y termina en el inicio de noviembre. Todas las frutas del "Melocotón de Calanda" son protegidas en los árboles con bolsas de parafina para protegerlas contra la Mosca del Mediterráneo. Esta protección minimiza el uso de pesticidas y protege las frutas del contacto directo con los productos químicos. Cómo aspecto general, los frutos son enteros, sanos y limpios, sin materias extrañas visibles y exentos de humedad, además, tienen buena coloración (amarillo) y de gran tamaño (la circunferencia mínima es de 73 mm). En relación a la calidad interna, el Consejo Regulador determina que el cantidad mínima de azúcares es del 12° Brix y las frutas tienen que ser cosechadas en su mejor punto de madurez – cuando la carne de las frutas presenta la resistencia a la penetración entre 3,5 y 5,0 kg/0,5 cm^2 (DAGA, 1999 y 2010). Los que se busca con certificación de la Denominación de Origen Protegida "Melocotón de Calanda" es ofrecer un producto con calidad superior (como por ejemplo, un sabor más dulce, carne más consistente y recogido en un punto más adecuado de maduración) a los consumidores.

Según la Comisión Europea (CE, 2014), hay 1241 designaciones registradas con Denominación de Origen Protegida (DOP), Indicación Geográfica Protegida (IGP) y Especialidad Tradicional Garantizada (ETG); y 339 son DOP e IGP de frutas, verduras y cereales frescos o procesados. En total, hay 8 DOP de melocotones registrados en el mundo, que están dis-

tribuidos en diferentes países, como: China (1), Grecia (1), Italia (4), Portugal (1) y España (1). No hay conocimiento acerca trabajos preliminares abordando el tema de las preferencias de los consumidores hacia estos tipos de designación de calidad para melocotones.

El objetivo general de este estudio es investigar las preferencias de los consumidores de Zaragoza hacia el melocotón tardío, sobre todo con la DOP "Melocotón de Calanda", con el fin de orientar futuras políticas de incremento de la demanda de melocotones y mejorar su comercialización. El objetivo se logra mediante la agrupación de los consumidores de "Melocotón de Calanda" en dos clases, de acuerdo con la frecuencia del consumo: regular y esporádico. Los consumidores que comen "Melocotón de Calanda" al menos una vez a la semana –durante la temporada de comercialización– son considerados consumidores regulares, mientras que los consumidores esporádicos consumen con menos frecuencia que una vez a la semana.

Materiales y métodos

El presente estudio cuenta con la información de dos encuestas distintas, pero con preguntas sobre la frecuencia de consumo de "Melocotón de Calanda", una del año 2008 y otra del 2009. Estos dos años pueden ser considerados cómo el periodo inicial de la crisis económica mundial, que aún sigue repercutiendo en España. Considerando los cambios ocurridos desde la obtención de la información de las encuestas y el presente momento, las informaciones de carácter financiero (que no es el foco principal del estudio) tienen que ser tomadas con cautela.

Las encuestas fueron realizadas al final del periodo de comercialización del "Melocotón de Calanda". En este periodo, los consumidores tenían mejor conocimiento sobre el precio y la calidad del producto porque ya habían sido expuestos al mercado del melocotón de la temporada.

Dos cuestionarios similares, uno para cada año, fuero desarrollados para llevar a cabo entrevistas personales con los consumidores del "Melocotón de Calanda" en dos hipermercados en Zaragoza. El encuestador invitaba las personas que pasaban por la entrada de los hipermercados a participar del estudio. Para aumentar la motivación en participar de las entrevistas, que tardaban de 20 a 25 minutos, se ofrecía 1 kg de "Melocotón de Calanda" a las personas. Cómo cada miembro de la población tenía igual oportunidad de ser seleccionado para el estudio, se puede decir que el muestreo se dio de forma aleatoria.

En total, 316 consumidores participaron en 2008 y 212 en 2009. Los errores de los muestreos fueron calculados siguiendo las indicaciones de Trespalacios *et al.* (2005) para poblaciones de tamaño infinito. Con el 95% de confianza, los errores fueron estimados en el 5,6% y el 6,9% para los años 2008 y 2009, respectivamente.

El etnocentrismo es una característica que influye en la elección de los productos con Denominación de Origen Protegida (DOP). La evaluación del nivel de etnocentrismo de los consumidores fue propuesta por Shimp y Shama (1987) a través de una escala llamada CETSCALE. Originalmente, la escala poseía 17 ítems (afirmaciones) y los consumidores tenían que indicar su grado de concordancia a cada ítem. Más recientemente, otros estudios han utilizado la CETSCALE modificada, con menos ítems, pero con un buen resultado. En este trabajo, solamente se ha incluido una afirmación: "si compro melocotones con la DO Calanda evito la entrada de melocotones de otros lugares y me beneficio con el fomento la economía aragonesa". Por no haber estudios validando la valoración

del etnocentrismo por solamente una afirmación, los resultados del presente trabajo deben ser tomados con cautela. Los resultados a esta pregunta están representados por la variable "Protección DOP" (Grafico 2).

En cada encuesta, los consumidores aun contestaron a preguntas sobre sus características sociodemográficas, hábitos de compras y alimentación, indicando sus niveles de concordancia con respeto a la calidad del "Melocotón de Calanda", uso de envase, habilidad personal y tradición de alimentación. Los dos grupos de consumidores con diferentes frecuencias de alimentación, regular y esporádico, han sido comparados con el test Chi-cuadrado para los datos cualitativos y el test de U de Mann-Whitney ha sido usado para indicar las divergencias relacionadas a los grados de concordancias entre los grupos (Pedret *et al.*, 2000).

Resultados y discusión

El grafico 1 muestra la frecuencia con que los consumidores comen el "Melocotón de Calanda" durante su temporada de comercialización en 2008 y 2009. Alrededor del 2/3 de los consumidores comen "Melocotón de Calanda" con más frecuencia que una vez a la semana, que son los consumidores regulares, y los demás son los consumidores esporádicos. De media, cada consumidor come al menos 1,24 kg de "Melocotón de Calanda" por temporada (de 8 semanas). El consumo mínimo de un consumidor regular está alrededor de 1,6 kg mientras el esporádico consume tan solo 0,18 kg, menos de una pieza de fruta. Un consumidor regular consume casi 9 veces más "Melocotón de Calanda" que un esporádico.

En ambas encuestas hay una mayor participación de mujeres, y una mayor participación de

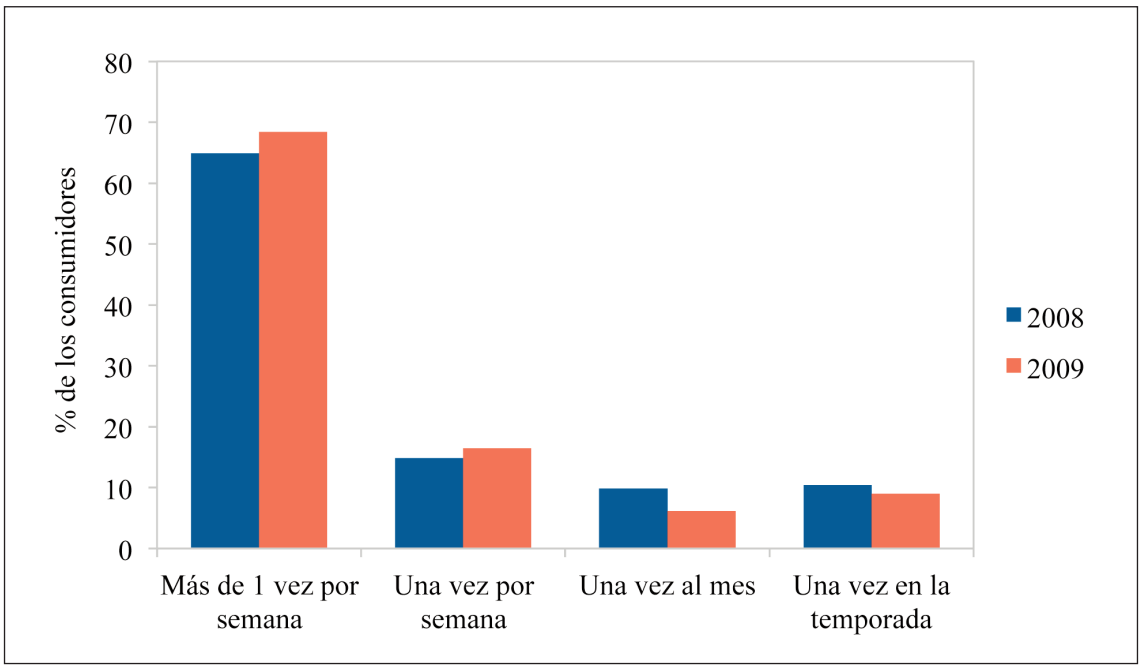


Gráfico 1. Frecuencia de consumo de Melocotón de Calanda en las encuestas de 2008 y 2009.
Graphic 1. PDO Calanda peaches consumption frequency in 2008 and 2009 surveys.

familias con ingresos familiares entre 1.500 y 3.000 euros/mes, lo cual es un valor superior a la media de la población y, además, la edad de los consumidores es más alta que la media de la población de Zaragoza. Estas discrepancias no son indeseables porque, en España, las mujeres suelen tomar las decisiones de compras con más frecuencia que los hombres y las personas más mayores tienen una mayor ingesta de frutas y verduras que las personas de otras edades (Cerdeño, 2006). Las demás características sociodemográficas son similares a las de la población de Zaragoza.

Las características sociodemográficas de los consumidores regulares y esporádicos están en la Tabla 1. Las características fueron comparadas y consideradas como variables cualitativas en las inferencias estadísticas. Por lo tanto, la edad y los ingresos familiares fueron divididos en diferentes clases.

De acuerdo con Konopacka *et al.* (2010), las mujeres españolas, mayores de 35 años, consumen más melocotones que los hombres españoles. Baker y Wardle (2003) explican que las mujeres tienden a consumir más frutas porque tienen mejor conocimiento de que las frutas evitan las enfermedades crónicas. En el caso del "Melocotón de Calanda", los hombres y las mujeres lo consumen con frecuencia similar. En las encuestas de 2008 y 2009 hay porcentajes equivalentes de hombres y mujeres entre consumidores regulares y esporádicos[1].

En el caso del "Melocotón de Calanda" hay una mayor proporción de personas con nivel de educación elemental (y menor de universitarios) entre los consumidores regulares que entre los esporádicos. Este resultado es contrario al esperado una vez que la literatura describe casos, por ejemplo Irala-Estevez *et al.* (2000), dónde los consumidores con niveles de educación más altos consumen más frutas. No se puede olvidar que el "Melocotón de Calanda" es un producto certificado y tradicional. Las motivaciones para consumirlo pueden cambiar en relación a otros productos. Además, los consumidores regulares son más mayores que los consumidores esporádicos.

La edad tiene mayor influencia sobre el consumo de melocotones en España que en otros países europeos, tales como, Francia, Italia, Alemania o Polonia (Konopacka *et al*., 2010) y la influencia es positiva (Varela *et al*., 2008). Esta relación también ocurre en el caso del "Melocotón de Calanda". Aunque este tipo de melocotón tiene la carne dura (las personas más mayores suelen preferir alimentos más blandos por la dificultad para masticar), los consumidores regulares tienen un mayor porcentaje de personas con más de 64 años de edad.

El nivel de estudios influye fuertemente en otras características sociodemográficas, tales como el tipo de empleo y los ingresos personales. En España, una persona con estudios universitarios recibe 2,3 veces más ingresos que una persona con estudios elementales (INE, 2005). En la muestra, los consumidores regulares, con mayor proporción de estudios elementales, son más representativos en familias con ingresos de hasta 1.500 euros/mes, mientras que los consumidores esporádicos, con mayor proporción de estudios universitarios, son más representativos en familias con ingresos entre 1.401 y 4.000 euros/mes.

En general, los ingresos son importantes para el consumo de frutas, cuanto más alto el nivel de ingresos mayor la demanda. Herman *et al.* (2008) dicen que la mejor solución es implementar programas gubernamentales para incrementar el consumo de frutas y verduras entre los consumidores de renta baja. Según ellos, subsidiar las compras de frutas y

1. En el 2008 la diferencia de la proporción de hombres y mujeres entre los consumidores regulares y esporádicos no fue estadísticamente significativa y en el 2009 el nivel de significación fue del 10%.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los consumidores regulares y esporádicos de Melocotón de Calanda en las encuestas de 2008 y 2009
Table 1. PDO Calanda peaches consumers' socio-demographic characteristics in 2008 and 2009 surveys

Características de los consumidores	Encuesta del 2008		Encuesta del 2009	
	Regular	Esporádico	Regular	Esporádico
Género (2008^{ns} y 2009†)				
Hombre	40,0	42,3	35,2	47,8
Mujer	60,0	57,7	64,8	52,2
Nivel de educación (2008** y 2009*)				
Elemental	33,7	16,2	38,6	29,9
Nivel secundario	40,5	42,3	40,0	31,3
Universitario	25,9	41,4	21,4	38,8
Edad (2008** y 2009**)				
Menos de 25 años	3,4	9,0	0,7	10,4
de 25 a 34 años	16,6	25,2	6,2	10,4
de 35 a 49 años	29,8	44,1	20,0	32,8
de 50 a 64 años	30,2	16,2	37,2	28,4
Más de 64 años	20,0	5,4	35,9	17,9
Actividad (2008** y 2009**)				
Tiempo completo trabajando en casa	49,8	19,8	64,8	35,8
Tiempo parcial trabajando en casa	10,2	14,4	11,7	22,4
Tiempo complete trabajando fuera de casa	40,0	65,8	23,4	41,8
Ingresos familiares (2008** y 2009**)				
Menos que 900 €/mes	10,2	1,8	20,7	9,0
de 901 a 1.500 €/mes	31,2	18,0	35,9	23,9
de 1.501 a 2.100 €/mes	23,4	21,6	19,3	29,9
de 2.101 a 3.000 €/mes	18,0	39,6	14,5	23,9
de 3.001 a 4.000 €/mes	7,8	14,4	5,5	13,4
Más que 4.000 €/mes	9,3	4,5	4,1	0,0
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Total (nº de consumidores)	205	111	145	67

Dentro de un año de encuesta: ns: no hay diferencias significativas; † diferencias significativas al 10%; * diferencias significativas al 5%; ** diferencias significativas al 1%.

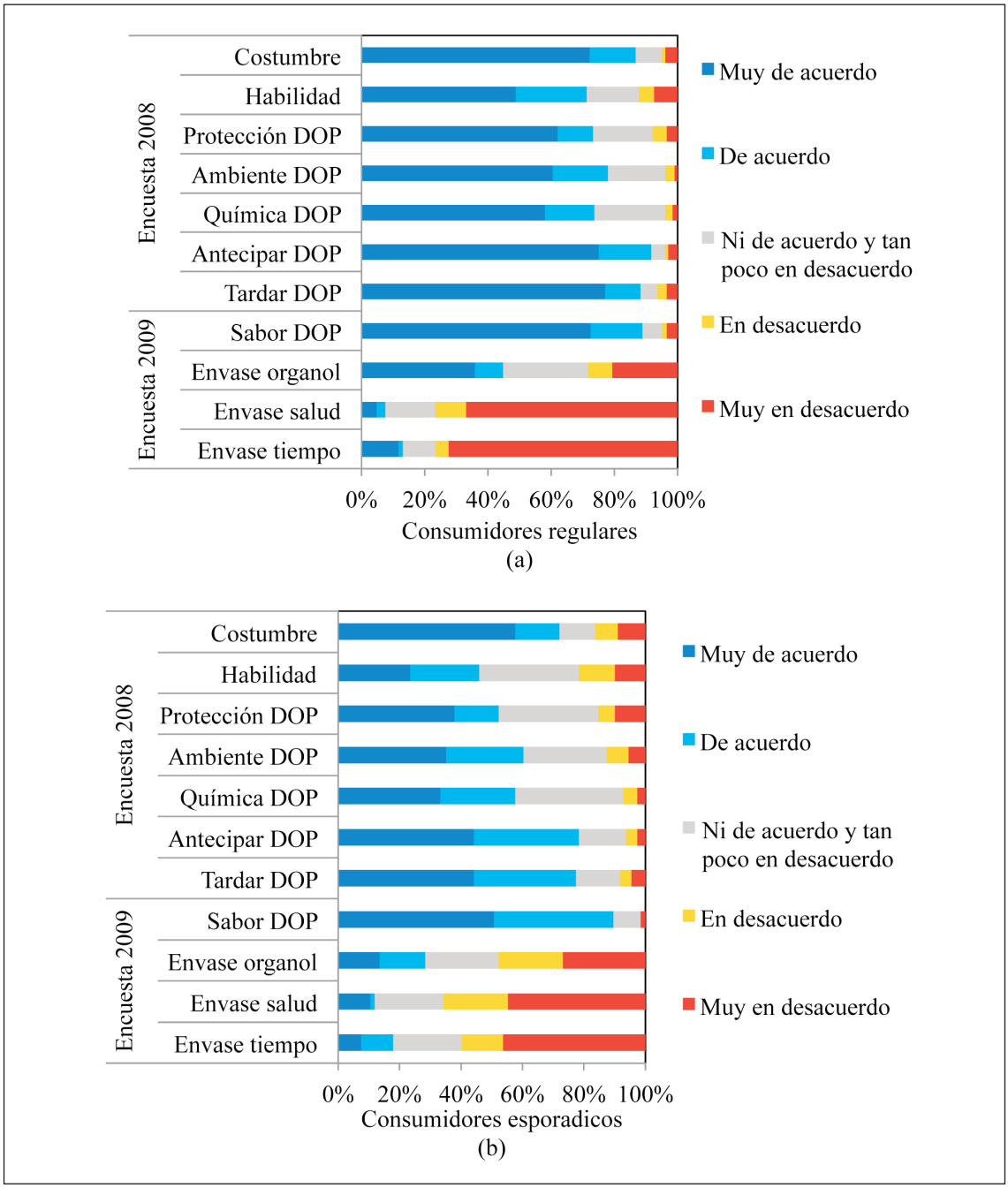


Gráfico 2. Grado de concordancia y discordancia de los consumidores regulares y esporádicos hacia afirmaciones presentes en las encuestas de 2008 y 2009.
Graphic 2. Regular and sporadic consumers' agreement to statements made in 2008 and 2009 surveys.

verduras para determinados grupos de consumidores (por ejemplo, mujeres con bebes) tiene un efecto positivo sobre su demanda, aun 6 meses después de haber finalizado el programa. Nnoaham *et al.* (2009) estudian las consecuencias para la salud pública en la imposición de impuestos para los alimentos poco saludables y subsidiar los alimentos sanos. Su conclusión es que la mejor política para aumentar la ingestión de alimentos sanos en Reino Unido sería subsidiar las frutas y verduras traspasando los recursos de los impuestos que se impusieran sobre los alimentos poco sanos. ¿Esta propuesta también tendría efecto en el incremento del consumo de "Melocotón de Calanda"?

Según la Teoría Económica, existe una relación positiva entre el nivel de ingreso y la demanda de un bien normal. En el caso del "Melocotón de Calanda", se ha observado que, la frecuencia de consumo aumenta con la disminución del nivel de ingresos de los consumidores. Aunque la relación entre el nivel de ingresos y el consumo sea negativa, el "Melocotón de Calanda" es un producto de alta calidad y tiene precios de mercado más altos que otros melocotones con calidad similar, pero sin la Denominación de Origen Protegida "Melocotón de Calanda". En 2006, la diferencia de precio entre algunos hipermercados en la ciudad de Zaragoza fue de 0,66 €/kg, de media. Eso representa una diferencia del 57% en términos relativos (Polo y Albisu, 2009). Aunque haya un diferencial de precios, consumidores de familias con bajos ingresos comen el "Melocotón de Calanda" con más regularidad que los consumidores de familias con ingresos más altos. Eso indica que hay otros elementos que influyen más en su consumo que el nivel de ingreso.

En respuesta a la pregunta, para que los programas gubernamentales, a través de subsidio, tengan impactos significativos en el consumo de frutas, los consumidores tienen que ser sensibles al precio del producto. El precio toma más relevancia cuando la economía pasa por un periodo de crisis, aun así, los datos recogidos por las dos encuestas sugieren que una medida cómo subsidiar la compra a través del "Melocotón de Calanda" tendría un efecto limitado. Una medida más efectiva sería, por ejemplo, crear campañas para fomentar el consumo de "Melocotón de Calanda" entre los jóvenes.

En España, alrededor del 94% de las frutas frescas son consumidas en el hogar (Cerdeño, 2011). Por eso, la actividad (ocupación) de los consumidores del "Melocotón de Calanda" influye sobre su consumo. Los consumidores regulares dedican más tiempo a actividades a tiempo completo en el hogar mientras que los consumidores esporádicos se dedican más a actividades fuera de casa, a tiempo completo o no. Este resultado converge con los hallazgos de Rose y Richards (2004). Estos autores observaron que las personas que trabajan 20 horas por semana o más fuera del hogar consumen menos frutas y verduras. Una posible causa sería la falta de tiempo de hacer las compras y preparar (limpiar y/o quitar la piel) el melocotón para comerlo.

Algunas indicaciones, con respecto a las actitudes de los consumidores, fueron incorporadas en las dos encuestas con el fin de obtener explicaciones más exhaustivas sobre el consumo de melocotón. Los consumidores contestaron, dando su nivel de concordancia o discordancia, y fue evaluado a través del uso de la escala de Likert: indicando el número 1 si estaban muy en desacuerdo y el 5 si estaban muy de acuerdo con las afirmaciones ofrecidas[2]. El grafico 2 muestra la concordancia y discordancia en las opiniones de los consumidores regulares y esporádicos.

2. Relación entre las afirmaciones de las encuestas y variables de grafico 2:
– "El melocotón es una fruta que tengo la costumbre de consumirla desde mi infancia" = "costumbre"
– "En la compra, sé identificar perfectamente los melocotones que tienen la mejor calidad y sabor" = "habilidad"

Las dietas están fuertemente ligadas a los hábitos. En particular, está relacionada a los hábitos incorporados por los padres desde la niñez (Brug *et al.*, 1995). La mayoría de los consumidores consumen melocotones desde su niñez (medida por la variable "costumbre" en el gráfico 2). Este resultado era lo esperado ya que los melocotones son frutas típicas en los países mediterráneos. Sin embargo, más consumidores regulares que esporádicos empiezan a comer melocotones desde la niñez. Eso indica que, a largo plazo, el éxito del consumo del "Melocotón de Calanda" depende de su consumo entre la población más joven.

Por no atender las expectativas del consumidor, comprar un producto indeseable disminuye su satisfacción. La insatisfacción reduce su lealtad al producto, lo que resulta en la disminución de la probabilidad de recompra del producto (Yi y La, 2004). La habilidad personal en valorar la calidad de la fruta puede influir en la compra de frutas. La posibilidad de comprar una fruta con calidad indeseable, o que no atienda a sus expectativas, es mayor entre los consumidor con poca habilidad de evaluar la calidad de la fruta.

Del mismo modo, la habilidad puede estar relacionada con la frecuencia con la que los consumidores compran la fruta, pues hay un aprendizaje. En la encuesta, los consumidores regulares se han mostrado más de acuerdo que los consumidores esporádicos de que son capaces de identificar los melocotones de alta calidad (expresado por la variable "habilidad"). Por lo tanto, los consumidores regulares de "Melocotón de Calanda" cometen menos errores cuando compran melocotones. Los errores en las compras ocurren cuando el consumidor tiene una expectativa de calidad del producto diferente que la calidad observada o experimentada. Esta distinción es importante porque tiene implicaciones en la satisfacción del consumidor y está ligada con el grado de fidelidad del consumidor al producto. En otras palabras, está asociada con la intención del consumidor en realizar la recompra del producto.

El sabor del melocotón está relacionado con la satisfacción del consumidor y este es el atributo más importante cuando va a comprar melocotones (Bruhn, 1995). Bruhn *et al.* (1991) realizaron una investigación sobre la satisfacción de los consumidores californianos pueden tener con la calidad del melocotón y observaron que el 11% de los consumidores están muy satisfechos con la calidad de la fruta y el 50% están satisfechos. En el caso de los consumidores de "Melocotón de Calanda" de Zaragoza, están aún más satisfechos. El 72% de los encuestados afirman estar muy de acuerdo con que: el sabor del "Me-

---

– "Si compro melocotones con la DO Calanda evito la entrada de melocotones de otros lugares y me beneficio con el fomento la economía Aragonesa" = "protección"
– "Cuando compro melocotones con la DO Calanda sé que la calidad del medio ambiente en la zona de producción mejorará ya que usan técnicas de producción menos contaminantes" = "ambiente DOP"
– "Comer melocotones con la DO Calanda es más sano que otros melocotones porque usan menos fertilizantes y defensivos" = "química DOP"
– "Si tuviera la misma calidad, me gustaría poder comprar el melocotón con DO Calanda desde agosto" = "anticipar DOP"
– "Si tuviera la misma calidad, me gustaría poder comprar el melocotón con DO Calanda durante los meses de noviembre y diciembre" = "tardar DOP"
– "El sabor de los melocotones DO Calanda es inmejorable" = "sabor DOP"
– "El melocotón envasado tiene el mismo sabor y olor" = "envase organol"
– "La fruta fresca envasada perjudica la salud" = "envase salud"
– "Tengo poco tiempo, por eso prefiero frutas envasadas" = "envase tiempo"

locotón de Calanda" es inmejorable, y el 17% de los consumidores están de acuerdo (variable "sabor DOP"). Aunque los consumidores esporádicos estén menos satisfechos que los regulares, su satisfacción puede ser considerada alta. Aproximadamente la mitad de los consumidores esporádicos están muy de acuerdo y el 39% de acuerdo con la afirmación sobre el sabor del "Melocotón de Calanda" ("sabor DOP"). Basándose en los resultados de la satisfacción de los consumidores hacia el sabor del "Melocotón de Calanda" es posible afirmar que esta característica influye en su demanda.

Carrasco *et al.* (2006) observaron que los consumidores regulares tenían mejor conocimiento sobre el producto y, en el presente caso, parece no ser diferente. Los consumidores tienen mejor conocimiento sobre el proceso de producción del "Melocotón de Calanda". Como se ha mencionado anteriormente, los productores suelen embolsar los frutos para protegerlos del daño físico y de la picadura de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*). El embolsado mejora el aspecto externo del fruto, así como la uniformidad de la maduración y, principalmente, minimiza el uso y el contacto directo de pesticidas con el melocotón. Así que, los consumidores fueron preguntados si el "Melocotón de Calanda" estaba producido con menos pesticidas que en la producción de otros melocotones similares (la variable "Química DOP") y si provoca menos daños ambientales ("Ambiente DOP"). Una mayor proporción de consumidores regulares afirman estar de acuerdo con que el "Melocotón de Calanda" utiliza menos pesticidas y, consecuentemente, hay menos impactos ambientales. Eso sugiere que los consumidores regulares tienen un mejor conocimiento sobre los beneficios del uso del embolsado[3]. Este conocimiento puede influir en su decisión de compra. Hay diversos estudios, entre ellos de Moser *et al.* (2011), que demostraron que los consumidores están dispuestos a pagar más por las frutas naturales con menos o ningún pesticida.

Otro aspecto evaluado entre los consumidores ha sido el etnocentrismo. El etnocentrismo es con frecuencia un factor importante de influencia en las preferencias de los consumidores, en especial en productos con Denominación de Origen Protegida. Según Ang *et al.* (2004), un consumidor etnocéntrico suele considerar la compra de un producto extranjero –o de otras localidades lejanas– como un comportamiento equivocado, porque cree que la economía local se resentiría, inclusive con la pérdida de empleos.

En relación al grado de etnocentrismo, los consumidores regulares han mostrado un mayor grado de concordancia con esta afirmación (variable "Protección DOP"). Eso indica que, aunque no concluyentes, hay más etnocentrismo entre los consumidores regulares que los esporádicos.

El consumo de melocotones está condicionado por su disponibilidad en el mercado (Konopacka *et al.*, 2010). Polo y Albisu (2009) llamaron a la atención por este problema sufrido por el "Melocotón de Calanda". Su oferta en el mercado es corta, tan solo de 2 meses. La limitación de tiempo hace más difícil su posicionamiento en el mercado. El Consejo Regulador considera la posibilidad de anticipar la temporada de producción con la incorporación de nuevas variedades y retrasar la temporada por el almacenamiento en cámaras frías y otras técnicas conservación, sin que afecte la calidad de la fruta.

3. Durante las entrevistas, los consumidores, en especial los más mayores (más frecuentes entre los consumidores regulares), comentaban sobre los beneficios del embolsado del "Melocotón de Calanda", sobretodo por disminuir la necesidad de defensivos.

Considerando el interés de extender la temporada de comercialización del "Melocotón de Calanda", dos afirmaciones fueron introducidas en las encuestas y los consumidores indicaron su grado de concordancia sobre las mismas. La primera afirmación es: "si tuviera la misma calidad, me gustaría poder comprar el melocotón con DO Calanda desde agosto" ("Anticipar DOP"). La segunda afirmación es: "si tuviera la misma calidad, me gustaría poder comprar el melocotón con DO Calanda durante los meses de noviembre y diciembre" ("Tardar DOP"). Como resultado, en general, todos los consumidores han mostrado un alto grado de concordancia con las dos afirmaciones. No obstante, los consumidores regulares han estado más de acuerdo en ampliar la temporada de comercialización del "Melocotón de Calanda".

De acuerdo con las normas del Consejo Regulador del "Melocotón de Calanda", este tipo de producción debe ser vendido en cajas con una sola capa de frutas. Esta práctica minimiza la pérdida de calidad de los melocotones y casi todo melocotón con la DOP "Melocotón de Calanda" se vende en este formato, a granel. No obstante, en cantidades más pequeñas, hay compañías que venden el "Melocotón de Calanda" en envases de plástico (barquetas) cerradas. El objetivo es mejorar la apariencia y proteger el producto contra la manipulación.

Existen diversas opciones de envases y una de ellas es el envase activo. Cuando los melocotones son condicionados en los envases activos, son tratados, así como el envase, con aceite esencial de canela. Montero-Prado *et al.* (2011) observaron que el "Melocotón de Calanda" condicionado en envases activos mantiene su sabor inalterado durante 12 días. Eso significa que la calidad objetiva de este melocotón no se altera con el uso del envase activo. Sin embargo, los consumidores pueden o no percibir el uso del envase como una señal de peor calidad, a pesar de ser un producto típico. Por tanto, los consumidores fueron preguntados sobre su percepción sobre la calidad de los melocotones envasados.

El uso del envase tiene mayor importancia en las sociedades con altos ingresos económicos y cuando el tiempo es factor escaso. El envase ofrece más conveniencia en la compra porque los productos son pesados anticipadamente. Según las respuestas de los consumidores, en general, están de acuerdo que tienen poco tiempo para hacer las compras y consecuentemente prefieren melocotones envasados. Necesitando así de un producto con mayor conveniencia, en especial para realizar las compras en menor tiempo.

Las respuestas son distintas entre los consumidores regulares y esporádicos. Casi el 50% de los consumidores regulares afirman que el envase puede influir el sabor del melocotón, mientras que más del 25% de los consumidores esporádicos están de acuerdo con la misma afirmación. Eso supone que el uso de envase puede ser una estrategia de mercado arriesgada porque los consumidores regulares –los cuales representan la mayor parte del mercado (en número de consumidores y en cantidad consumida)– perciben el producto envasado como de peor calidad. Así que, aquellas compañías que están interesadas en diferenciar sus productos por el uso de envases (como el activo) deben ser conscientes que la mayor parte del mercado puede rechazar los melocotones. Caso que se comercialicen melocotones en envases, para minimizar los riesgos de mercado, es aconsejable garantizar el sabor del producto a los consumidores.

Mantener la salud es importante para todas las personas. Según el tipo de alimentación la persona se torna más susceptible o no a las enfermedades. En general, alimentarse de productos naturales mantiene más la salud que alimentarse de productos artificiales (Brunsø *et al.*, 2002). Los productos artificiales son percibidas cómo aquellos que han su-

frido muchas modificaciones y que presentan productos (conservantes, colorantes, etc.) que pueden causar enfermedades.

Algunos de los consumidores del "Melocotón de Calanda" consideran que las frutas envasadas son menos naturales. Los productos menos naturales son percibidos como los que pueden tener efectos negativos para la salud. Los resultados de las encuestas indican que la percepción de los consumidores del "Melocotón de Calanda" es de poco riesgo para la salud por consumir "Melocotón de Calanda" envasado (3/4 parte de los consumidores piensan que el producto es seguro). Aunque los resultados de la percepción de riesgo para la salud sean positivos en relación al uso del envase, los consumidores esporádicos creen más fuertemente que puede haber algún efecto negativo para la salud. Por tanto, bajo una perspectiva de mercado, la percepción de riesgo para la salud es menos importante que la expectativa de cambio de la calidad organoléptica de la fruta.

Entre los diferentes tipos de consumidores, los consumidores esporádicos han mostrado niveles de concordancia más altos con la afirmación. Tienen menos tiempo que los consumidores regulares para hacer las compras y esta es la razón del porqué prefieren las frutas envasadas. El empleo de envases tiene impactos más favorables en las decisiones de compras de los consumidores esporádicos.

Conclusiones

Este trabajo ha abordado el tema de las preferencias de dos grupos de consumidores, de acuerdo con su frecuencia de consumo de "Melocotón de Calanda": regular y esporádico. Los consumidores regulares son aquellos que consumen "Melocotón de Calanda" más de una vez a la semana durante la temporada de comercialización. Son la mayoría y, de lejos, representan la mayor parte del mercado. Estos resultados indican que hay un núcleo de consumidores a los que hay que tratar con especial atención pero también que la aceptación de esta fruta está muy generalizada y produce pocos rechazos.

El perfil de los consumidores regulares son de personas más mayores, con menor nivel de estudios, más dedicadas al trabajo en casa y con menores ingresos familiares que los consumidores esporádicos. Todo ello puede reflejar que los consumidores regulares no serían, a priori, el segmento más interesante de cara al futuro. Sus hábitos han podido ser construidos a lo largo del tiempo.

Los consumidores esporádicos comen menos melocotones en su niñez y, probablemente, ha repercutido en su fase adulta su escasa habilidad para valorar la calidad de la fruta. Su conocimiento sobre las técnicas de producción del "Melocotón de Calanda" es más bajo, en comparación a los conocimientos de los consumidores regulares. Su satisfacción con las cualidades organolépticas, sabor y olor, del "Melocotón de Calanda" también son más bajas que el de los consumidores regulares. Los consumidores esporádicos prefieren más los melocotones vendidos en envase por ahorrar tiempo en la compra.

Esto está en consonancia con su menor percepción de riesgo para la salud por comprar frutas envasadas. Se deben realizar mayores esfuerzos para transformar los consumidores esporádicos en regulares, aunque la tarea puede resultar difícil. Sin embargo, su perfil está más en consonancia con el consumidor moderno dispuesto a pagar un buen precio por algo que sea de su apetencia.

España ha sufrido con la crisis económica desde el año 2008, cuando fue realizada la primera encuesta de este trabajo. Desde entonces, el desempleo ha aumentado y el nivel de ingresos de las familias ha bajado. El consumo del "Melocotón de Calanda" no

disminuye con el nivel de ingresos (ocurre lo contrario). Por esta particularidad, es de suponer que las actitudes de los consumidores de "Melocotón de Calanda" no hay cambiado significativamente, manteniendo el valor de las informaciones presentadas.

El consumo del "Melocotón de Calanda" está asociado a la percepción de calidad del producto y las actitudes de los consumidores. Para aumentar la demanda del "Melocotón de Calanda" –a largo plazo– es necesario promocionar su consumo especialmente entre los jóvenes basándose en su alta calidad organoléptica. Esta es la mejor política de mercado, pensando en el futuro, aunque producir bajo el patrón de calidad del "Melocotón de Calanda" no sea una labor fácil de realizar.

Actualmente, el consumo de frutas en España se realiza básicamente en el hogar. Por eso, aumentar el consumo de frutas en las escuelas y en el ambiente de trabajo es un gran desafío. El empleo de envases y de los productos mínimamente procesado en el caso del "Melocotón de Calanda" puede representar una alternativa interesante para entrar en el mercado de aperitivos. Cualquier compañía que tenga interés de entrar en este mercado tiene que informar y garantizar a sus clientes de atributos de calidad, como el sabor y el olor, especialmente para mantener y aumentar el número de consumidores regulares. Este tipo de consumidores representan la mayor parte del mercado del "Melocotón de Calanda" y desconfían sobre el mantenimiento de la calidad del "Melocotón de Calanda" cuando está envasado.

Agradecimientos

Este artículo ha sido financiado por el proyecto INIA, PET 2007-09_C5, con los fundos FEDER.

Bibliografía

Ang SH, Jung K, Kau AK, Leong SM, Pornpitakpan C, Tan SJ (2004). Animosity toward economic giants: what the little guys think. Journal of Consumer Marketing 21: 190-207.

Baker AH, Wardle J (2003). Sex differences in fruit and vegetable intake in older adults. Appetite 40: 269-275.

Brug J, Debie S, van Assema P, Weijts W (1995). Psychosocial determinants of fruit and vegetable consumption among adults: results of focus group interviews. Food Quality and preference 6: 99-107.

Bruhn CM (1995). Consumer and retailer satisfaction with the quality and size of California peaches and nectarines. Journal of Food Quality 18: 241-256.

Bruhn CM, Feldman N, Garlitz C, Harwood J, Ivans E, Marchall M, Riley A, Thurber D, Williamson E (1991). Consumer perceptions of quality: Apricots, cantaloupes, peaches, pears, strawberries and tomatoes. Journal of Food Quality 14: 187-195.

Brunsø K, Fjord TA, Grunert KG (2002). Consumers' food choice and quality perception. MAPP. The Aarhus School of Business. Working paper nº 77.

Carrasco LM, Mollá MB, del Campo FJ, Martínez A (2006). Influence of purchase place and consumption frequency over quality wine preferences. Food Quality and Preference 17: 315-327.

Cerdeño VJM. (2011). Demanda de frutas y hortalizas en España: perfiles de consumo conforme las características de los hogares. Distribución y Consumo 16-43.

Cerdeño VJM (2006). Hábitos de compra y consumo de frutas y hortalizas: Resultados del observatorio del consumo y la distribución alimentaria. Distribución y Consumo 88: 5-28.

CE (2014). Agriculture and Rural Development, Agriculture and Food, Door, Browser. Disponible en: http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html;jsessionid=pL0hLqqLXhNmFQyFl1b24mY3t9dJQPflg3xbL2YphGT4k6zdWn34!-370879141?locale=en&filter.dossierNum-

ber=&filter.comboName=&filterMin.milestone__mask=&filterMin.milestone=&filterMax.milestone__mask=&filterMax.milestone=&filter.country=&filter.category=PDOPGI_CLASS_16&filter.type=&filter.status=REGISTERED&recordSelection=all. (octubre 2014).

Crisosto CH, Crisosto GM (2005). Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. Postharvest Biology and Technology 38: 239-246.

Crisosto CH (2007). Cómo aumentar el consumo de melocotón: problemas y solución. *VI Jornada Técnica de L'Área de Postcollita: Avenços en la postcollita de la fruta d'os*, 16 de abril 2007, Lleida, España.

DAGA (2010). Orden por la que se adopta una decisión favorable en relación con la solicitud de modificaciones de la denominación de origen protegida «Melocotón de Calanda». Orden de 26 de noviembre de 2010, Boletín Oficial de Aragón. Disponible en http://www.melocotondecalanda.com/imagenes/orden_26.pdf (octubre 2014).

DAGA (1999). Reglamento de la Denominación de Origen "Melocotón de Calanda". Orden de 25 de agosto de 1999, Boletín Oficial de Aragón. Disponible en http://www.melocotondecalanda.com/pdfs/DO_Melocoton.pdf (octubre 2014).

Freedman ND, Park Y, Subar AF, Hollenbeck AR, Leitzmann MF, Schatzkin A, Abnet CC (2007). Fruit and vegetable intake and esophageal cancer in a large prospective cohort study. International Journal of Cancer 121: 2753–2760.

Herman DR, Harrison GG, Afifi AA, Jenks E (2008). Effect of a target subsidy on intake of fruit and vegetables among low-income women in the Special Supplemental Nutrition Program for Women, Infants, and Children. American Journal of Public Health 98: 98-105.

Iglesias I (2011). Peach industry in Spain: Situation trends and perspectives. Disponible en: http://www.prodeca.cat/resources/prodeca%20actuaciones/fruita_10_peaches.pdf (marzo 2013).

INE (2005). Notas de prensa. Encuesta de estructura salarial 2010: resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en http://www.ine.es/prensa/np741.pdf (March 2013).

Irala-Estevez J, Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prättälä R, Martínez-González MA (2000). A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetable. European Journal of Clinical Nutrition 54: 706-714.

Jenkins DJA, Srichaikul K, Kendall JL, Abdulnour S, Mirrahimi A, Meneses C, Nishi S, He X, Lee S, So YT, Esfahani A, Mitchell S, Parker TL, Vidgen TL, Josse RG, Leiter LA (2010). The relation of low glycaemic index fruit consumtion to glycaemic control and risk factors for coronary heart disease in type 2 diabetes. Diabetologia 53: 2234-2243.

Konopacka D, Jesionkowska K, Kruczýnska D, Stehr R, Schoorl F, Buehler A, Egger S, Codarin S, Hilaire C, Höller I, Guerra W, Liverani A, Donati F, Sansavini S, Martinelli A, Petiot C, Carbó J, Echeverria G, Iglesias I, Bonavy J (2010). Apple and peach consumption habits across European countries. Appetite 55: 478-483.

Llacer G, Alonso JM, Rubio-Cabetas MJ, Batlle I, Iglesias I, Vargas FJ, García-Brunton J, Badenes ML (2009). Peach industry in Spain. Journal of the American Pomological Society 63: 128-133.

MAGRAMA (2014). Alimentación: Bases de datos de consumo en hogares. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en http://www.mapa.es/es/alimentacion.pags/consumo/BD/resultadoes1.asp. (octubre 2014).

Montero-Prado P, Rodriguez-Lafuente A, Nerin C (2011). Active label-based packing to extend the shelf-life of "Calanda" peach fruit: changes in fruit quality and enzymatic activity. Postharvest Biology and Technology 60: 211-219.

Moreiras GV, Avila-Torres JM, Cuadrado-Vives C, Pozo de la Calle S, Moreiras-Tuny O (2006). Valoración de la Karin Ferraz dieta española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario. Fundación Española de la Nutrición y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dis-

ponible en http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/valoracion-de-la-dieta/valoracion_panel_tcm7-7983.pdf (septiembre 2014).

Moser P, Raffaelli R, McFadden DT (2011). Consumer preferences for fruit and vegetable with credence – based attributes: a review. International Food and Agribusiness Management Review 14: 121-142.

Nnoaham KE, Sacks G, Rayner M, Mytton O, Gray A (2009). Modelling income group differences in the health and economic impacts of targeted food taxes and subsides. International Journal of Epidemiology 38: 1324-1333.

Nti CA, Hagan J, Bagina F, Seglah M (2011). Knowledge of nutrition and health benefits and frequency of consumption of fruits and vegetables among Ghanaian homemakers. African Journal of Food Science 5: 333-339.

Pedret R, Sagnier L, Camp F (2000). *Herramientas para segmentación de mercados y posicionar productos*. Ed. Deusto: Bilbao.

Polo MC, Albisu LM (2009). *La comercialización del melocotón de Denominación de Origen Calanda.* Ed. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino: Madrid.

Rose D, Richards R (2004). Food store access and household fruit and vegetable use among participants in the US Food Stamp Program. Public Heath Nutrition 7: 1081-1088.

Shimp TA, Sharma S (1987). Consumer ethnocentrism: Construction and validation of the CETSCALE. Journal of Marketing Research 24: 280-289.

Trespalacios JA, Vazquez R, Bello L (2005). *Investigación de mercados*. Ed. Thomson: Madrid.

Varela G, Ávila JM, Cuadrado C, del Pozo S, Ruiz E, Moreiras O (2008). *Valoración de la dieta española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario.* Disponible en http://www.fen.org.es/ (agosto 2014)

Voorrips LE, Goldbohm RA, Verhoeven DTH, van Poppel GAFC, Sturmans F, Hermus RJJ, van den Brandt PA (2000). Vegetable and fruit consumption and lung cancer risk in the Netherlands cohort study on diet and cancer. Cancer Causes and Control, 11: 101-115.

Yi Y, La S (2004). What influences the relationship between consumer satisfaction and repurchase intention? Investigation the effects os adjusted expectations and consumer loyalty. Psychology & Marketing 21: 351-373.

WHO (2003). *World Health Report Reducing Risk, Promoting Health Life,* World health Organization. Ginebra, Suiza.

(Aceptado para publicación el 20 de julio de 2015)

Fe de erratas

En el artículo "**Acabado de vacas de desecho de rebaños lecheros. Revisión Bibliográfica"** publicado en el volumen 112 (2) de ITEA-Información Técnica Económica Agraria por E. Serrano, la Tabla 1 contenía erratas. La siguiente tabla muestra los datos correctos.

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	52.608	28.585
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	52.336	211.245
Canarias	6383	1.423
ESPAÑA	844.059	1.789.168

Fuente: MAGRAMA (2015a)

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. Podran 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)

	Cargo a cuenta corriente (rellenar la domiciliación bancaria)
	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__ Firmado:	Sello de la Entidad:

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 deseaindicar 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. Marí[1], S. Fernández-Cavada[2], C. García-Floria[3], S. Hernández[4], C. Zaragoza[1] y A. Cirujeda[1]

*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). Adaptative 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: Diaz *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 □, ■, ○, ■, ▲, Δ, ◊, ♦, +, y ×. 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* L. 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 3
Septiembre 2016

itea

información técnica económica agraria

www.aida-itea.org

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

Calidad de Revistas Científicas Españolas
FECYT | FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA | 2014