

Las Denominaciones de Origen de aceite de oliva virgen en España. Un análisis de su eficiencia técnica

F. Vidal^{*,1}, J. Aparicio^{**}, J.T. Pastor^{**} y D. Pastor^{**}

* Departamento de Economía Agroambiental, I.C. y E.G.I. Universidad Miguel Hernández (UMH). EPSO. Carretera de Beniel, km 3,2 03312 Orihuela (Alicante)

** Centro de Investigación Operativa. Ed. Torretamarit. Avda. de la Universidad s/n. 03202 Elche

Resumen

España es el principal productor y exportador mundial de aceite de oliva, con más de la mitad de la producción de la Unión Europea y entorno al 40% de la mundial. En unos mercados en los que cada vez cobran más importancia los aspectos relacionados con el origen geográfico del producto, las Denominaciones de Origen son una herramienta esencial para aumentar la competitividad de aquellos productos a los que amparan. El trabajo analiza para España la eficiencia técnica de la Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de aceite de oliva virgen en el trienio 2008-2010, empleando la metodología no paramétrica del DEA (Data Envelopment Analysis), en particular los modelos BAM (Bounded Adjusted Measures), los cuales permiten considerar todas las fuentes de ineficiencia técnica posibles. Las DOPs analizadas presentan en dicho período una eficiencia técnica relativamente elevada, con valores en el entorno de 0,8, aunque con una tendencia decreciente en dicho trienio. También se ha constatado una mayor eficiencia en aquellas DOPs más orientadas a los mercados internacionales.

Palabras clave: BAM, DEA, eficiencia de escala, rendimientos.

Abstract

Spanish virgin olive oil Designations of Origin. A technical efficiency analysis

Spain is the world's leading olive oil producer and exporter; representing more than half of the EU's production and around the 40% of the worldwide production. In markets where increasingly become more important the aspects related to the geographical origin of the products, the Protected Designations of Origin (PDO) are an essential tool for improving the competitiveness of those products that protect. This paper analyzes for Spain the technical efficiency of virgin olive oil PDOs in 2008-2010 period, resorting to the non-parametric methodology DEA (Data Envelopment Analysis), in particular the BAM models (Bounded Adjusted Measures), which allow us to consider all the possible sources of technical inefficiencies. The analyzed PDOs show in the period a relatively high technical efficiency, with values around 0.8, although with a continued downward trend in the last three-year period. It has also been found a higher efficiency in those PDO with a greater orientation to international markets.

Key words: BAM, DEA, returns, scale efficiency.

1. Autor para correspondencia: fvidal@umh.es. Tel. 966 658 781.

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2014.013>

Introducción

Según los últimos datos publicados por el Consejo Oleícola Internacional (COI, 2012) la producción mundial de aceite de oliva ronda los tres millones de toneladas (3,09 mill. t). Esta cantidad supone un incremento del 9% respecto a la producción registrada hace una década. España es el primer país productor del mundo con cerca de 1,35 millones de toneladas (43,5% del total mundial), seguido por Italia y Grecia con 0,44 y 0,31 millones de toneladas respectivamente. Señalar que la producción de los países de la cuenca mediterránea supone más del noventa por ciento del total mundial, y en especial, la de los países de la Unión Europea (UE) alcanza las 2,18 millones de toneladas (70,4% de la producción mundial).

En cuanto al consumo mundial, las últimas cifras lo sitúan en el entorno del nivel de producción (3,08 millones de toneladas), con dos líderes destacados: Italia y España, con 0,66 y 0,59 millones de toneladas respectivamente. Les siguen EE.UU. (0,28 mill. t) y Grecia (0,23 mill. t). Señalar que el consumo mundial ha crecido un 15% respecto al de hace una década. De nuevo destacar el peso en el consumo mundial del área mediterránea, con cerca del 70%, suponiendo los países de la UE un peso entorno al 61%.

Analizando las grandes cifras del comercio mundial, las importaciones superan ligeramente a las exportaciones, 0,71 frente a 0,69 millones de toneladas respectivamente, con un protagonismo claro en el lado importador por parte de EE.UU. con 0,27 mill. t (38,4% del total mundial) e Italia (0,10 mill. t), mientras que el principal país exportador es España, con cerca del 40% del total mundial.

Durante los últimos años se ha concedido gran importancia a la potenciación de los aspectos relacionados con el origen geográfico del producto, principalmente a través de las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP)

y de las Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP) dedicadas a la fabricación y comercialización de productos agroalimentarios (Tallarico, 2000; Gracia y Pérez, 2004; Gracia, 2006, Zeballos y Gracia, 2004; Martínez y Jiménez, 2006; Cambra y Villafuerte 2008; Bernabeu et al. 2008; García et al., 2010; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino –MARM–, 2011; Rogles, 2012). Ambas figuras se centran en los beneficios que estos indicadores geográficos ofrecen, y en la importancia del compromiso que las autoridades, tanto regionales, nacionales, como europeas, han venido asumiendo en esta materia. En el caso particular del aceite de oliva, una de las características principales señaladas por los consumidores a la hora de su elección es la referente a su origen o procedencia (Espejel et al. 2007; Ruiz et al. 2007; Testu, 2010; Sisó, 2011).

El Reglamento (CE) 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012, *sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios*, establece la definición de Denominación de Origen Protegida (DOP), como: “un nombre que identifica un producto (MAGRAMA, 2013a):

- Originario de un lugar determinado, una región o, excepcionalmente, un país,
- Cuya calidad o características se deben fundamental o exclusivamente a un medio geográfico particular, con los factores naturales y humanos inherentes a él, y
- Cuyas fases de producción tengan lugar en su totalidad en la zona geográfica definida”.

Según los últimos datos disponibles (año 2010), España contaba con 87 DOPs de productos agroalimentarios, siendo las más numerosas las relacionadas con el aceite de oliva, 27 en total. A su vez, el sector oleícola es el que cuenta con mayor número de industrias inscritas (envasadoras/comercializadoras y almazaras), un total de 698. El volumen comercializado de aceite de oliva virgen protegido asciende a 22.139 toneladas (Mi-

nisterio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente –MAGRAMA–, 2013b).

Analizando exclusivamente las DOPs de aceite de oliva virgen españolas, señalar su constante crecimiento en la última década, pasando de 11 en el año 2000 a las 27 de 2010. El valor económico de este producto asciende a 76,34 millones de euros, con un claro dominio del mercado nacional (64,72 mill. €) frente al mercado exterior (11,57 mill. €). Estas cifras en el año 2000 eran claramente inferiores (49,14 mill. €). Por último, señalar que el sector del aceite de oliva virgen supone el 8,53% del valor económico total de los productos agroalimentarios amparados por DOPs e IGP.

Las 27 DOPs españolas concentran una superficie de 703.500 hectáreas, contando con 377 almazaras y 315 envasadoras/comercializadoras. La producción total de aceite de oliva virgen protegido asciende a 99.988 toneladas. Por su parte, la cantidad comercializada es de 22.139 t, de las cuales 18.526 t están en el mercado nacional, 2.156 t en la U.E. y 1.436 t en países terceros. Esta diferencia entre producción y comercialización se debe a diferentes factores, entre los que podrían señalarse, sin ánimo de ser exhaustivos, los siguientes (Rubio, 2010): la competencia de otros aceites de calidad similar (frecuentemente bajo “marcas blancas”), el desconocimiento entre los consumidores del plus de una certificación de este tipo (DOP), el alto poder de negociación y de imposición de marcas de los grupos industriales (los cuales adquieren a granel un alto porcentaje del aceite de oliva virgen producido), la escasa presencia de los principales grupos envasadores en los Consejos Reguladores de las DOP, una imagen genérica de estos productos como de precio elevado, etc.

Aunque la estimación no paramétrica del grado de eficiencia técnica empleando el Análisis Envoltante de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA) ha sido ampliamente uti-

lizado en el sector agrario, no son tan numerosas las aplicaciones de esta metodología al sector oleícola. Sin ánimo de ser exhaustivos, podríamos señalar a Damas y Romero (1997), los cuales analizan la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén en el período 1975-1993. Montegut *et al.* (2002) analizan la eficiencia técnica y de escala de las cooperativas productoras de aceite de oliva de la variedad Arbequina con DO Garrigues. Por su parte Dios-Palomares *et al.* (2006 y 2007) analizan la eficiencia de la industria oleícola andaluza; en el primero de los trabajos (2006) desarrollando un nuevo método para la consideración de variables de entorno, en tres etapas, desde la perspectiva de considerar posibles diferencias estructurales entre cooperativas y almazaras industriales; mientras que en el segundo de los trabajos (2007), el enfoque pretende globalizar el proceso productivo del aceite de oliva, considerando conjuntamente tanto la producción, como la calidad y el respeto medioambiental. En el caso de la producción de aceituna, Amores y Contreras (2009) analizan la eficiencia del olivar andaluz según tipologías de explotación. Dios-Palomares y Martínez-Paz (2011) estudian el nivel de eficiencia técnica en la industria oleícola andaluza desde una perspectiva multi-output, incorporando el impacto medioambiental del proceso productivo.

El objetivo de este trabajo es analizar la eficiencia técnica de las DOPs de aceite de oliva virgen españolas en las últimas tres campañas para las que se dispone de información (2008, 2009 y 2010), mediante la metodología basada en el Análisis Envoltante de Datos (DEA), en particular con los modelos BAM (Bounded Adjusted Measures; Cooper *et al.*, 2011). Aunque algunos trabajos anteriores, Pastor *et al.* (2012a) y Vidal *et al.* (2012 y 2013), analizan la eficiencia de las DOPs e IGP vitivinícolas, no se ha encontrado ningún trabajo que aborde el análisis de la eficiencia

técnica del conjunto de DOPs de aceite de oliva en nuestro país. El análisis de este sector y de las DOPs es importante, tanto por su importancia económica como social, al ser España, tal y como se ha puesto de manifiesto anteriormente, un referente mundial en la producción y comercialización de aceite de oliva. Por ello, es importante conocer cómo se comportan uno de los principales actores del sector, en este caso las DOPs. La originalidad del trabajo radica en este hecho; es la primera aplicación de la metodología DEA a las DOPs de aceite de oliva en España, considerándolas como unidades de decisión independientes, lo que permitirá la comparación entre ellas en cuanto a sus indicadores de eficiencia y potencialmente adoptar las medidas y acciones que les ayuden a mejorar su eficiencia. Al contar con datos de tres campañas, también se podrán analizar la evolución temporal de estos índices.

El artículo se estructura como sigue. En el apartado 2 se describen los datos utilizados y la metodología empleada. Los resultados obtenidos aplicando la metodología DEA, en particular los modelos BAM, a las DOPs de aceite de oliva españolas se muestran en el apartado 3. La discusión y conclusiones del trabajo aparecen en el apartado 4.

Materiales y métodos

Datos

Como se ha comentado en el apartado anterior, el trabajo se centra en las DOPs de aceite de oliva virgen españolas. Según los últimos datos, en el año 2010 existían 27 DOPs de este producto en nuestro país. De éstas, se han descartado aquellas que no han aportado al MAGRAMA los datos económico-productivos pertinentes, o lo han hecho de manera incompleta (no están disponibles sus datos para las tres campañas analizadas).

Esto nos ha llevado a trabajar con un total de 17 DOPs. Para éstas se han seleccionado los datos referidos a superficie (hectáreas), número de almazaras y de envasadoras/comercializadoras, así como el volumen (kilogramos) comercializado en el mercado nacional e internacional, las cinco variables usadas en el modelo, y única información homogénea y a disposición pública por parte del MAGRAMA. Las primeras tres variables serían los inputs (Tabla 1), mientras que las dos últimas serían los outputs (Tabla 2). Como se ha comentado anteriormente, los datos se han recogido para las campañas 2008, 2009 y 2010.

Metodología empleada

En este trabajo se ha recurrido al DEA para la estimación de la eficiencia de las distintas DOPs y su evolución a lo largo del trienio 2008-2010. El DEA es una metodología no paramétrica basada en la Programación Matemática que permite el análisis de eficiencia de una muestra de unidades homogéneas que consumen el mismo conjunto de insumos para producir el mismo conjunto de productos (Cooper *et al.*, 2000). Frente a otras posibilidades, como las fronteras estocásticas, el DEA no requiere de la especificación funcional de una frontera de producción, además de permitir de forma sencilla tratar con un contexto de múltiples productos.

En DEA existen múltiples medidas de eficiencia que implementan de diferente manera cómo se calcula la distancia de la unidad evaluada a la frontera de la tecnología estimada. Los primeros modelos utilizados hacían referencia a medidas "radiales" bajo dos supuestos: rendimientos constantes a escala (en inglés, CRS) (véase Charnes *et al.*, 1978), dando lugar al conocido como modelo CCR, y rendimientos variables a escala (en inglés, VRS) (véase Banker *et al.*, 1984), dando lugar al modelo BCC. Las medidas radiales permiten la estimación del grado de eficiencia técnica

Tabla 1. Variables utilizadas como Inputs en el modelo (2008, 2009 y 2010)
 Table 1. Variables used as Inputs in the model (2008, 2009 and 2010)

DOP	Superficie (ha)			Almazaras			Comercializadoras		
	2010	2009	2008	2010	2009	2008	2010	2009	2008
Aceite de Mallorca	1.647	1.470	1.450	7	7	7	13	11	11
Aceite de Terra Alta	3.900	3.800	4.800	8	11	9	15	17	13
Aceite del Baix Ebre-Montsià	12.111	12.111	12.111	12	12	12	5	5	5
Aceite del Bajo Aragón	16.500	16.000	22.000	32	31	30	36	3	4
Aceite Monterrubio	10.000	10.000	10.000	2	2	2	2	2	2
Baena	60.000	60.000	60.000	20	19	19	22	22	22
Estepa	38.000	38.000	38.000	19	19	19	4	4	2
Gata-Hurdes	30.329	30.329	30.329	5	6	6	4	4	4
Les Garrigues	18.560	18.560	18.560	15	17	17	26	44	44
Montes de Toledo	26.780	26.780	26.800	38	41	44	26	31	33
Montoro-Adamuz	26.562	24.494	9.496	7	5	4	4	4	4
Poniente de Granada	20.752	20.752	24.700	12	13	13	13	14	14
Priego de Córdoba	29.628	29.628	29.628	13	13	13	11	14	15
Sierra de Cazorla	37.500	37.500	39.500	12	12	12	13	13	14
Sierra de Segura	38.000	33.596	38.000	20	19	19	5	9	6
Sierra Mágina	61.000	61.000	61.000	28	28	29	24	24	24
Siurana	11.523	11.343	13.038	36	38	38	40	34	34
<i>Media</i>	<i>26.047</i>	<i>25.610</i>	<i>25.848</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>

Fuente: elaboración propia a partir de MAGRAMA (2013b).

de la unidad que se evalúa mientras se mantiene constante el *mix* de inputs o de outputs, dependiendo de la orientación seleccionada previamente en el análisis. A partir de las medidas radiales, se han introducido en la literatura diversas medidas que corrigen total o parcialmente algunas de las debilidades presentadas por éstas. En concreto, tanto el CCR como el BCC no tienen en cuenta la ineficiencia técnica no radial, es decir, aquella asociada a las holguras que los modelos de optimización pueden generar. Adicionalmen-

te, y al ser sendos modelos de carácter orientado, no permiten estimar a través de un único índice la ineficiencia técnica existente en inputs y en outputs de manera simultánea. Por este motivo, otras medidas, como aquellas basadas en los modelos aditivos ponderados, fueron introducidas en la literatura a finales de la década de los noventa (véase, por ejemplo, Lovell y Pastor, 1995 y Cooper et al., 1999). Más recientemente, Cooper et al. (2011) y Pastor et al. (2012b) han refinado estas medidas consiguiendo un ma-

Tabla 2. Variables utilizadas como Ouputs en el modelo (2008, 2009 y 2010)
 Table 2. Variables used as Ouputs in the model (2008, 2009 y 2010)

DOP	Ventas mercado nacional (kg)			Ventas mercado internacional (kg)		
	2010	2009	2008	2010	2009	2008
Aceite de Mallorca	99.990	77.380	86.780	23.280	13.520	12.740
Aceite de Terra Alta	180.000	1.000.000	1.768.000	20.000	300.000	312.000
Aceite del Baix Ebre-Montsià	37.420	85.450	145.000	4.000	1.600	0
Aceite del Bajo Aragón	1.750.000	1.800.000	1.870.000	50.000	100.000	30.000
Aceite Monterrubio	16.820	6.300	9.400	77.220	18.910	0
Baena	2.439.000	2.415.000	2.300.000	1.240.000	1.228.000	1.170.000
Estepa	1.500.000	2.000.000	2.325.000	500.000	500.000	175.000
Gata-Hurdes	6.753	2.820	46.330	0	0	0
Les Garrigues	1.594.340	1.702.000	1.739.000	0	0	0
Montes de Toledo	135.000	325.000	300.000	115.000	175.000	350.000
Montoro-Adamuz	35.700	6.288	5.176	0	0	0
Poniente de Granada	615.400	406.395	318.000	0	0	350.000
Priego de Córdoba	1.350.000	960.000	303.000	750.000	422.000	517.000
Sierra de Cazorla	2.850.000	2.850.000	5.500.000	250.000	150.000	0
Sierra de Segura	556.090	277.584	450.500	46.910	185.056	192.500
Sierra Mágina	1.505.000	1.665.000	1.482.937	190.000	35.000	22.583
Siurana	2.892.900	3.948.000	3.347.000	258.100	0	0
<i>Media</i>	<i>1.033.201</i>	<i>1.148.660</i>	<i>1.293.890</i>	<i>207.324</i>	<i>184.064</i>	<i>184.225</i>

Fuente: elaboración propia a partir de MAGRAMA (2013b).

yor poder discriminante entre unidades ineficientes y asegurando, por otra parte, que la medida se encuentre comprendida siempre en el rango entre cero y uno, incluso asumiendo rendimientos constantes a escala, un hecho poco habitual cuando se trabaja con modelos aditivos en DEA. En concreto, siguiendo a Cooper et al. (2011), en este artículo haremos uso del modelo BAM (en inglés, Bounded Adjusted Measure) bajo VRS para estimar el grado de eficiencia técnica de cada DOP en cada año y, por otra parte, siguiendo

a Pastor et al. (2012b), haremos uso también de la formulación de esta misma medida para el caso de CRS con la única intención de calcular estimaciones de la eficiencia de escala mediante la comparación de los resultados de sendos modelos. El hecho de desear medir toda ineficiencia técnica presente en los datos, ya sea ésta consecuencia de ineficiencias en el uso de los inputs o en la producción de los outputs, creemos que justifica la aplicación en este artículo de un modelo aditivo con pesos como es la medida BAM.

A continuación, introduciremos la notación necesaria para mostrar las formulaciones de la medida BAM bajo los dos tipos de rendimientos a escala considerados. Así, asumimos, de manera genérica, que deseamos estimar el nivel de eficiencia técnica de cada una de las unidades (actividades) de una muestra formada por n observaciones ho-

mogéneas que consumen m insumos para producir s productos. La unidad k -ésima la describiremos matemáticamente como $(X_k, Y_k) = (x_{1k}, \dots, x_{mk}, y_{1k}, \dots, y_{sk})$. De esta forma, para evaluar la medida BAM, bajo VRS, asociada a la unidad k -ésima, debemos resolver el siguiente modelo de Programación Lineal.

$$BAM_{VRS}(X_k, Y_k) = \underset{\lambda, s^-, s^+}{Min} \quad 1 - \frac{1}{m+s} \left(\sum_{i=1}^m \frac{s_{ik}^-}{L_{ik}} + \sum_{r=1}^s \frac{s_{rk}^+}{U_{rk}} \right)$$

s.a.

$$\sum_{j \in E_{VRS}} \lambda_{jk} x_{ij} = x_{ik} - s_{ik}^-, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j \in E_{VRS}} \lambda_{jk} y_{rj} = y_{rk} - s_{rk}^+, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j \in E_{VRS}} \lambda_{jk} = 1,$$

$$\lambda_{jk} \geq 0, \quad j \in E_{VRS}$$

$$s_{ik}^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

$$s_{rk}^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

donde $L_{ik} = x_{ik} - \min\{x_{ij} : j = 1, \dots, n\}$, $i = 1, \dots, m$, $U_{rk} = \max\{y_{rj} : j = 1, \dots, n\} - y_{rk}$, $r = 1, \dots, s$, y E_{VRS} denota al conjunto de índices correspondientes a las unidades en la frontera fuerte de producción, es decir, el conjunto de unidades eficientes asumiendo VRS.

En cuanto a la determinación de la misma medida pero bajo CRS, el modelo de Programación Lineal que debería ser resuelto para la unidad k -ésima de la muestra sería el siguiente.

$$BAM_{CRS}(X_k, Y_k) = \underset{\lambda, s^-, s^+, \tau^-, \tau^+}{Min} \quad 1 - \frac{1}{m+s} \left(\sum_{i=1}^m \frac{s_{ik}^-}{L_{ik}} + \sum_{r=1}^s \frac{s_{rk}^+}{U_{rk}} \right)$$

s.a.

$$\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_{jk} x_{ij} + \tau_{ik}^- = x_{ik} - s_{ik}^-, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_{jk} y_{rj} - \tau_{rk}^+ = y_{rk} - s_{rk}^+, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_{jk} x_{ij} + \tau_{ik}^- \geq \min\{x_{ij} : j = 1, \dots, n\}, \quad i = 1, \dots, m,$$

$$\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_{jk} y_{rj} - \tau_{rk}^+ \leq \max\{y_{rj} : j = 1, \dots, n\}, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_{jk} \geq 0, \quad j \in E_{CRS}$$

$$s_{ik}^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

$$s_{rk}^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\tau_{ik}^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\tau_{rk}^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

donde E_{CRS} denota al conjunto de índices correspondientes a las unidades en la frontera fuerte de producción, es decir, el conjunto de unidades eficientes bajo CRS.

Ambos modelos comparten la misma función objetivo e intentan proyectar a cada unidad evaluada sobre la frontera de producción reduciendo insumos y aumentando, a su vez, la producción en todas sus dimensiones. Sin embargo, los modelos se diferencian en las restricciones utilizadas en su definición, como consecuencia de la influencia de las cotas en el modelo con retorno a escala constante. En particular, en el modelo bajo CRS se hace necesaria la introducción de unas nuevas variables en el modelo, τ_{ik}^- , $i = 1, \dots, m$, y τ_{rk}^+ , $r = 1, \dots, s$, que, como Pastor et al. (2012b) han probado, son del todo indispensables si se desea caracterizar de manera adecuada la tecnología bajo CRS asumiendo ciertas cotas en inputs y outputs. Por otra parte, cabe indicar que la medida BAM posee ciertas propiedades de interés desde un punto de vista matemático-económico (Cooper et al., 2011). Entre otras, puede probarse que $0 \leq BAM_{VRS}(X_k, Y_k) \leq 1$ y $0 \leq BAM_{CRS}(X_k, Y_k) \leq 1$, para todo $k = 1, \dots, n$, siendo mayor el grado de eficiencia técnica detectado en una unidad

cuanto mayor sea el valor de la medida BAM. En particular, una unidad será Pareto-Koopmans eficiente (véase Cooper et al., 2000) si y sólo si la medida BAM toma el valor uno. Cabe señalar aquí que en el caso de que algún $L_{ik} = 0$ ó $U_{rk} = 0$, se debería seguir el procedimiento descrito en Cooper et al. (2011) y en el cual se indica que el término correspondiente en el sumatorio de la función objetivo se eliminaría antes de comenzar la resolución del modelo de optimización.

Por otra parte, y dado que en ambos modelos de optimización aparece el conjunto de unidades eficientes, E_{VRS} en el caso de VRS y E_{CRS} en el caso de CRS, cabe indicar que dicho conjunto se determina en una etapa previa de preproceso a través de la resolución del modelo aditivo debido a Charnes et al. (1985). De esta forma, el cálculo de las medidas BAM pasaría por un proceso de dos etapas: determinación del conjunto de unidades eficientes y, seguidamente, resolución del modelo BAM correspondiente.

En el caso de VRS, la primera etapa consistiría en la resolución del siguiente modelo de optimización para cada una de las unidades de la muestra.

$$\begin{aligned}
 A_{VRS}(X_k, Y_k) = & \text{Max}_{\lambda, s^-, s^+} \sum_{i=1}^m s_{ik}^- + \sum_{r=1}^s s_{rk}^+ \\
 \text{s.a.} & \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} x_{ij} = x_{ik} - s_{ik}^-, \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} y_{rj} = y_{rk} + s_{rk}^+, \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1, \\
 & \lambda_{jk} \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & s_{ik}^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \\
 & s_{rk}^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s
 \end{aligned}$$

Así, el conjunto E_{VRS} estaría formado por todas las unidades con $A_{VRS}(X_k, Y_k) = 0$. Una vez determinado dicho conjunto, pasaríamos, en una segunda etapa, a la resolución del mo-

delo BAM bajo VRS. En el caso de CRS, la primera etapa consistiría en la resolución de un modelo muy similar al anterior donde la restricción de convexidad ha sido eliminada:

$$A_{CRS}(X_k, Y_k) = \underset{\lambda, s^-, s^+}{Max} \sum_{i=1}^m s_{ik}^- + \sum_{r=1}^s s_{rk}^+$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} x_{ij} = x_{ik} - s_{ik}^-, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} y_{rj} = y_{rk} - s_{rk}^+, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_{jk} \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$s_{ik}^- \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

$$s_{rk}^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

En este último caso, el conjunto E_{CRS} sería el formado por las unidades con $A_{CRS}(X_k, Y_k) = 0$. Una vez determinado dicho conjunto, pasaríamos, en una segunda etapa, a la resolución del modelo BAM bajo CRS.

Por último, para la estimación del grado de eficiencia de escala de cada unidad, recurrimos en este artículo por analogía a la fórmula empleada por Banker et al. (1984) con tal fin, es decir, compararemos a través de un ratio el valor de la eficiencia técnica asumiendo CRS y VRS: $BAM_{CRS}(X_k, Y_k) / BAM_{VRS}(X_k, Y_k)$. Puede probarse que este ratio es menor o igual a uno, con valor uno denotando la situación en la cual la unidad k -ésima presenta características propias de rendimientos constantes a escala. Por último, para la estimación del tipo de rendimientos a escala bajo los cuales opera cada una de las unidades analizadas, recurriremos a evaluar la suma de las variables de intensidad en la solución óptima determinada para el modelo BAM bajo CRS, es decir, trabajaremos con el valor de $\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_j^*$. Siguiendo a Cooper et al. (2000), si $\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_j^* = 1$ entonces pode-

mos considerar que la correspondiente unidad evaluada opera bajo rendimientos constantes a escala, si $\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_j^* > 1$ entonces la unidad opera bajo rendimientos decrecientes a escala y, finalmente, si $\sum_{j \in E_{CRS}} \lambda_j^* < 1$ entonces podremos asumir rendimientos crecientes a escala.

Resultados

Describiremos en esta sección los resultados obtenidos después de aplicar la metodología comentada anteriormente a las DOPs de aceite de oliva virgen españolas. En primer lugar señalar que, en la primera etapa de cálculo y asumiendo rendimientos variables a escala, se determinó el conjunto de unidades eficientes, E_{VRS} , para los años 2008, 2009 y 2010, estando éste formado por las DOPs de Baena, Estepa, Sierra de Cazorla, Siurana, Aceite Monterrubio, Aceite de Mallorca y Aceite de Terra Alta en 2008, por Baena, Estepa, Sierra de Cazorla, Siurana, Aceite Mon-

terrubio, Aceite del Bajo Aragón y Aceite de Terra Alta en 2009, y por Baena, Estepa, Sierra de Cazorla, Siurana, Aceite Monterrubio, Priego de Córdoba y Aceite de Mallorca en 2010. Una vez determinado E_{VRS} para cada anualidad, se obtuvieron los valores de la medida BAM bajo VRS. En este sentido, cinco de las DOPs analizadas aparecen como eficientes bajo VRS en el período analizado: Baena, Estepa, Sierra de Cazorla, Siurana y Aceite Monterrubio (Tabla 3). Ciertas DOPs aparecen como eficientes en algunas de las campañas

analizadas, como es el caso de: Priego de Córdoba, Aceite de Mallorca, Aceite del Bajo Aragón y Aceite de Terra Alta. Los valores medios de los índices de eficiencia son bastante elevados, en el entorno de 0,80. Sin embargo, este positivo dato, se ve matizado por una tendencia decreciente en el trienio analizado, con una caída cercana al 3,5%.

Por otro lado, junto a la eficiencia técnica, se ha calculado la eficiencia de escala de las diferentes DOPs (Tabla 3). Con ello se pretende comprobar lo cercana que está cada DOP a

Tabla 3. Índices de eficiencia basados en modelos BAM para las DOP de aceite españolas (2008, 2009 y 2010)
Table 3. BAM models efficiency scores for the Spanish olive oil DOP (2008, 2009 and 2010)

DOP	BAM VRS			BAM CRS			Eficiencia de escala		
	2010	2009	2008	2010	2009	2008	2010	2009	2008
Baena	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estepa	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sierra de Cazorla	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siurana	1	1	1	1	1	0,7633	1	1	0,7633
Aceite Monterrubio	1	1	1	1	0,6000	0,4000	1	0,6000	0,4000
Priego de Córdoba	1	0,8224	0,8766	1	0,7483	0,8308	1	0,9099	0,9477
Aceite de Mallorca	1	0,7472	1	0,6083	0,4000	0,6024	0,6083	0,5353	0,6024
Les Garrigues	0,8119	0,7738	0,5433	0,7806	0,7005	0,5433	0,9615	0,9053	1
Aceite del Bajo Aragón	0,7596	1	0,7638	0,7558	1	0,6897	0,9950	1	0,9030
Aceite de Terra Alta	0,7399	1	1	0,4221	1	1	0,5705	1	1
Poniente de Granada	0,6215	0,6837	0,7713	0,5225	0,4760	0,7140	0,8407	0,6962	0,9257
Sierra Mágina	0,5859	0,6434	0,5481	0,5643	0,6085	0,5481	0,9632	0,9457	1
Sierra de Segura	0,5827	0,6189	0,6881	0,5361	0,5179	0,5978	0,9201	0,8368	0,8687
Aceite del Baix Ebre-Montsià	0,5678	0,6049	0,6056	0,4013	0,3967	0,4166	0,7068	0,6559	0,6879
Montoro-Adamuz	0,5622	0,5438	0,7708	0,4000	0,4000	0,4000	0,7115	0,7355	0,519
Gata-Hurdes	0,5451	0,5284	0,6073	0,4000	0,4000	0,4000	0,7338	0,7571	0,6586
Montes de Toledo	0,4959	0,5542	0,5662	0,4747	0,477	0,5617	0,9572	0,8607	0,9921
<i>Media</i>	<i>0,7807</i>	<i>0,7953</i>	<i>0,8083</i>	<i>0,6980</i>	<i>0,6897</i>	<i>0,6746</i>	<i>0,8805</i>	<i>0,8493</i>	<i>0,8393</i>

tener retorno de escala constante. Previamente a dicho cálculo, se determinó el conjunto E_{CRS} para cada anualidad. Así, el conjunto E_{CRS} para el año 2008 se encuentra formado por las DOPs de Baena, Estepa, Sierra de Cazorla y Aceite de Terra Alta, para 2009 por Baena, Estepa, Sierra de Cazorla, Siurana, Aceite del Bajo Aragón y Aceite de Terra Alta, y para 2010 por Baena, Estepa, Sierra de Cazorla, Siurana, Aceite Monterrubio y Priego de Córdoba. Posteriormente, y para cada año del periodo de estudio, se obtuvieron los valores de la medida BAM bajo CRS. En este caso, tres de las DOPs eficientes técnicamente, también lo son de escala para el período analizado: Baena, Estepa y Sierra de Cazorla. Otras DOPs eficientes de escala para algunas campañas concretas, son: Siurana, Aceite de Terra Alta, Aceite Monterrubio, Priego de Córdoba, Les Garrigues, Aceite del Bajo Aragón y Sierra Magina. Al contrario que con la eficiencia técnica, la eficiencia de escala de las diferentes DOPs ha mejorado considerablemente en el trienio, creciendo casi un cinco por ciento. Adicionalmente, sus resultados son ciertamente elevados, llegando en 2010 a un índice medio de 0,88.

Discusión

Las DOP de aceite de oliva virgen españolas muestran valores medios de sus índices de eficiencia técnica en el período 2008-2010 bastante elevados, en el entorno de 0,8 bajo VRS y de 0,69 bajo CRS. Sin embargo, la tendencia en ese período muestra un decrecimiento de la eficiencia técnica media bajo VRS de un 3,5% y un crecimiento en igual porcentaje de los valores medios de eficiencia bajo CRS.

Si nos centramos en el análisis de los rendimientos a escala, en 2009 y 2010 todas las DOPs operan bajo CRS o en un entorno de rendimientos decrecientes IRS (Tabla 4). En 2008 ocurre algo similar, salvo para tres DOPs

Tabla 4. Estimación de los rendimientos a escala para las DOP de aceite de oliva españolas (2008, 2009 y 2010)

Table 4. Returns to scale estimation for the Spanish olive oil DOP (2008, 2009 and 2010)

DOP	BAM CRS		
	2010	2009	2008
Baena	CRS	CRS	CRS
Estepa	CRS	CRS	CRS
Sierra de Cazorla	CRS	CRS	CRS
Siurana	CRS	CRS	DRS
Aceite Monterrubio	CRS	IRS	IRS
Priego de Córdoba	CRS	IRS	IRS
Aceite de Mallorca	IRS	IRS	IRS
Les Garrigues	IRS	IRS	IRS
Aceite del Bajo Aragón	IRS	CRS	DRS
Aceite de Terra Alta	IRS	CRS	CRS
Poniente de Granada	IRS	IRS	IRS
Sierra Mágina	IRS	IRS	IRS
Sierra de Segura	IRS	IRS	IRS
Aceite del Baix Ebre-Montsià	IRS	IRS	IRS
Montoro-Adamuz	IRS	IRS	IRS
Gata-Hurdes	IRS	IRS	IRS
Montes de Toledo	IRS	IRS	DRS

IRS = Rendimientos crecientes a escala; CRS = Rendimientos constantes a escala; DRS = Rendimientos decrecientes a escala.

(Aceite del bajo Aragón, Montes de Toledo y Siurana), que operan bajo DRS. Estas tres DOPs son relativamente grandes en el uso de insumos. En concreto, Montes de Toledo supera la media del sector para los tres insumos, Siurana presenta un mayor número de almazaras y comercializadoras, mientras que Bajo Aragón supera a la media en el número de almazaras. Las tres sufren cierta re-

conversión hacia tamaños menores, fundamentalmente Bajo Aragón, el cual reduce la superficie en un 25% en el trienio analizado, aunque aumenta de manera significativa el número de empresas comercializadoras, pasando de 4 a 36. Montes de Toledo reduce su número de almazaras y comercializadoras y Siurana reduce fundamentalmente la superficie protegida (12%). Esta reconversión a un cierto tamaño algo menor, les conduce a operar en los años siguientes (2009 y 2010) bajo CRS ó IRS, abandonando los rendimientos decrecientes.

Las DOPs de aceite de oliva españolas han disminuido sus ventas dirigidas al mercado nacional cerca de un 20% en los tres años analizados. Sin embargo, las ventas exteriores se han incrementado en el mismo período un 12%. La crisis económica interna, parece que ha castigado especialmente a los aceites de oliva virgen y virgen extra con DOP, ya que en ese mismo período, el consumo per cápita de aceite de oliva de los españoles se ha mantenido prácticamente constante (en el entorno de 9,7 l/cápita; Mercasa, 2013), al igual que ha ocurrido con el aceite de girasol (3,54 l/cápita). Señalar también, que pese a que el consumo per cápita de aceite de oliva se ha mantenido prácticamente constante, sin embargo el gasto per cápita ha experimentado un descenso del 15%, lo que nos parece indicar un menor consumo de aquellos aceites con mayores precios a priori (caso de los aceites de oliva virgen con DOP).

Cabría señalar, a tenor de los datos disponibles, que el sector tiende hacia un crecimiento ligero en la superficie bajo DOP, la desaparición de almazaras (-2,4%), pero crecimiento en su lugar, y de forma sustitutiva, de empresas comercializadoras (+4,8%).

También se aprecia una gran diferencia en la eficiencia promedio entre el grupo de DOPs que centraron gran parte de su comercialización al mercado exterior y las que no. En con-

creto, la evolución en el trienio fue creciente en la eficiencia técnica: 0,82, 0,86 y 0,92 para aquellas DOPs no centradas únicamente en el mercado nacional (es decir, aquellas cuyo porcentaje de ventas a los mercados internacionales es superior a la media del conjunto). Aquellas DOPs más preocupadas por el mercado exterior consiguen ir mejorando su eficiencia técnica, tendencia que es contraria a lo estimado para el sector en global.

La tendencia decreciente de la eficiencia técnica de las DOPs estudiadas podría explicarse de la siguiente forma. Año a año, varias de las DOPs que forman parte del grupo de unidades con cierto peso relativo en el mercado exterior se encuentran en la frontera de producción y se aprecia que, a su vez, éstas DOPs mantienen, más o menos, en general sin grandes cambios, los insumos pero sí aumentan mucho los outputs, en concreto, las ventas en el extranjero. Eso hace desplazar la frontera eficiente hacia arriba, generando a su vez que las unidades que no se dedican al mercado exterior, y que sufren la crisis del consumo interno de forma más acusada, se encuentren paulatinamente cada vez más lejos de dicha frontera. Esto al final implica una evolución negativa de su eficiencia técnica. Probablemente, esto se solucionaría enfocando más sus esfuerzos hacia la comercialización fuera de nuestras fronteras, a lo que podría ayudar la potenciación de la Marca España por parte de los diferentes agentes políticos y económicos.

Por último, también se podría sugerir incrementar en alguna medida los inputs (no excesivamente, ya que la eficiencia de escala es bastante elevada), en especial, el número de almazaras, lo que haría al sector acercarse aún más al tamaño de escala óptimo. No parece necesario articular medidas relacionadas con la superficie protegida de cada DOP, porque la tendencia debe ser a crecer, ya que los agricultores, dada la volatilidad de los precios y los problemas del sector, parecen tender a

quedar bajo el paraguas de la DOP. Tampoco preocupa el número de comercializadoras/envasadoras, las cuales parecen bastante interesadas en este producto de calidad, seguramente atraídas por unos precios atractivos y por un alto potencial del aceite español fuera de nuestras fronteras.

Como líneas futuras de trabajo podríamos señalar, en el caso de que puedan estar disponibles, que sería interesante considerar en el análisis los precios pagados en cada DOP, lo que nos permitiría calcular la eficiencia económica (de la cual la técnica es una componente) y estimar cambios en la productividad, así como su descomposición en cambios tanto de eficiencia como derivados de la tecnología.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Proyecto MTM2009-10479 y por la Generalitat Valenciana a través del proyecto ACOMP/2012/144.

Bibliografía

- Amores A, Contreras I (2009). New approach for the assignment of new European agricultural subsidies using scores from data envelopment analysis: Application to olive-growing farms in Andalusia (Spain). *European Journal of Operational Research* 193(3): 718-729.
- Banker RD, Charnes A, Cooper WW (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 30: 1078-1092.
- Bernabeu R, Martínez-Carrasco L, Brugarolas M, Díaz M (2008). Wine origin and organic elaboration, differentiating strategies in traditional producing countries. *British Food Journal* 110(2): 174-188.
- Cambrá J, Villafuerte A (2008). Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas: justificación de su empleo y valoración de su situación actual en España, en Lamo de Espinosa J. (Ed.). *El nuevo sistema agroalimentario en una crisis global. Colección Mediterráneo Económico* (Nº 15): 329-352. Fundación Cajamar, Almería.
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research* 2: 429-444.
- Charnes A, Cooper WW, Golany B, Seiford L, Stutz J (1985). Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions. *Journal of Econometrics* 30: 91-107.
- COI (2012). Consejo Oleícola Internacional. Cifras aceite de oliva. Disponible en http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures?lang=es_ES (12 enero 2013).
- Cooper WW, Park KS, Pastor JT (1999). RAM: A Range Adjusted Measure of Inefficiency for Use with Additive Models, and Relations to Others Models and Measures in DEA. *Journal of Productivity Analysis* 11: 5-42.
- Cooper WW, Seiford LM, Tone K (2000). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Cooper WW, Pastor JT, Borrás F, Aparicio J, Pastor D (2011). BAM: a bounded adjusted measure of efficiency for use with bounded additive models. *Journal of Productivity Analysis* 35: 85-94.
- Damas E, Romero C (1997). Análisis no paramétrico de la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas en la provincia de Jaén durante el período 1975-1993. *Revista Española de Economía Agraria* 180: 279-304.
- Dios-Palomares R, Martínez-Paz J (2011). Technical, quality and environmental efficiency of the olive oil industry. *Food Policy* 36(4): 526-534.
- Dios-Palomares R, Martínez-Paz J, Martínez-Carrasco F (2006). Variables de entorno en el análisis de eficiencia. Un método de tres etapas con variables categóricas. *Estudios de Economía Aplicada* 24: 559-581.

- Dios-Palomares R, Martínez-Paz J, de Haro-Jiménez T (2007). Eficiencia técnica en la industria oleícola andaluza. *Expoliva* 2007, Jaén.
- Espejel J, Fandos C, Flavián C (2007). La importancia de las Denominaciones de Origen Protegidas como indicadores de calidad para el comportamiento del consumidor. El caso del aceite de oliva del Bajo Aragón. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 7(14): 3-19.
- García MM, del Moral A, Galera C (2010). Valoración de la importancia de la denominación de origen desde la perspectiva de la empresa. *Revista española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 227: 99-123.
- Gracia A, Pérez L (2004). Factores determinantes del precio de la carne de ternera: un análisis hedónico. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 4(8): 87-104.
- Gracia A (2006). Comportamiento del consumidor en la compra de carne de cordero con IGP-Ternasco de Aragón. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 206: 137-162.
- Lovell CAK, Pastor JT (1995). Units Invariant and Translation Invariant DEA Models. *Operations Research Letters* 18: 147-151.
- MAGRAMA (2013a). Calidad Diferenciada. Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) e Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP). Información general de interés. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/dop/htm/informacion.aspx> (10 enero 2013).
- MAGRAMA (2013b). Datos de las Denominaciones de Origen Protegidas (D.O.P.) e Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) de Productos Agroalimentarios. Año 2010. Información general de interés. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidadagroalimentaria/calidad-diferenciada/dop/htm/cifrasdatos.aspx> (10 enero 2013).
- MARM (2011). Calidad diferenciada en los alimentos: DOP e IGP. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/AyP_serie_AgInfo_n%25C2%25BA_22_Calidad_Diferenciada_tcm7-187056_tcm7-196038.pdf (10 noviembre 2012).
- Martínez MP, Jiménez AI (2006). La potenciación del origen en las estrategias de marketing de productos agroalimentarios. Objetivos, situación e implicaciones. *Boletín Económico de ICE* 2880: 13-29.
- Mercasa (2013). La alimentación en España 2012. Disponible en http://www.munimerca.es/mercasa/alimentacion_2012/index2.html (12 enero 2013).
- Montegut Y, Sabaté P, Clop MM (2002). Análisis de eficiencia del asociacionismo cooperativo en la «D.O. Garrigues» Lleida. *Investigación Agraria Producción y Protección Vegetales* 17 (3): 441- 456.
- Pastor J, Vidal F, Borrás F, Pastor D (2012a). The quality wine sector in Spain. An efficiency analysis. *International Conference on Business and Information (BAI 2012)*. Sapporo. Japón.
- Pastor JT, Aparicio J, Monge JF, Pastor D (2012b). Modeling CRS bounded additive DEA models and characterizing their Pareto-efficient points. *Journal of Productivity Analysis*. 40(3): 285-292.
- Rogles J (2012). La D.O. "Nísperos de Callosa d'En Sarrià": Estudio económico-empresarial. Trabajo Final de carrera. Escuela Politécnica Superior de Orihuela.
- Rubio P (2012). Los aceites de oliva con Denominación de Origen. En Frutos L, Ruiz E (2012). Los productos con indicación geográfica en el sistema agroalimentario español. Tradición y modernidad. 43-71.
- Ruiz P, Navarro I, Barea F, Vázquez A (2007). La calidad y las Denominaciones de Origen en los aceites de oliva andaluces. *Distribución y Consumo* Nov-Dic: 42-50.
- Sisó P (2011). Actitud de los consumidores navarros y catalanes ante la DO aceite de oliva "Les Garrigues" y la de "Espárragos de Navarra". Trabajo Final de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Lleida.
- Tallarico G (2000). La construcción comunicativa de las denominaciones de origen: Una aproxima-

- ción al análisis del sector vitivinícola español. *Revista Latina de Comunicación Social* Vol. 34. Disponible en <http://www.ull.es/publicaciones/latina/aa2000kjl/w34oc/47s4talla.htm> (20 octubre 2012).
- Testu M (2010). Market for origin-labelled olive oils and table olives. *International Seminar on Geographical Indications in the olive oil and table olive sector*. Villa San Giovanni, Italy.
- Vidal F, Pastor JT, Aparicio J, López-Lluch, DB (2012). Los Vinos de la Tierra: Caracterización y eficiencia de los vinos con Indicaciones Geográficas Protegidas en España. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Almería.
- Vidal F, Pastor JT, Borrás F, Pastor D (2013). Efficiency analysis of the Designations of Origin in the Spanish wine sector. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11(2): 294-304.
- Zeballos G, Gracia A (2004). Perfil de los consumidores de carne de ternera con denominación de origen. *Estudios de consumo* 70: 97-108.
- (Aceptado para publicación el 12 de junio de 2013)