

© *Investigaciones Regionales*. 11 – Páginas 71 a 92
Sección ARTÍCULOS



La difusión de la agricultura ecológica en Europa

Juan Gómez García*, Úrsula Faura Martínez** y M.^a Mercedes Carmona Martínez***¹

RESUMEN: En este trabajo se aborda el análisis de la evolución de la agricultura ecológica en Europa desde la perspectiva de la Teoría de Difusión de Innovaciones, con el fin de conocer las características del proceso y sus factores determinantes. Estimando los correspondientes modelos de difusión para datos de la extensión de la agricultura ecológica en los quince países pertenecientes a la UE, desde 1985 hasta 2002, se llega a la conclusión de que, en este contexto, la difusión de los cultivos ecológicos está determinada fundamentalmente por el efecto imitación. Además, parece existir evidencia de que los rasgos particulares del proceso en cada país dependen de ciertas características económicas del mismo relacionadas con la capacidad adquisitiva de los agentes, de la influencia, experiencia e imitación de los adoptantes en otros países del entorno, y del momento en el que se introdujo esta innovación.

Clasificación JEL: C1, Q0.

Palabras clave: Agricultura ecológica, modelos de difusión, innovaciones.

The ecological agriculture diffusion in Europe

ABSTRACT: In this work we analyse the evolution of organic agriculture in Europe from the point of view of Innovations Diffusion Theory in order to understand the characteristics of the process, and the factors that have determined its course in the past. From the corresponding diffusion models for data concerning the spread of organic farming in the fifteen countries belonging to the EU from 1985 to 2002, we conclude that the diffusion advance of organic cultivation has been driven by imitation. Furthermore, there is evidence that the characteristics of the diffusion process in each country depend on certain economic characteristics related with the purchasing power of its population, on the influence and experience of neighbouring countries that have adopted before and the moment at which any innovation is introduced.

* Catedrático de Estadística, Universidad de Murcia; ** Titular de Estadística, Universidad de Murcia; *** Profesora de Econometría, Universidad Católica San Antonio, Murcia

¹ Dirección para correspondencia: Úrsula Faura Martínez. E-mail: faura@um.es. Facultad de Economía y Empresa, Campus de Espinardo. 30100 Murcia. Tel.: 968-36 38 82.

Recibido: 5 de marzo de 2007 / Aceptado: 4 de julio de 2007.

72 Gómez, J., Faura, U. y Carmona, M.^a M.

JEL classification: C1, Q0.

Key words: Organic agriculture, diffusion models, innovations.

1. Introducción

Por agricultura ecológica se entiende un «sistema agrario cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de máxima calidad, respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad de la tierra, mediante la utilización óptima de los recursos naturales, excluyendo el empleo de productos químicos de síntesis y procurando un desarrollo agrario y ganadero sostenible»².

Concretamente, su producción exige el cumplimiento de una serie de requisitos establecidos en el Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo, según los cuales sólo está permitida la utilización de ciertos productos fitosanitarios, fertilizantes y acondicionadores del suelo, fundamentalmente de origen orgánico, y no está permitido el empleo de organismos modificados genéticamente ni productos obtenidos a partir de éstos. Y, en cualquier caso, la obtención de la certificación de producción agraria ecológica no es automática, sino que requiere una notificación previa por parte del agricultor, y un procedimiento de control periódico por parte de las autoridades competentes³ que garantice la aplicación de forma habitual en su parcela de los citados requisitos, durante un período de conversión de al menos dos años antes de la siembra.

La agricultura ecológica, como alternativa al sistema de producción agrario tradicional, puede establecerse, tras el mencionado periodo de conversión, en cualquier explotación agrícola existente, y conlleva importantes efectos positivos de diversa naturaleza⁴: mayor calidad nutricional de los alimentos producidos, mayor respeto por el medio ambiente, mayor nivel de desarrollo rural, reducción de los excedentes de producción (que suponen actualmente un importante problema en el ámbito europeo), etc.

La introducción de este método de cultivo supone un cambio importante en la función de producción agrícola de un país y, por ello, lleva consigo un cierto grado de incertidumbre objetiva y/o percibida, sobre todo en las etapas iniciales del proceso. Sin embargo, como ocurre con cualquier otra innovación, a medida que pasa el tiempo la experiencia de los adoptantes da lugar a un uso más eficiente de la innovación, y a una reducción de la incertidumbre y del riesgo que ésta conlleva. Como consecuencia, la difusión de la agricultura ecológica se convierte así en un proceso dinámico.

² Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002).

³ La citada norma prevé que sean los Estados miembros quienes designen una autoridad o un organismo encargado de recibir las notificaciones y llevar a cabo el control y la certificación de la producción agraria ecológica. En España el Real Decreto 1852/1993 estableció que las Comunidades Autónomas asumieran las competencias de control de este sistema de producción.

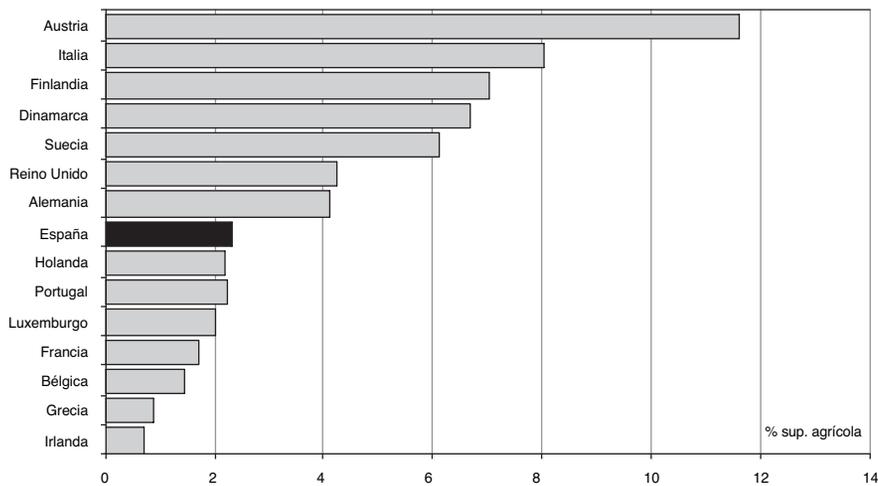
⁴ Torre (2001); Häring *et al.* (2001); Laajimi y Albisu (1997); Michelsen (2001).

En Europa, la agricultura ecológica apareció hacia mediados de los años 60, sin embargo, no fue hasta la década de los años 90 cuando este tipo de producción comenzó a mostrar un lento pero constante crecimiento, impulsado fundamentalmente por una adecuada legislación de estas actividades⁵.

Este sistema productivo se ha extendido notablemente en Europa debido tanto a los diversos incentivos a la producción establecidos como a la creciente demanda que los consumidores hacen de este tipo de productos. La tasa media anual acumulada del incremento de la superficie ecológica cultivada desde 1991 hasta 2002, considerando los 15 países de la UE, ha sido del 25,54%. Así, la agricultura ecológica europea suponía en el año 2002 un total de 4.792.381 hectáreas cultivadas, distribuidas de forma muy desigual entre los quince países considerados.

Concretamente, el país que más superficie ecológica cultivada presenta es Italia, con 1.168.212 hectáreas, un 24,37% del total de cultivos ecológicos europeos. Luxemburgo con 2.004 hectáreas, representa sólo un 0,04% del total europeo. En términos relativos a la superficie agrícola total de cada país (gráfico 1), Austria es el que presenta una proporción mayor, un 11,60%, mientras que Irlanda y Grecia, por ejemplo, presentan tan solo un 0,70% y un 0,86%, respectivamente.

Gráfico 1. Cultivo de productos ecológicos en Europa en 2002
(% superficie agrícola)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Organic Europe.

⁵ En la actualidad, la agricultura ecológica en Europa está regulada, básicamente, por el Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo, y sus sucesivas modificaciones. Además, la normativa comunitaria ha sido desarrollada en cada país, e incorporada a las correspondientes legislaciones nacionales. Para una descripción más detallada de los inicios, evolución, situación actual y retos futuros de la agricultura ecológica en Europa, véase Yussefi y Willer (2003).

74 Gómez, J., Faura, U. y Carmona, M.^a M.

En cuanto a la distribución geográfica de la agricultura ecológica, es importante señalar que se encuentra fuertemente concentrada. Así, Italia, Reino Unido y Alemania, que suponen un 27,88% (902.470 km²) de la superficie geográfica total considerada, concentran casi un 60% del total de la superficie dedicada a agricultura ecológica.

La mayoría de los trabajos sobre agricultura ecológica son puramente descriptivos, bien del lado del productor o del lado del consumidor, Yussefi y Willer (2003), González Pérez (2001), sin modelos estadísticos matemáticos que intenten explicar la evolución de la agricultura ecológica. Así, este trabajo tiene una finalidad analítica y predictiva, con el propósito de obtener un más amplio y profundo conocimiento de la evolución de la agricultura ecológica europea, las características del proceso y sus factores determinantes; y de conocer, a través de un adecuado análisis de los datos de las etapas iniciales del proceso, ciertas características del mismo, para proyectarlas en un tiempo futuro. Se analiza el proceso de acuerdo a diferentes modelos para conocer como se efectúan las innovaciones y la difusión de la agricultura ecológica en los diferentes países.

El artículo está organizado del siguiente modo: la sección 2 expone el marco de la Teoría de Difusión que se va a aplicar; además, se plantean y justifican los objetivos e hipótesis que se pretenden contrastar. En la sección 3 se lleva a cabo la aplicación empírica de los modelos, analizando la validez de las estimaciones. Y, por último, en la sección 4 se establecen las conclusiones de este trabajo, planteando también sus limitaciones y posibles líneas futuras de investigación.

2. Planteamiento del estudio

Con el objetivo de lograr una comprensión más profunda del proceso por el cual la agricultura ecológica se extiende como alternativa al cultivo tradicional, se comprobará en primer lugar si este hecho se puede considerar como un *proceso de difusión de una innovación* para, posteriormente, analizar sus características más relevantes.

Es evidente que la idea de obtener productos agrarios de máxima calidad que respeten el medio ambiente, la fertilidad de la tierra y un desarrollo ecológico sostenible no es nueva. De hecho, este tipo de agricultura «tradicional» ha existido durante siglos.

Sin embargo, una vez generalizada –tras la Segunda Guerra Mundial– la agricultura que hace uso de fertilizantes, herbicidas y pesticidas de origen agroquímico, sí surge como una novedad la idea de volver a una agricultura no agresiva con el medio ambiente. En este sentido, la idea de agricultura ecológica no es original, pero sí es nueva su aplicación por parte de los agricultores (que hasta ese momento estaban siguiendo métodos de cultivo que incluyen productos de síntesis química) y de unos consumidores cada vez más preocupados por la salud y por el respeto al medio am-

biente⁶ (que perciben como un novedad la aparición de estos productos agrarios, que hasta el momento no estaban presentes de forma generalizada en el mercado).

En este punto quizás merece la pena recordar la diferencia esencial que existe entre la *invención* y la *innovación*, como elementos de un proceso de cambio tecnológico: la invención es la creación de una idea potencialmente generadora de beneficios comerciales, pero no necesariamente realizada de forma concreta en productos, procesos o servicios; mientras que la innovación consiste en la aplicación comercial de esta idea, es decir, consiste en convertir la idea en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado valore. Así, la agricultura ecológica puede considerarse una «invención» que ha existido siempre, pero es en torno a los años 90 cuando se transforma en innovación al convertirse en una alternativa capaz de generar beneficios comerciales (gracias a una nueva normativa legal, al creciente interés de los consumidores y a nuevas técnicas de producción basadas en los principios de biodiversidad y control natural de plagas).

Por todo ello, cuando hablamos de agricultura ecológica nos estamos refiriendo a un determinado método de cultivo que puede considerarse como una innovación de proceso adoptada por los agentes del sistema (agricultores) de una forma paulatina⁷. Se pretende entonces contrastar si este proceso de carácter dinámico tiene las características generales de cualquier proceso de difusión de innovaciones: en una primera fase presenta una evolución lenta hasta que, una vez superado un cierto nivel umbral, el crecimiento se acelera; y, posteriormente, el incremento en el número de adoptantes se frena de nuevo hasta que la producción ecológica se sitúa en un nivel relativamente estable.

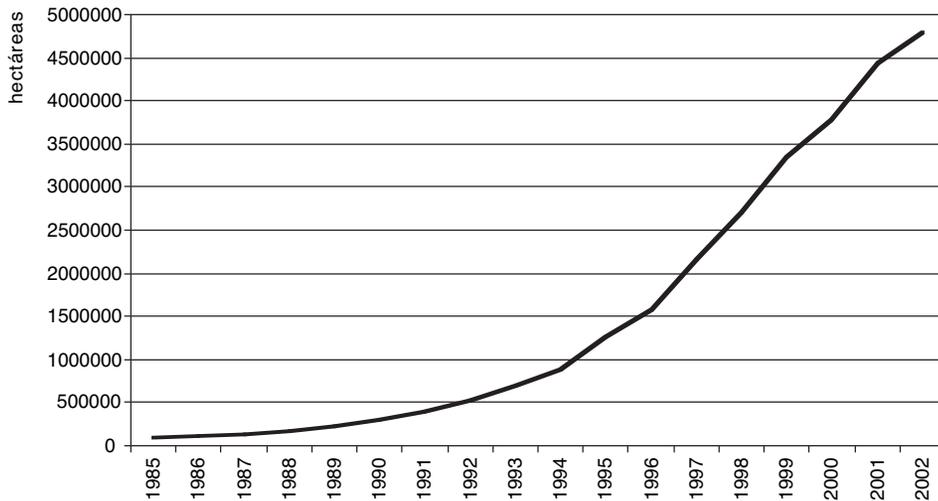
En el gráfico 2 se observa la evolución del número total de hectáreas cultivadas con productos ecológicos en Europa (EU-15) entre 1985 y 2002. Se puede apreciar que la difusión de este método de producción tiene inicialmente un ritmo lento, luego acelera su crecimiento, y, en el último año para el cual hay datos disponibles, vuelve a disminuir su tasa de variación anual.

Este proceso puede ser explicado mediante el efecto innovación (decisiones de adopción basadas en información externa al sistema) y/o el efecto imitación (decisiones de adopción influenciadas por los resultados de otros agentes que ya adoptaron). Y, con el objetivo de analizar estos efectos, se ajustarán los datos disponibles a los modelos más importantes de difusión de innovaciones⁸:

⁶ Minetti (2002), Vicente y Mediano (2002).

⁷ Consideraremos entonces la agricultura ecológica de forma global, sin tener en cuenta cada uno de los productos específicos que se pueden obtener con este método de cultivo.

⁸ Los modelos que se presentan han sido aplicados en diversas ocasiones para modelizar la difusión de aspectos concretos del sector agrario: utilización de nuevas semillas [Griliches (1957), Dixon (1980), Griliches (1980), Fischer y Arnold (1996)], uso de tractores [Mar Molinero (1980), Oliver (1981), Olmstead y Rhode (2000)], productos químicos (Akinola, 1986), tecnologías de irrigación (Dinar y Yaron, 1990).

Gráfico 2. Evolución de la agricultura ecológica en Europa (1985-2002)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat.

a) Modelo Logístico o de *Influencia Interna*, que asume que el proceso de difusión está impulsado por la interacción entre los diferentes agentes del sistema, que se imitan en el uso de la innovación en cuanto conocen la existencia de la misma. Sus funciones de adopción y de difusión se pueden expresar, respectivamente, como:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = q \cdot N(t) \cdot \left[1 - \frac{N(t)}{M} \right] + \varepsilon_t; \quad 0 < q < 1 \quad [1]$$

$$N(t) = \frac{M}{1 + e^{k-qt}} + \varepsilon_t; \quad 0 < q < 1 \quad p, k, q \text{ constantes} \quad [2]$$

donde $n(t)$ es el grado de penetración de la innovación en cada periodo t , $N(t)$ es el nivel acumulado de penetración hasta el momento t , y M es el llamado *techo de adopción*, y representa el nivel de equilibrio de largo plazo; es decir, el parámetro M sería una medida de cuál es el nivel final de aceptación de la innovación, una vez concluido el proceso de difusión analizado. Además, ε_t es un término que representa la perturbación aleatoria del modelo.

b) Modelo Exponencial Negativo o de *Influencia Externa*, que asume que el proceso de difusión está impulsado por factores externos al sistema analizado, como pueden ser actividades promocionales o informativas. Este modelo está definido por las siguientes funciones de adopción y de difusión:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p \cdot [M - N(t)] + \varepsilon_t \quad ; 0 < p < 1 \quad [3]$$

$$N(t) = M - \frac{1}{e^{k+pt}} + \varepsilon_t \quad ; 0 < p < 1; k, p \text{ constantes} \quad [4]$$

c) Modelo de Bass o de *Influencias Mixtas*, que contiene como casos particulares al modelo logístico y al exponencial. Sus funciones de adopción y de difusión son, respectivamente⁹:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = [p + q \cdot N(t)] \cdot \left[1 - \frac{N(t)}{M} \right] + \varepsilon_t \quad ; 0 < p, q < 1 \quad [5]$$

$$N(t) = M \cdot \left[\frac{q - p \cdot e^{-(t+k)(p+q)}}{q \cdot (1 + e^{-(t+k)(p+q)})} \right] + \varepsilon_t \quad ; 0 < p, q < 1; p, q, k \text{ constantes} \quad [6]$$

El parámetro p es el llamado *coeficiente de innovación*, y representa la posibilidad de que un agente adopte la innovación estudiada debido tan sólo a factores externos al sistema; el parámetro q es el llamado *coeficiente de imitación*, y representa las adopciones llevadas a cabo a causa de las interrelaciones entre adoptantes y no adoptantes.

Cuando se haya verificado que la expansión de la agricultura ecológica en los países europeos sigue un proceso de difusión, trataremos de conocer sus principales características, planteando para ello los objetivos que a continuación se exponen:

— Objetivo 1: Averiguar en qué medida los rasgos particulares del proceso dependen, en cada caso, de las características propias de cada país.

Pese al alto grado de integración económica entre los países europeos y a la existencia de una Política Agraria Común de carácter supranacional, con intereses y fines comunes para todos los Estados miembros, persisten aún notables disparidades en el ámbito internacional. Estas diferencias son tanto de carácter sociocultural (una mayor o menor sensibilidad ecológica, diferentes preferencias y demandas de mercado) como económico (diferente capacidad de pago y diferente disposición a pagar y, por lo tanto, diferentes rentabilidades esperadas para cada tipo de producto) y geográfico (cada clima y zona es más apto para un tipo de cultivo que para otros).

Todos estos factores pueden dar lugar a que, pese a seguir un patrón similar, el proceso de difusión de la agricultura ecológica sea distinto en cada uno de los países europeos, y nuestro objetivo es contrastar este extremo.

Dicho contraste lo realizaremos una vez estimados los correspondientes modelos de difusión, regresando los parámetros obtenidos en cada nación sobre determinadas variables¹⁰ de carácter social, cultural, económico y geográfico.

⁹ Nótese que si $q = 0$ se obtiene el modelo exponencial negativo, y si $p = 0$ el modelo logístico.

¹⁰ Esta metodología ha sido utilizada por la mayoría de trabajos que realizan comparaciones internacionales de los procesos de difusión [Dekimpe *et al.* (1998), Ganesh y Kumar (1996), Gatignon *et al.* (1989),

78 Gómez, J., Faura, U. y Carmona, M.^a M.

— Objetivo 2: Comprobar si la difusión de la agricultura ecológica en cada país depende de cómo tenga lugar el proceso en los países del entorno. Es decir, si la influencia interna que los agentes *no-adoptantes* reciben no sólo procede de los adoptantes de su país, sino también de los de las «naciones vecinas».

Es fácil comprobar que entre algunos de los países analizados existe una fuerte vinculación comercial y un alto grado de integración económica; por ello, es razonable pensar que lo que ocurra con la agricultura ecológica en un Estado puede servir de referencia a los agricultores del resto de Europa.

Esta hipótesis no sólo se sustenta en el efecto imitación que puede surgir entre los agentes de distintas nacionalidades (como una extensión del efecto imitación intranacional), sino también en un efecto aprendizaje por el cual los agricultores de los países que adoptan más tarde se pueden ver beneficiados de la experiencia de otros agricultores (este hecho será también indirectamente contrastado a través del *objetivo* 3). En este sentido, puede presentarse la existencia de ciertas naciones que actúen —en el contexto que nos ocupa— como «líderes» y referentes para otras. El contraste de esta hipótesis se llevará a cabo estimando dos modelos:

a) *Modelo General de Difusión y Comportamiento Mixto*¹¹. Se trata de una extensión del modelo de Influencias Mixtas, pero teniendo en cuenta que la influencia interna que reciben los no-adoptantes de cada país no solo procede de sus conciudadanos, sino también de los adoptantes de otros países:

$$n_i(t) = \frac{dN_i(t)}{dt} = \left[p_i + q_i \cdot \left(\phi_i \cdot N_i(t) + (1 - \phi_i) \sum_{k \neq i} N_k(t) \right) \right] \left[1 - \frac{N_i(t)}{M_i} \right] + \varepsilon_t \quad [7]$$

donde ϕ_i indica la proporción de influencia interna del proceso en el país «*i*» que es debida a las relaciones intranacionales, y $(1 - \phi_i)$ indica la proporción de influencia interna que es debida a las relaciones internacionales con el resto de países considerados. Cabe esperar que $\phi_i \in (0, 1)$, y un valor elevado de ϕ_i indica que el país «*i*» recibe una reducida influencia interna de los otros países considerados conjuntamente.

b) *Modelo con Interacciones Multiproducto*¹², que permite analizar el tipo de efecto que tiene sobre el país analizado el proceso de difusión en cada uno de los otros países:

$$n_i(t) = \frac{dN_i(t)}{dt} = \left[p_i + q_i N_i(t) + c_{ik} N_k(t - x) \right] \cdot \left[1 - \frac{N_i(t)}{M_i} \right] + \varepsilon_t \quad [8]$$

siendo c_{ik} un parámetro que define la relación existente entre el proceso de difusión en el país «*i*» y en el país «*k*», de modo que si $c_{ik} > 0$ ambos procesos son comple-

Putsis *et al.* (1997), Takada y Jain (1991), Talukdar *et al.* (2001), etc.], aunque casi todos ellos se han centrado en el estudio de productos industriales y bienes de consumo duradero.

¹¹ Para una aplicación similar véase Putsis *et al.* (1997).

¹² Peterson y Mahajan (1978).

mentarios, si $c_{ik} < 0$ son sustitutivos, y si $c_{ik} = 0$ son independientes. En esta ecuación x sería el retardo temporal considerado.

Como se puede comprobar, la principal diferencia que existe entre los modelos definidos por las expresiones [7] y [8] es la consideración agregada o individual de los adoptantes de los demás países. El Modelo General de Difusión y Comportamiento Mixto recoge de forma global la influencia interna ejercida por agentes de otras naciones, mientras que el Modelo con Interacciones Multiproducto permite diferenciar exactamente cuáles de ellas influyen y con qué intensidad.

— *Objetivo 3:* Conocer si un cierto retraso en la introducción de la agricultura ecológica está acompañado de una velocidad de difusión mayor.

Como hemos apuntado anteriormente, la existencia de un cierto efecto aprendizaje puede dar lugar a que los agentes de los países que adoptan más tarde se vean beneficiados de la experiencia de otros agricultores y, por ello tenga lugar un proceso de difusión más acelerado¹³. Por ello, además de las conclusiones que se puedan extraer de los análisis previos, contrastaremos si existe una relación significativa entre la velocidad de difusión y el retraso en la introducción del producto, estimando el siguiente modelo¹⁴:

$$Y_{ji} = \alpha + \beta X_{ij} + \varepsilon_t \quad [9]$$

donde Y_{ji} es la diferencia entre las velocidades de difusión de los países « j » e « i », y X_{ij} es el tiempo transcurrido desde la introducción del producto en el país « i » hasta la introducción en el país « j ».

3. Resultados

La muestra con la que trabajamos incluye datos de 15 países europeos relativos a la evolución del número de hectáreas cultivadas con productos ecológicos a lo largo de 18 años (1985-2002). Además, también disponemos de datos sobre las características sociodemográficas y económicas más relevantes de dichos países.

Para comprobar si la evolución de la agricultura ecológica en Europa sigue la trayectoria de un modelo de difusión (una curva en forma de « S »), se ha llevado a cabo la estimación¹⁵ de los modelos descritos en el apartado anterior por el método de Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL) aplicado a las correspondientes funciones de difusión —expresiones [2] y [4]¹⁶—, cuyas perturbaciones supondremos que cumplen las hipótesis del modelo clásico. Para ello se han utilizado datos agregados de EU-15 y para cada uno de los quince países.

¹³ Este hecho ha sido contrastado en el caso de productos industriales y de consumo [Talukdar *et al.*, (2002), Eliashberg y Helsen (1994), McWilliams y Zilberman (1996), Ganesh y Kumar (1996), Goolsbee y Klenow (1999)].

¹⁴ Takada y Jain (1991).

¹⁵ Todas las estimaciones se han realizado con el programa S-PLUS 6.1.

¹⁶ Se ha realizado también la estimación del modelo exponencial —expresión [6]—, pero el algoritmo de estimación no converge en ninguno de los 16 casos.

80 Gómez, J., Faura, U. y Carmona, M.^a M.

Los resultados obtenidos se resumen en las tablas 1 y 2¹⁷, que muestran las estimaciones de los parámetros del modelo¹⁸, indicando además los valores de M en términos relativos, i.e., en porcentaje de la superficie agraria útil de cada país, y el valor del estadístico d del contraste de Durbin-Watson correspondiente.

Tabla 1. Difusión de la agricultura ecológica en Europa. Modelo logístico

	M (has., %)	q	k	R^2	d
EU-15	6.520.750 has.; 4,78% (29,217)	0,3539 (33,301)	5,3105 (56,154)	0,9991	1,6682
ALEMANIA	989.692 has.; 5,79% (5,645)	0,2317 (7,959)	3,4337 (21,570)	0,9821	0,4851
AUSTRIA	303.519 has.; 12,01% (29,798)	1,2005 (4,648)	10,8774 (4,695)	0,9693	1,8280
BÉLGICA	22.928 has.; 1,65% (15,883)	0,7940 (6,044)	10,9020 (6,482)	0,9747	0,8147
DINAMARCA	210.639 has.; 7,85% (12,125)	0,5226 (7,691)	7,3250 (9,373)	0,9829	0,8601
ESPAÑA	914.471 has.; 3,13% (5,399)	0,4832 (7,039)	7,8955 (10,345)	0,9849	1,5504
FINLANDIA	157.465 has.; 7,02% (43,687)	0,6637 (14,672)	7,9952 (15,834)	0,9954	1,5937
FRANCIA		No converge			
GRECIA	30.008 has.; 0,58% (25,384)	0,6951 (12,251)	9,8314 (13,630)	0,9943	3,1615
HOLANDA		No converge			
IRLANDA	33.076 has.; 0,75% (22,303)	0,6717 (6,8547)	7,7322 (7,330)	0,9768	0,7793
ITALIA	1.243.070 has.; 8,02% (36,365)	0,6852 (14,390)	9,0298 (15,719)	0,9956	2,7723
LUXEMBURGO		No converge			
PORTUGAL	128.658 has.; 3,27% (5,396)	0,5027 (7,577)	8,3644 (11,167)	0,9871	2,3189
REINO UNIDO	810.989 has.; 4,73% (18,773)	0,7695 (10,578)	11,6059 (11,799)	0,9926	1,1098
SUECIA	223.757 has.; 7,28% (13,368)	0,3549 (9,598)	4,5037 (13,923)	0,9864	1,4719

Entre paréntesis se han indicado los correspondientes valores de los t-ratios.

¹⁷ En todos los casos analizados, la estimación del modelo exponencial no alcanza la convergencia en el procedimiento iterativo de estimación numérica de MCNL.

¹⁸ Las varianzas de los parámetros han sido calculadas como la inversa de la matriz hessiana de la logverosimilitud de la función que define el modelo. Nótese que el valor de la varianza así calculada es en cualquier caso orientativo, puesto que su cálculo como la inversa del hessiano de la logverosimilitud sólo es válido asintóticamente.

Tabla 2. Difusión de la agricultura ecológica en Europa. Modelo de Bass

	<i>M</i> (has., %)	<i>q</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>R</i> ²	<i>D</i>
EU-15	6.520.900 has.; 4,78% (9287184,654)	0,3539 (46,570)	7,0537e-5 (0,051)*	-0,1501 (-21442,857)	0,9991	1,6669
ALEMANIA			No converge			
AUSTRIA	303.525 has.; 12,01% (891180,086)	1,2002 (2,753)*	2,0021e-6 (1,49E-05)*	-0,0906 (-124,017)	0,9693	1,8293
BÉLGICA	22.928 has.; 1,87% (43329,847)	0,5082	4,06e-12	-2,3049	0,9403	0,0486
DINAMARCA	210.633 has.; 7,85% (359126,284)	0,5227 (0,452)*	9,573e-16 (1,51E-14)*	-0,1402 (-579,557)	0,9829	0,8600
ESPAÑA	972.606 has.; 3,33% (1022946,049)	0,4492 (5,799)	3,5504e-5 (0,003)*	-0,1659 (-4177,635)	0,9854	1,5324
FINLANDIA	157.463 has.; 7,02% (351221,014)	0,6637 (1,507)*	7,0323e-11 (5,10E-10)*	-0,1205 (-186,872)	0,9954	1,5932
FRANCIA			No converge			
GRECIA	30.129 has.; 0,58% (52447,857)	0,6824 (0,571)*	0,0025 (0,004)*	-0,1414 (-74,298)	0,9944	3,1764
HOLANDA			No converge			
IRLANDA	33.075 has.; 0,75% (77742,869)	0,6719 (0,336)*	2,8729e-7 (4,75E-07)*	-0,1151 (-31,740)	0,9768	0,7795
ITALIA	1.243.100 has.; 8,02% (2466545,937)	0,6852 (9,690)	6,0156e-11 (3,96E-09)*	-0,1318 (-2154,584)	0,9956	2,8242
LUXEMBURGO			No converge			
PORTUGAL	156.139 has.; 3,97% (134134,886)	0,4495 (1,023)*	4,9479e-8 (6,99E-07)*	-0,1749 (-698,985)	0,9866	2,2485
REINO UNIDO	811.097 has.; 4,73% (1228370,988)	0,7694 (3,115)	3,973e-12 (1,63E-10)*	-0,1508 (-2602,709)	0,9926	1,1095
SUECIA	223.758 has.; 7,28% (427467,686)	0,3549 (0,819)*	1,5599e-12 (3,49E-11)*	-0,1269 (-505,542)	0,9864	1,6669

Entre paréntesis se han indicado los correspondientes valores de los t-ratios, excepto en el caso de Bélgica puesto que no es posible calcular la varianza por problemas de escala en las variables.

* Parámetro no significativo al 99%.

Podemos comprobar que, en tres de los 16 casos analizados —Francia, Holanda y Luxemburgo— ninguna de las estimaciones realizadas alcanza la convergencia; y en Alemania el modelo logístico converge pero no lo hace el modelo de Bass. Sin embargo, para los demás países, los resultados obtenidos son aceptables puesto que se obtienen coeficientes R^2 muy elevados, los modelos son significativos en general, y el signo y la magnitud de la velocidad de difusión estimada coincide siempre con lo que cabía esperar¹⁹.

Cabe señalar también que el coeficiente de imitación (parámetro q del modelo de Bass) a nivel europeo es mucho menor que el coeficiente de imitación en cada uno de

¹⁹ Excepto Austria, donde se obtiene $\hat{q} > 1$ tanto en el modelo de Bass como en el modelo logístico.

los países en los que éste se ha calculado. Esto puede deberse a que la heterogeneidad entre los agentes implicados en el proceso es mayor a nivel internacional que intranacional, pues aún persisten importantes diferencias en lo que respecta a sistemas productivos agrícolas, características climatológicas y geográficas, legislación vigente, ayudas y subvenciones públicas, etc.

Por su parte, los estadísticos del contraste de Durbin-Watson indican, en la mayoría de los casos, que no se puede afirmar que el correspondiente modelo tenga o no tenga autocorrelación (pues d pertenece a la llamada «zona de indeterminación»).

En ninguno de los países analizados se alcanza la convergencia al estimar el modelo exponencial; y este resultado queda avalado por el hecho de que, en todos los casos, el coeficiente de innovación del modelo de Bass no es significativo ($p = 0$), de modo que dicho modelo de Bass queda reducido a la curva logística. Por esta razón, analizaremos las características del proceso basándonos en el modelo logístico²⁰ lo cual, además, no supone una importante pérdida de capacidad explicativa de los modelos ya que los coeficientes R^2 son muy similares en la mayoría de los casos.

Según el modelo logístico, comprobamos que, como cabía esperar, los procesos de difusión de la agricultura ecológica en los países europeos analizados tienen características muy similares: la mayoría están descritos por la misma curva de difusión y sus parámetros tienen valores semejantes.

Por otro lado, las regresiones realizadas nos permiten constatar el hecho de que, en todos los casos analizados, el efecto innovación no es relevante. Es decir, la decisión de un agricultor sobre producir o no según el método ecológico no está influida por la información recibida del exterior del sistema agrario, sino que depende totalmente del efecto imitación, de las experiencias transmitidas por adoptantes previos.

Una vez comprobado que el uso de la agricultura ecológica se extiende según un proceso de difusión, hemos de analizar a continuación sus principales características, a través de los tres objetivos enunciados anteriormente.

3.1. Efectos de las características propias de cada país

Aunque los doce países analizados siguen una trayectoria similar en lo que se refiere a la evolución de la agricultura ecológica, se pueden apreciar importantes diferencias en cuanto a la velocidad del proceso, nivel de partida, punto de inflexión de la curva y «techo» de adopción. Como es lógico, se observa que los países que tienen una mayor velocidad de difusión son también los que presentan un menor número de años desde el momento en que la agricultura ecológica supone el 10% de la superficie total estimada hasta que supone el 90% (Austria tiene $q = 1,20$, y el intervalo temporal descrito va desde 1992 hasta 1996: 4 años), y viceversa (Alemania tiene $q = 0,23$, y el intervalo temporal descrito va desde 1990 hasta 2009: 19 años). Además, también puede comprobarse cómo un mayor valor del parámetro k , que se relaciona positivamente con el nivel inicial del proceso en $t = 0$, se corresponde con un

²⁰ Esto supone, entonces, prescindir de la información referida a Francia, Holanda y Luxemburgo, pues para estos países no es posible estimar dicho modelo al no alcanzarse un mínimo para la Suma de Cuadrados de los Residuos.

menor intervalo de tiempo desde que el proceso está al 10% hasta que se alcanza el 90% de la difusión.

Pero una vez detectadas las semejanzas y diferencias que la trayectoria del proceso de difusión de la agricultura ecológica presenta en cada uno de los quince países miembros de la UE, tiene un gran interés analizar de qué depende que muestren un patrón de difusión u otro.

Con este objetivo, tratamos de relacionar el valor de los parámetros estimados con diversas características sociológicas, demográficas y económicas del país en cuestión, a través de un modelo lineal²¹. Entre otras variables se han utilizado la superficie (SUP), el PIB per capita en 2001 (PPC); superficie agraria útil por explotación (SAU); peso de la población agrícola sobre el total de ocupados en 2000 (EMP); peso de la agricultura en el PIB en 2000 (AGR); tasa de variación anual de los precios de los productos agrícolas de consumo para el período 1985-2001 (PRE); tasa de variación anual del output agrícola para el período 1985-2001 (OUT); y productividad agrícola en 2000, medida como superficie agraria útil por trabajador (PRD). La tabla 3 muestra los resultados obtenidos para las variables significativas.

Tabla 3. Variables que influyen en la velocidad y en el techo de difusión

<i>Variable dependiente</i>	<i>Regresores significativos</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desviación Típica</i>	<i>t-ratio</i>
M	PPC	0,0002	4,02E-5	5,821
R ² = 0,1556				
q	SAU	-0,0369	0,0078	-4,746
	OUT	-0,0277	0,0053	-5,251
	PRD	-0,2013	0,0542	-3,712
	PRE	0,0543	0,0119	4,543
R ² _c = 0,8237				

Aunque la regresión efectuada está sometida a un doble error de estimación (el procedente de la propia estimación del modelo propuesto, y el procedente del hecho de considerar como variable dependiente un parámetro estimado), y la muestra disponible tiene un reducido tamaño (n = 12), es posible extraer ciertas conclusiones que permiten conocer más detalles acerca del proceso analizado.

En el caso del «techo» de difusión *M* (en porcentaje de la superficie total agraria de cada Estado), vemos que está relacionado con la capacidad de pago de los agentes implicados en el proceso. Así, un mayor PIB *per capita* (PPC) de los consumidores conlleva un mayor mercado y una mayor demanda, lo cual estimulará la producción de estos alimentos.

Aunque también es de sumo interés analizar cómo las características de los canales de distribución y el acceso de los adoptantes a estos productos pueden afectar al

²¹ Se han probado otras especificaciones funcionales, pero no ofrecían mejores resultados que la lineal.

proceso de difusión, no hemos incluido ninguna variable relativa a este aspecto por no disponer de datos homogéneos para todos los países.

Con respecto a la velocidad de difusión, se puede comprobar que los países con un menor tamaño medio de las explotaciones agrarias (SAU) tienen un mayor valor del parámetro q , lo cual podría estar relacionado con la influencia también negativa de la tasa media de variación del output agrícola en los últimos 15 años (OUT), y de la productividad media del sector (PRD). La influencia de la variación del precio de los productos agrícolas de consumo (PRE) no tiene una fácil interpretación económica al tratarse de un índice agregado que no refleja los precios de los productos ecológicos en particular.

3.2. Efecto de los países del entorno

Queremos determinar si la difusión de la agricultura ecológica en cada país depende de cómo tenga lugar el proceso en los países del entorno. Es decir, si la influencia interna que los agentes *no-adoptantes* reciben no sólo procede de los adoptantes de su país, sino también de los de las naciones vecinas.

La comprobación de si son o no independientes los procesos de difusión de la agricultura ecológica en los diversos países analizados, se ha realizado mediante los modelos planteados en el apartado anterior. En primer lugar, analizamos si el efecto imitación y la influencia interna ejercida sobre los no adoptantes es atribuible tan solo a los adoptantes previos de cada nación o si, por el contrario, existe algún tipo de relación con adoptantes de otros países. Para ello estimamos el modelo descrito en la ecuación [7] para los quince países considerados, considerando en cada caso, y con el fin de obtener más grados de libertad, que el coeficiente de innovación es nulo ($p_i = 0$), tal y como obtuvimos anteriormente. Además, hemos tomado el «techo» de adopción M como un valor exógeno dado por las estimaciones de la tabla 1²². Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.

Se puede comprobar que, en la mayoría de los casos analizados, el modelo no es válido bien porque alguno de los parámetros no es significativo, bien porque el coeficiente de correlación R^2 es muy bajo, o bien porque se obtiene un valor para el parámetro f o para el q superior a la unidad. Se podría pensar que estos resultados contradicen los indicados en las tablas 1 y 2, que presentan un mejor ajuste al proceso de difusión logístico (o de Bass) y un menor coeficiente de imitación q ; pero esto no es así, puesto que en primer lugar las estimaciones de las tablas 1 y 2 se realizaron a partir de la función de difusión y las estimaciones de la tabla 4 a partir de la función de adopción, y en segundo lugar en éstas se considera una variable más que en aquellas: los adoptantes de la innovación en otros países.

En cualquier caso, el elevado valor de ϕ parece indicar que la influencia interna y el efecto imitación son mucho más intensos entre agentes del mismo país que con agentes extranjeros.

²² No se pueden entonces estimar los modelos para Francia, Holanda y Luxemburgo, puesto que no se dispone de estimación del techo de adopción en estos países.

Tabla 4. Estimación del Modelo General de Difusión y Comportamiento Mixto

	q	ϕ	R^2
ALEMANIA	0,1866 (2,858)	0,9074** (7,304)	0,3805
AUSTRIA	1,3572 (4,405)	1,0414 (30,509)	0,6870
BÉLGICA	0,9629 (2,047)*	1,0007 (707,452)	0,6721
DINAMARCA	-0,0887 (-0,218)*	1,2593 (1,230)*	0,6353
ESPAÑA	0,2419 (1,369)*	0,8673** (5,020)	0,6740
FINLANDIA	0,3186 (1,124)*	0,9536** (12,188)	0,6901
GRECIA	0,3840 (1,856)*	0,9960** (227,921)	0,7151
IRLANDA	-0,1976 (-0,413)*	1,0428 (13,005)	0,5520
ITALIA	0,5358 (3,632)	0,8675** (6,275)	0,7180
PORTUGAL	0,09619 (0,399)*	0,9468** (5,881)	0,6038
REINO UNIDO	0,5286 (3,435)	0,9527** (22,100)	0,7670
SUECIA	0,0148 (0,048)*	-0,4248** (-0,014)*	0,3167

Entre paréntesis se han indicado los correspondientes valores de los t-ratios.

* Parámetro no significativo al 99%.

** Se acepta al 95% que $\phi = 1$.

Se ha estimado también el modelo descrito por la ecuación (8) sin considerar ningún retardo ($x = 0$), con el fin de saber cuál de los otros países influye en cada caso, y si existe una relación de complementariedad o de sustituibilidad entre los procesos. Nuevamente, y con el fin de tener más grados de libertad, se considerará que el coeficiente de innovación en cada país es nulo ($p_i = 0$), y se considerará también el techo de adopción como un valor exógeno.

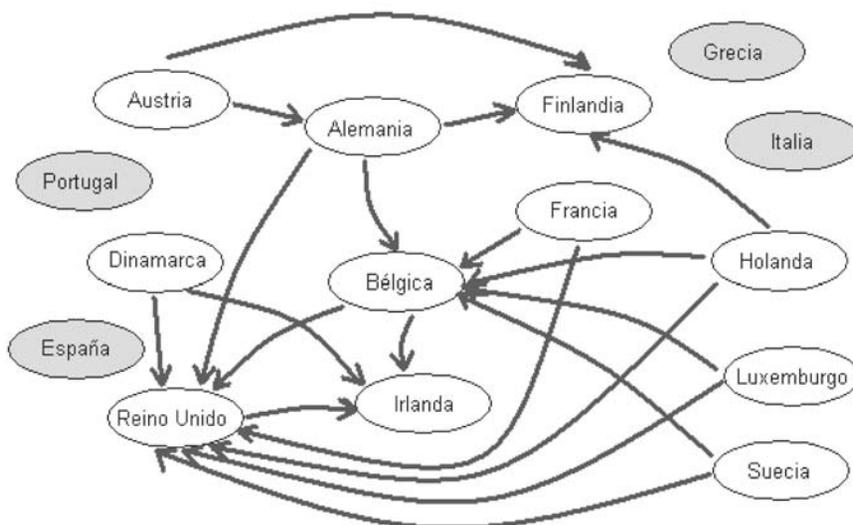
La tabla 5 y el gráfico 3 reflejan los resultados obtenidos, indicando tan solo las regresiones en las que los coeficientes son estadísticamente distintos de cero.

Del análisis de estos resultados se desprenden tres hechos de gran relevancia:

1. Entre los procesos de difusión de la agricultura ecológica en los quince países europeos analizados no existe ningún caso de complementariedad: los procesos son independientes ($c_{ij} = 0$) o sustitutivos ($c_{ij} < 0$). Es decir, un mayor crecimiento del número de hectáreas cultivadas durante un periodo en un país según el método ecológico no está relacionado o está relacionado de forma negativa con el ritmo de crecimiento de la superficie ecológica cultivada en los otros países en ese mismo periodo. Por ejemplo, la evolución de la agricultura ecológica de Alemania influye negativamente sobre el desarro

Tabla 5. Estimación del Modelo con Interacciones Multiproducto I

<i>País analizado</i>	<i>País del que depende</i>	c_{ik}	R^2
ALEMANIA	Austria	-0,40590	0,48230
	Alemania	-0,00728	0,77899
	Francia	-0,02054	0,78328
BÉLGICA	Holanda	-0,16602	0,79585
	Luxemburgo	-1,88389	0,73992
	Suecia	-0,02947	0,75714
FINLANDIA	Alemania	-0,06144	0,83114
	Austria	-0,07599	0,78204
	Holanda	-0,78950	0,78573
IRLANDA	Bélgica	-0,02171	0,68165
	Dinamarca	-0,77110	0,70007
	Reino Unido	-0,04182	0,68477
REINO UNIDO	Alemania	-0,44253	0,72472
	Bélgica	-4,02701	0,63310
	Dinamarca	-0,09337	0,91205
	Francia	-1,156402	0,92073
	Holanda	-0,26827	0,92092
	Luxemburgo	-2,09751	0,91374
	Suecia	-34,2062	0,91075

Gráfico 3. Relaciones de complementariedad y sustituibilidad I

llo de este método de cultivo en Finlandia, Bélgica y Reino Unido y, a su vez, está influida también negativamente por la evolución en Austria.

2. Cabe destacar además, el hecho de que no existe ningún par de países que tenga influencias recíprocas, tal y como se puede apreciar en el gráfico 3.
3. Hay cuatro países totalmente *independientes* (que no influyen ni son influidos) de los demás: Portugal, España, Italia y Grecia. En todos ellos, el parámetro c_{ij} no es significativo en ninguna de las regresiones, lo cual significa que el desarrollo de la agricultura ecológica en ellos no se ve afectado por la evolución en otros Estados.

Para completar este análisis, analizaremos ahora la influencia que ejerce sobre la difusión de la agricultura ecológica en un determinado país lo que ocurriera con esta innovación en otro país, pero no en el periodo contemporáneo, sino considerando un periodo de retraso²³. Para ello se ha estimado el modelo descrito por la ecuación [8] considerando un retardo ($x = 1$).

La justificación de este hecho es que, si existe algún tipo de efecto imitación entre los agentes de distintos países, éste tardará un tiempo en manifestarse. Así, la experiencia de los agricultores del país «*j*» en el momento t no influirá sobre las decisiones de los agricultores del país «*i*» hasta el periodo $t + 1$.

La tabla 6 resume los resultados obtenidos, indicando tan solo las regresiones en las que los coeficientes son estadísticamente distintos de cero.

Destacan nuevamente tres aspectos que se desprenden del análisis de estos resultados:

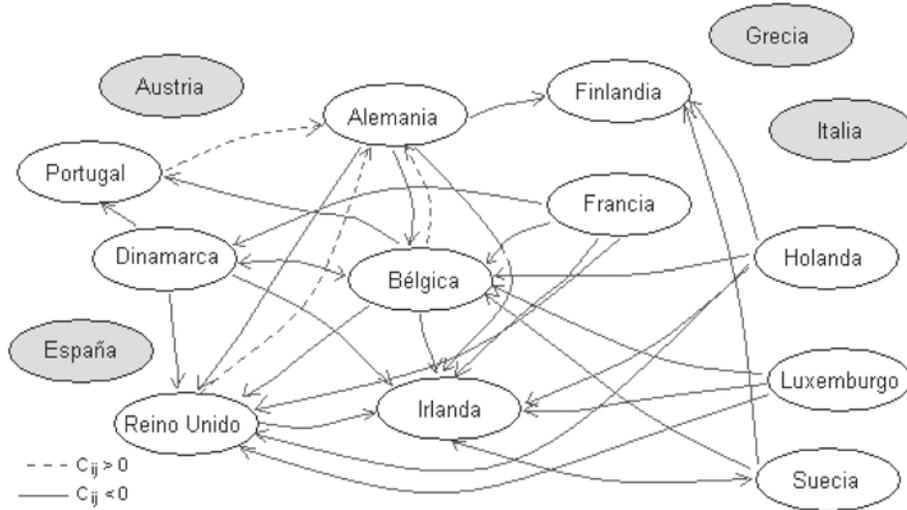
1. Al considerar la difusión de la agricultura ecológica en otros países un periodo antes, existen casos de complementariedad entre los procesos: concretamente, un avance en la difusión del método ecológico en Bélgica, Portugal y Reino Unido, supone un impulso para la difusión de este tipo de agricultura en Alemania. En las demás combinaciones de países, hay procesos independientes y sustitutivos.
2. Existen países con influencias recíprocas: Alemania y Bélgica, Alemania y Reino Unido, Dinamarca y Bélgica, e Irlanda y Suecia. En los dos primeros pares de países, la influencia ejercida por Bélgica y Reino Unido sobre Alemania es positiva, mientras que el desarrollo de la agricultura ecológica alemana influye negativamente sobre el desarrollo de la agricultura ecológica de los otros dos Estados. Por su parte, el desarrollo de este método de cultivo en Bélgica tiene una relación inversa con su evolución en Dinamarca, y viceversa; y lo mismo ocurre entre Irlanda y Suecia (gráfico 4).
3. Nuevamente se constata que hay cuatro países totalmente independientes (que no influyen ni son influidos) de los demás: España, Italia, Grecia y Austria. En todos ellos, el parámetro c_{ij} no es significativo en ninguna de las regresiones, lo cual significa que el desarrollo de la agricultura ecológica en ellos no se ve afectado por la evolución en otros Estados.

²³ Se ha estimado también el modelo considerando dos periodos de retardo ($x = 2$) en la ecuación [8], pero los resultados obtenidos no permiten extraer ninguna conclusión relevante.

Tabla 6. Estimación del Modelo con Interacciones Multiproducto II

<i>País analizado</i>	<i>País del que depende</i>	c_{ij}	R^2
ALEMANIA	Bélgica	9,26142	0,41393
	Portugal	3,43915	0,41685
	Reino Unido	0,41464	0,48882
BÉLGICA	Alemania	-0,00808	0,76035
	Dinamarca	-0,18376	0,84933
	Francia	-0,02279	0,81203
	Holanda	-0,17564	0,78069
	Luxemburgo	-2,10593	0,75763
	Suecia	-0,03696	0,74388
DINAMARCA	Bélgica	-5,86079	0,72518
	Francia	-0,14684	0,73873
FINLANDIA	Alemania	-0,08435	0,84612
	Holanda	-0,99005	0,79867
	Suecia	-0,45040	0,79210
IRLANDA	Alemania	-0,02345	0,63412
	Bélgica	-2,31261	0,69759
	Dinamarca	-0,32903	0,74874
	Francia	-0,04562	0,70663
	Holanda	-0,50283	0,72898
	Luxemburgo	-4,50588	0,65179
	Reino Unido	-0,07862	0,66161
Suecia	-0,25835	0,78804	
PORTUGAL	Bélgica	-3,89057	0,84114
	Dinamarca	-0,34394	0,79235
REINO UNIDO	Alemania	-0,10170	0,90665
	Bélgica	-19,3762	0,93207
	Dinamarca	-1,56240	0,92286
	Francia	-0,27484	0,91501
	Holanda	-2,35256	0,91386
	Luxemburgo	-35,9622	0,91231
SUECIA	Irlanda	-2,46910	0,56106

Las interrelaciones reflejadas en las tablas 5 y 6 y en los gráficos 3 y 4 ponen de manifiesto las importantes diferencias que aún persisten entre los países considerados, especialmente en lo que respecta a sus condiciones para adoptar la agricultura ecológica. Estas diferencias son de origen climatológico, geográfico, cultural y, sobre todo, económico: a pesar de existir una Política Agraria Común, ésta es implementada de un modo distinto y se adapta de una forma diferente en cada nación.

Gráfico 4. Relaciones de complementariedad y sustituibilidad II.

3.3. Relación entre el retraso en el inicio del proceso y la velocidad de difusión

Por último analizaremos si a un retraso en la introducción de la innovación le corresponde un proceso de difusión más acelerado. Para ello, tenemos en cuenta la ecuación [9], obteniendo la siguiente estimación:

$$\hat{Y}_{ji} = 0,136508 - 0,0000233 \cdot X_{ij} \quad [10]$$

(3,922) (-6,999)

donde $Y_{ji} = q_j - q_i$ es la diferencia entre las velocidades de difusión de los países «j» e «i», y X_{ij} es la diferencia entre el nivel de penetración de agricultura ecológica en el primer periodo considerado (1985) en el país «i» y el país «j».

Con esta estimación comprobamos que, aunque la capacidad explicativa del modelo no es muy elevada ($R^2 = 0,4336$) –lo cual pone de manifiesto que para explicar las diferencias en las velocidades de difusión de la agricultura ecológica sería necesario considerar otras variables–, la variable que tomamos como explicativa es significativa al 99% (entre paréntesis se muestran los valores de los correspondientes t-ratios), y su coeficiente tiene signo negativo. Es decir, un cierto retraso en la introducción de la agricultura ecológica conlleva que ésta se difunda más rápidamente.

4. Conclusiones

En este artículo hemos aplicado el marco de la Teoría de Difusión de Innovaciones al análisis de la evolución de la agricultura ecológica, concebida como un nuevo mé-

todo de cultivo agrícola y de explotación agraria, con el fin de estudiar sus principales características y su evolución a lo largo de los últimos años (1985-2002) en los quince países pertenecientes a la UE. A partir del análisis realizado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

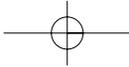
- El proceso por el cual se han extendido los cultivos ecológicos en Europa sigue efectivamente la evolución de un «proceso de difusión de innovaciones», es decir, una trayectoria temporal en forma de «S». Además, tanto a nivel europeo como en cada uno de los países analizados, el proceso tiene un *efecto innovación* nulo, y toda la dinámica de los procesos viene marcada por el *efecto imitación* entre los agentes del sistema.
- Los rasgos que caracterizan el proceso de difusión en cada uno de los países considerados están relacionados con sus principales características socioeconómicas. Concretamente, se ha detectado que el PIB *per capita* en 2001 y la variación de los precios de los productos agrícolas influyen de forma significativa (con una influencia positiva y negativa, respectivamente) en el techo de difusión *M*. Además, también se ha detectado que el tamaño medio de la explotación agrícola y las tasas de variación del output y de los precios agrícolas a lo largo de los últimos 15 años tienen una influencia negativa sobre la velocidad de difusión.
- La estrecha vinculación económica entre los países considerados también se pone de manifiesto al analizar la difusión de la agricultura ecológica. Así, aunque los resultados obtenidos no son robustos, si aparece cierta evidencia de que existe un efecto imitación o aprendizaje entre los adoptantes de diferentes países. Como cabría esperar, este efecto imitación o aprendizaje es mucho más débil que el ejercido por los adoptantes del mismo país.
- Por otro lado, aunque los resultados no son concluyentes, existe evidencia de que hay una cierta relación entre el momento de introducción de la agricultura ecológica en cada país y la velocidad de difusión. Concretamente, a un retraso en la introducción de la innovación le corresponde un proceso de difusión más acelerado.

Como línea futura de trabajo, sería interesante profundizar en los efectos que los subsidios y las ayudas financieras tienen sobre la adopción de este método de producción y sobre el rendimiento de las explotaciones ecológicas; así como los resultados que se pueden derivar de un plan de acción integrado dirigido a potenciar la producción de estos productos y a estimular su demanda, y otras medidas de acompañamiento para desarrollar sistemas de apoyo a la agricultura ecológica en los campos de investigación, formación y asesoría de agricultores, etc. Ambos aspectos pueden indicar la dirección en la que ha de dirigirse el diseño de la Política Agraria Común y de las acciones particulares de cada país.

Asimismo, sería interesante relacionar el proceso de difusión de la agricultura ecológica y sus características con posibles mejoras en los diversos índices de calidad del medio ambiente, de los alimentos producidos, y del desarrollo del medio rural.

Bibliografía

- Akinola, A. A. (1986): «An application of Bass's model in the analysis of diffusion of cocoa-spraying chemicals among Nigerian cocoa farmers», *Journal of Agricultural Economics*, 37:395-407.
- Dekimpe, M., Parker, P., y Sarvary, M. (1998): «Staged Estimation of International Diffusion Models: An Application to Global Cellular Telephone Adoption», *Technological Forecasting and Social Change*, 57:105-132.
- Dinar, A. y Yaron, D. (1990): «Influence of Quality and Scarcity of Inputs on the Adoption of Modern Irrigation Technologies», *Western Journal of Agricultural Economics*, 15:224-233.
- Dixon, R. (1980): «Hybrid Corn Revisited», *Econometrica*, 48[6]:1451-1461.
- Eliashberg, J. y Helsen, K. (1994): «Modeling Lead/Lag Phenomena in Global Marketing: The Case of VCRs», Wharton School Working Paper, *Marketing Working Paper Series MKTG 95.053*.
- Fischer, A. y Arnold, A. J. (1996): *The diffusion of new crop varieties*. University of Bonn.
- Ganesh, J. y Kumar, V. (1996): «Capturing the Cross-National Learning Effect: An Analysis of an Industrial Technology Diffusion», *Journal of the Academy of Marketing Science*, 24:328-337.
- Gatignon, H., Eliashberg, J., y Robertson, T. (1989): «Modelling Multinational Diffusion Patterns: An Efficient Methodology», *Marketing Science*, 8[3]:231-247.
- González Pérez, V. (2001): «La Agricultura Ecológica en la Europa Mediterránea», *Vida Rural*, 132:28-32.
- Goolsbee, A. y Klenow, P. (1999): «Evidence on Learning and Network Externalities in the Diffusion of Home Computers», *NBER Working Paper 7329*.
- Griliches, Z. (1957): «Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change», *Econometrica*, 25[4]:501-522.
- Griliches, Z. (1980): «Hybrid Corn revisited: A reply», *Econometrica*, 48[6]:1463-1465.
- Häring, A., Dabbert, S., Offermann, F., y Nieberg, H. (2001): «Benefits of Organic Farming for Society», *European Conference of Organic Food and Farming*. 10-11 May 2001, Copenhagen, Denmark.
- Laajimi, A. y Albisu, L. M. (1997): «Technology transfer to Spain organic farmers: institutional arrangements, socioeconomic issues and policy implications», *An European Newsletter on Organic Farming*, 6:2-4.
- Mar Molinero, C. (1980): «Tractors in Spain: a logistic analysis», *Journal of the Operational Research Society*, 31:141-152.
- McWilliams, B. y Zilberman, D. (1996): «Time of Technology Adoption and Learning by Using», *Economics of Innovation and New Technology*, 4:139-154.
- Michelsen, J. (2001): «Organic farming in a social context. Organic food and farming: towards partnership and action in Europe», *European Conference of Organic Food and Farming*. 10-11 May 2001, Copenhagen, Denmark.
- Minetti, A.C. (2002): *Marketing de alimentos ecológicos*, Madrid: Pirámide.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002): *Hechos y Cifras del Sector Agroalimentario y del Medio Rural Español*, Madrid.
- Oliver, F. R. (1981): «Tractors in Spain: a further logistic analysis», *Journal of the Operational Research Society*, 32:499-502.
- Olmstead, A. y Rhode, P. (2000): *The Diffusion of the Tractor in American Agriculture: 1910-60*, NBER Working Paper 7947.
- Peterson, R. y Mahajan, V. (1978): «Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population», *Management Science*, 24[15]:1589-1597.
- Putsis, W., Balasubramanian, S., Kaplan, E., y Sen, S. (1997): «Mixing Behavior in Cross-Country Diffusion», *Marketing Science*, 16:354-369.
- Takada, H. y Jain, D. (1991): «Cross-National Analysis of Diffusion of Consumer Durable Goods in Pacific Rim Countries», *Journal of Marketing*, 55:48-54.
- Talukdar, D., Karunakaran, S., y Ainslie, A. (2001): «Identifying Similarities in Diffusion Patterns Across Products and Countries», *Marketing Science*, 9[1]:97-114.



92 Gómez, J., Faura, U. y Carmona, M.^a M.

Torre, C. (2001): «Las Producciones Ecológicas», en *Avances en Nutrición y Alimentación Animal*, Rebo-llar, P., De Blas, C., and Mateos, G. G. eds., Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nu- trición Animal.

Vicente Molina, M.A. y Mediano Serrano, L. (2002): «Propuestas para una segmentación estratégica del mercado ecológico», *Cuadernos de Gestión*, 2[1]:11-30.

Yussefi, M., y Willer, H. (2003): *The World Organic Agriculture 2003. Statistics and Future Prospects*. IFOAM Publication, 5.^a ed.

