

## Mercado de *Lactarius deliciosus*. Modelización de la oferta en España

L. Díaz-Balteiro\*, O. Alfranca\*\*,<sup>1</sup> y R. Voces\*

\* Departamento de Economía y Gestión Forestal, Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Montes. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid

\*\* Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología, Universidad Politécnica de Cataluña. ESAB, Av. Canal Olímpic, s/n; 08860 Castelldefels (Barcelona)

### Resumen

En este trabajo se presenta, desde una perspectiva multidisciplinar, la estimación de una función de oferta de níscalo (*Lactarius deliciosus* L, ex Fr. Gray), un hongo de gran interés comercial en España. El objetivo principal de este trabajo es presentar evidencia empírica que permita cuantificar los efectos de variables económicas y variables micológicas en la cantidad ofertada de setas, en mercados locales. Para empezar, y por su singularidad, se analizan los determinantes principales que caracterizan el funcionamiento de los mercados de hongos silvestres. En el análisis de estos mercados se considera también la importancia y la estructura del comercio exterior en la Unión Europea. La disponibilidad de los datos es un elemento fundamental en el estudio de los mercados fúngicos y determina, en la mayoría de los trabajos realizados, la investigación de los diferentes eslabones en su cadena de valor. En nuestro caso, la función de oferta se estima, a partir de datos agregados, en las etapas finales de esta cadena de valor, en un Mercado Central. La función de oferta estimada indica una relación negativa de gran intensidad entre la temperatura y la cantidad ofertada. La elasticidad entre la cantidad ofertada y la precipitación media semanal es positiva, y superior a la elasticidad precio de la oferta. Es decir, que las variables meteorológicas presentan un impacto mayor sobre la cantidad ofertada que el propio precio.

**Palabras clave:** Hongos silvestres, *Lactarius deliciosus*, productos forestales no madereros, función de oferta.

### Abstract

#### Market of *Lactarius deliciosus*. Modelling the supply in Spain

This paper aims to characterize, from a multidisciplinary perspective, the estimation of a supply function for milk cap (*Lactarius deliciosus* Gray L. ex Fr.), in Spain. The milk cap is a mushroom of great commercial relevance in Spain. The main objective of this work is to present empirical evidence in order to quantify both the effects of economic variables and mycological variables, in local markets. The paper starts, with an analysis of the main mechanisms that characterize wild mushrooms behavior. In the analysis of these markets, the relevance and structure of mushroom foreign trade in the European Union is also considered. Data availability is a fundamental point in the study of mushroom markets and determines, in most of works, research in the different stages of the value chain. In this work, the supply chain is estimated, with aggregated data, for the final stages of this value chain, in a Central Market. The estimated supply function indicates an intense negative relationship between the temperature and the supply quan-

---

1. Autor para correspondencia: oscar.alfranca@upc.edu

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2013.022>

tity. The rain elasticity at the mean is negative, and higher than the price elasticity at the mean. So, meteorological variables present an impact on the supplied quantity, which is even higher than price.

**Key words:** Edible mushrooms, *Lactarius deliciosus*, non-wood forest products, supply function.

## Introducción

A diferencia de otros bienes cuyo origen son los sistemas forestales, resulta complicado disponer de un cuerpo de estadísticas fiables que muestre datos agregados del recurso fúngico. Estos productos forestales no madereros se caracterizan, en muchas ocasiones, por la importancia que presentan a nivel local o regional (Chamberlain et al., 1998), así como por la falta de informaciones fiables asociadas con aspectos básicos como pueden ser: su producción (Oria de Rueda et al., 2008), los precios de venta de estos productos (Blatner y Alexander, 1998), y, en general, en su cadena de valor (Te Velde et al., 2006).

Existen diversas relaciones que pueden justificar esta carencia. Por un lado, algunos de sus atributos intrínsecos de los hongos (productos perecederos, estacionales y con producciones irregulares) complican su caracterización, ya que requieren inventarios muy laboriosos. Además, la producción se concentra en ciertas épocas del año, pudiendo variar de un año a otro fundamentalmente por razones climáticas. Sin embargo, existen otras razones que inciden en este problema. Así, aspectos como su escasísima importancia agregada en un sector (el forestal) que ya de por sí presenta una reducida y decreciente relevancia, o la peculiar tipología de la cadena de valor asociada a la probable existencia de eslabones donde es muy complicado obtener datos fiables (autoconsumo, intermediarios al margen de los circuitos habituales, etc.), conforman, siguiendo a Gold et al. (2004), una "black box". Es decir, el consumidor no sabe en muchas ocasiones de dónde vienen los hongos o la manipulación que han sufrido

antes de llegar a su destino. Todo ello complica la existencia de unos datos medianamente fiables asociados a estas producciones.

Frente a estos problemas estadísticos se contraponen en los últimos años un conjunto de aspectos que justifican los análisis de este producto no maderero desde un punto de vista económico. Avances técnicos en aspectos como la conservación de los productos o la reducción del tiempo de transporte, una mayor globalización de los mercados, así como el crecimiento de las redes de marketing y distribución (Pettenella et al., 2007) permiten aumentar la eficiencia de la cadena de valor. Sin embargo, el elemento quizá más importante que subyace en el análisis de este recurso es el aumento de la demanda que está experimentando. Aunque no se conocen trabajos empíricos que justifiquen este hecho a nivel europeo, varios estudios señalan algunas razones que pueden ayudar a entender este crecimiento de la demanda: el mayor conocimiento que tienen los consumidores tanto para su recolección como para su preparación como alimentos, su característica de producto natural, los cambios en los hábitos de alimentación o a la influencia de las políticas de desarrollo rural (Lelley, 2005; Jones y Lynch, 2007; Pettenella et al., 2007).

Cabe señalar que, a pesar de este crecimiento en la demanda, son muy pocos los trabajos a nivel internacional que han analizado el mercado de los hongos comestibles bajo un punto de vista económico. Algunas excepciones a este hecho serían el trabajo de De Román y Boa (2006), donde se abordan aspectos de la cadena de valor del níscolo en zonas de la provincia de Palencia, así como el trabajo de De Frutos et al. (2008) donde se describen

diversos canales de comercialización de hongos en la provincia de Soria. Por otro lado, Sitta y Floriani (2008) han analizado aspectos asociados al comercio de ciertos hongos comestibles en Italia, centrándose en algunos del género *Boletus* ("porcini"). Esta misma especie también es analizada en Secco et al. (2009), bajo una perspectiva asociada al marketing, a través de dos casos de estudio en Finlandia y en Italia.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en mejorar la caracterización económica de estos productos forestales no madereros. Para ello, después de establecer las características básicas de este mercado, se analiza la oferta de una de las especies más características en España: el níscolo.

Los estudios existentes que ofrecen datos de producción de hongos silvestres son, tanto a nivel europeo como mundial, muy escasos y, en general, muestran unas cifras demasiado agregadas. Así, Merlo y Croitoru (2005) asignan un valor medio de la producción de hongos en los países del Sur y Oeste de Europa para el año 2001 de 0,8-9,9 €/ha. Según estos autores, la producción de hongos representa alrededor del 4,5% del valor económico total de los sistemas forestales analizados. Chang y Miles (2004) presentan volúmenes de producción de hongos comestibles (6 millones de t en 1997), pero estos autores se refieren primordialmente a hongos cultivados. Otras fuentes de información de carácter internacional adolecen de problemas similares. Así, FAO proporciona datos agregados sobre trufas y setas en general; mientras que Eurostat ofrece estadísticas poco precisas sobre hongos cultivados y también sobre una mezcla de productos silvestres entre los que se encuentran setas y trufas. En el caso de España, las es-

tadísticas oficiales<sup>2</sup>, presentan unos datos incompletos (faltan varias Comunidades Autónomas), pero la producción de hongos silvestres excluyendo las trufas roza los 10 millones de kg. Estas estadísticas no incluyen datos sobre el precio medio de venta de estos productos. Salvando estas limitaciones, a continuación se caracterizará el mercado de estos hongos atendiendo tanto a las estadísticas de comercio exterior, como las informaciones proporcionadas por los Mercados Centrales. Estos datos ofrecen indicios que pueden ayudar a entender algunas claves en la producción y comercialización de los hongos.

En el Cuadro 1 se muestran unos resultados correspondientes al comercio exterior de los países de la UE correspondientes al año 2007. Desafortunadamente, el grado de desagregación no es el más deseable para analizar el comercio de hongos silvestres, dado que se ha acudido al código TARIC 070959 ["*Mushrooms other than of the genus Agaricus, fresh/chilled*"]. Se asume que en este epígrafe se contiene la mayoría de hongos silvestres, excluyendo a las trufas, y algunos hongos cultivados sin incluir datos asociados a la producción de champiñones.

Un análisis de estos datos muestra algunas conclusiones interesantes. En primer lugar, la UE presenta una tasa de cobertura (exportaciones/importaciones) ligeramente inferior a la unidad (0,978 si se contabilizan en valores monetarios), lo que implica que las importaciones superan a las exportaciones. Además, la suma del valor del comercio exterior de estos productos (exportaciones más importaciones) supera los 600 millones de dólares. Atendiendo a los datos del comercio exterior de España<sup>3</sup>, estas cifras superan a las de otro producto no forestal de gran importancia en

2. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2008). [http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal\\_anuario\\_2008.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal_anuario_2008.aspx). (30 abril 2013).

3. <http://aduanas.cameras.org/>

Cuadro 1. Comercio exterior en la UE de hongos distintos del género *Agaricus*,  
frescos o refrigerados en 2007  
*Cuadre 1. EU International trade of fresh or frozen mushrooms  
(excluding Agaricus), in 2007*

	Export. *1000\$	Import. *1000\$	Export. *1000 kg	Import. *1000 kg	Precio export.	Precio import.
Austria	3.992	19.529	388	4.760	10,3	4,1
Belgium	12.582	14.366	4.147	2.807	3,0	5,1
Bulgaria	13.164	362	1.299	45	10,1	8,0
Cyprus	9	1.386	3	574	3,4	2,4
Czech. Republic	127	820	22	242	5,6	3,4
Denmark	311	6.677	152	1.711	2,0	3,9
Estonia	78	63	10	10	8,1	6,2
Finland	663	929	51	134	13,0	6,9
France	24.638	53.943	1.758	10.194	14,0	5,3
Germany	3.153	59.060	711	11.466	4,4	5,2
Greece	4.008	1.480	2.858	709	1,4	2,1
Hungary	4.656	517	992	30	4,7	17,5
Ireland	2	1.532	0	348	4,3	4,4
Italy	41.348	54.160	2.094	6.344	19,7	8,5
Latvia	590	790	101	463	5,9	1,7
Lithuania	22.432	12.986	3.352	2.484	6,7	5,2
Luxembourg	233	2.066	24	270	9,7	7,4
Malta	0	2	0	0	–	4,7
Netherlands	48.069	11.723	13.815	2.688	3,5	4,4
Poland	67.193	3.537	24.563	800	2,7	4,4
Portugal	2.060	931	503	508	4,8	1,8
Romania	33.249	1.795	2.923	936	11,4	1,9
Slovakia	37	622	8	274	4,4	2,3
Slovenia	2.925	1.802	399	563	7,3	3,2
Spain	12.401	9.540	627	1.227	19,8	7,8
Sweden	719	4.950	70	774	10,2	6,4
United Kingdom	719	40.412	165	13.391	4,4	3,0
<b>UE</b>	<b>299.356</b>	<b>305.980</b>	<b>61.037</b>	<b>63.763</b>	<b>4,9</b>	<b>4,8</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de EUROSTAT.

Source: Prepared by the authors with data from EUROSTAT.

nuestro país, como el corcho. En efecto, para ese año el comercio exterior correspondiente al código TARIC 45 (corcho y sus manufacturas), no llega a los 390 millones de euros.

Por otro lado, observando la última fila del citado Cuadro 1, si atendemos bien a las exportaciones o a las importaciones, el intercambio comercial entre los países de la UE supera los 60 millones de kg de hongos. Por otro lado, según se muestra en las dos últimas columnas del Cuadro 1 llama poderosamente la atención cómo los precios más elevados se producen en el precio medio de las exportaciones de hongos de Italia y España (cerca de 20\$/kg) a diferencia del precio medio a nivel europeo, que no llega a los 5\$/kg. De todas formas, habría que analizar con más detalle estos precios medios porque algunos autores ilustran la existencia de exportaciones de hongos de un país procedentes de importaciones de un país tercero (Sitta y Floriani, 2008). Por último, es preciso tener una cierta precaución si se pretenden inferir datos de producción de hongos a partir de las informaciones del comercio exterior de estos productos. Por ejemplo, Oria De Rueda et al. (2008) hablan de una recolección en España de una especie emblemática (*Boletus edulis* Fr.) que puede alcanzar las 8 millones de toneladas en un año. Esta cifra, como se aprecia en el Cuadro 1 supone más de 4 veces el comercio exterior (suma de importaciones y exportaciones) de todos los hongos en España.

Profundizando en el análisis, se pretende mostrar cuál sería la cadena de valor de estos productos, sin perjuicio de que en cada país, o incluso en cada región, y para cada especie de hongos puedan existir diferencias particulares, tal y como se muestra en Secco et al. (2009). Así, en la Figura 1 se plantea, de forma resumida, un esquema teórico de lo que sería una cadena de valor de los hongos desde que se recolectan hasta que llegan al consumidor. Se muestran en líneas de color negro los flujos asociados a los hongos en fresco, y en líneas de

puntos los hongos con algún grado de transformación (secado, congelado, conserva, otra preparación, etc.). Aunque esta Figura sólo tiene sentido desde el punto de vista de la rentabilidad privada (aspectos como el recreativo no están directamente incluidos), es preciso insistir en que, desde el punto de vista de la gestión, es necesario tener un conocimiento lo más preciso posible de la cadena de valor asociada a cada especie micológica, con el fin de, o bien plantearse posibles actuaciones que permitan mejorar la rentabilidad de los sistemas forestales asociada a estos productos (por ejemplo, estableciendo un permiso para la recolección), o bien justificar posibles medidas desde el punto de vista de la oferta de los productos micológicos (por ejemplo, la reducción de intermediarios). Dado que el objeto de este trabajo no es analizar el mercado de los productos preparados a partir de un hongo en fresco, no se han comentado los flujos que aparecen en la Figura 1 en líneas de puntos. Únicamente cabría puntualizar que dichos flujos no están siempre disociados, ya que hay empresas que actúan simultáneamente como meramente distribuidores y también como empresas transformadoras. Es decir, han realizado una integración vertical a lo largo de la cadena de valor de ese producto en cuestión.

Partiendo de la ya mencionada inexistencia de estadísticas fiables asociadas a la cantidad de setas que se recolectan anualmente, las posibilidades que un hongo con valor comercial dispone a la hora de llegar al consumidor final son variadas, y el porcentaje de la producción que se destina a los distintos elementos intermedios de la cadena de valor es, también desconocido, y muy dependiente de condiciones locales. En principio se diferenciarán tres vías que, según algunos autores (De Frutos et al., 2008) son las principales para algunas especies en España: los intermediarios, la venta directa a la industria y la venta directa a la restauración. Sin embargo, las posibilidades no acaban aquí, ya que los propios recolectores se pueden con-

vertir en consumidores finales (autoconsumo), o bien pueden vender los hongos al pequeño comercio existente en los pueblos y comarcas donde se sitúan los montes productores. Además, también pueden existir recolectores que vendan directamente las setas en Mercados Centrales. Por último, y aunque todavía presentan una escasa implantación, en algunas zonas los recolectores pueden vender los hongos en lonjas micológicas, instrumento sin duda de gran potencialidad para mitigar los problemas derivados de la economía sumergida que rodea a este output forestal, pero todavía con una modesta implantación en nuestro país.

Llegados a este punto, conviene destacar la figura de los intermediarios que, en muchas

ocasiones, son los agentes dedicados a comprar las setas a pie de monte y venderlas después a las empresas transformadoras (industria, en la Figura 1) o a los Mercados Centrales de las grandes capitales anteriormente citados. La cadena de valor puede ser más o menos compleja, ya que estos Mercados Centrales también pueden recibir hongos procedentes de otros países. Sin embargo, no existen demasiados trabajos que hayan profundizado en las relaciones existentes entre los distintos eslabones de la cadena. A título de ejemplo, en Secco et al. (2009) se muestran dos ejemplos para las mismas especies (*Boletus sp.*). También en Reyna (2007) se muestra un conciso esquema de lo que podría ser una cadena de valor para la trufa en España.

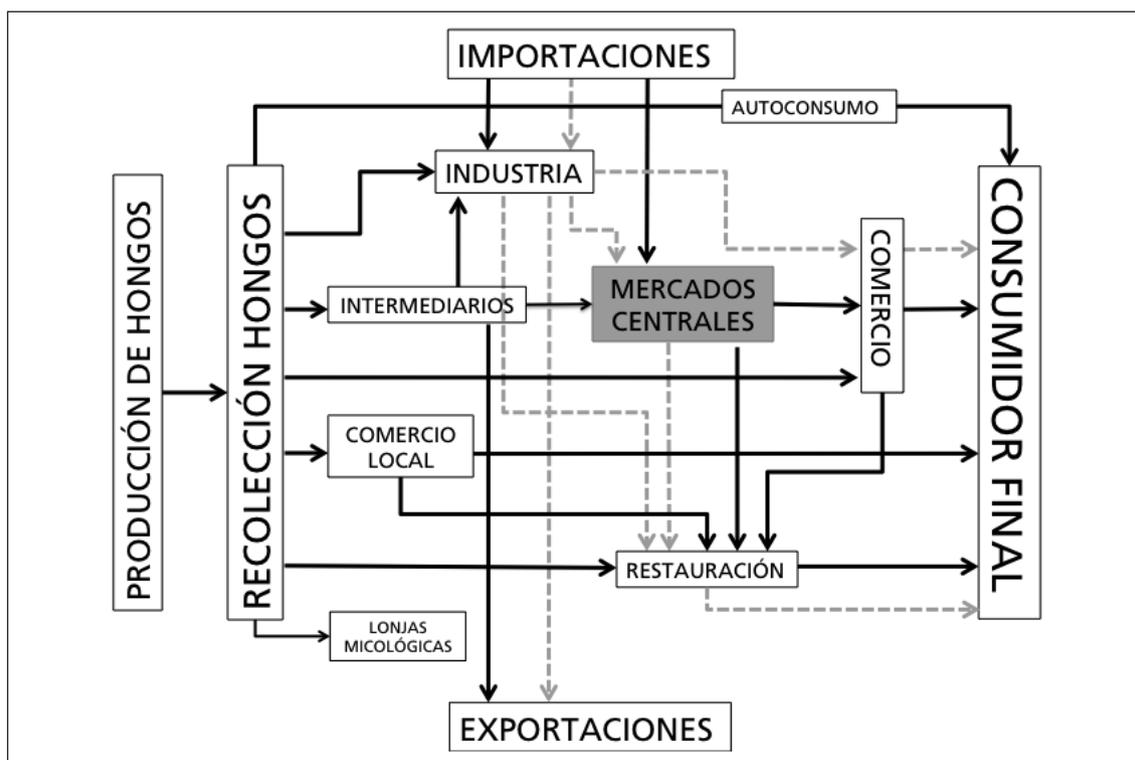


Figura 1. Esquema teórico de la cadena de valor de los hongos silvestres. Líneas de color negro: flujos de hongos en fresco. Líneas discontinuas de color gris: flujos de hongos con algún grado de preparación.  
 Figure 1. Theoretical framework of the wild mushroom chain value. Black lines are for fresh mushrooms trade. Dotted lines are for prepared mushrooms trade.

Fuente: Elaboración propia.  
 Source: Prepared by the authors.

Por otro lado, y ya cerca del consumidor final, se ha situado un elemento clave de la cadena de distribución, como son los establecimientos comerciales donde suelen comprar los hongos los consumidores de las grandes ciudades. A diferencia de otros productos de consumo, para los hongos silvestres coexiste una venta en establecimientos especializados con las grandes superficies. Sus características de producto estacional, perecedero, poco estandarizado y de difícil manejo y conservación pueden ayudar a explicar cómo algunas de las setas con un precio más elevado se venden predominantemente en este tipo de pequeños establecimientos especializados. Finalmente, es preciso comentar que en la citada Figura 1 no se ha pretendido mostrar de forma exhaustiva todos los flujos existentes de setas frescas y transformadas. Así, por ejemplo, nos consta que hay intermediarios que son a la vez establecimientos comerciales y que a su vez realizan exportaciones, o de las relaciones directas entre el comercio local y las lonjas micológicas.

A la vista de la Figura 1 cobra más sentido el recurrente problema de la falta de estadísticas para estos productos no madereros. A pesar de que idealmente se podrían disponer de informaciones en distintas etapas de la cadena de valor, como se ha comentado anteriormente, no abundan datos agregados fiables tanto de la oferta del mercado, ni de los hongos recolectados, como tampoco de la demanda en su eslabón final (los consumidores). Por ello, y como se verá a continuación, una de las pocas estadísticas que se dispone en algunos casos es la relativa a los Mercados Centrales. En el Cuadro 2 se muestran datos relativos a la cantidad y el precio del níscolo en tres Mercados Centrales de España, que representan el 90% de la oferta de níscolos que llega a través de esta vía. Es preciso señalar que el níscolo es el único hongo silvestre

computado individualmente a efectos estadísticos en estos Mercados durante el período considerado. Finalmente, conviene recalcar que no existe ningún impedimento para que parte de esta oferta corresponda a las importaciones de níscolos procedentes de otros países. Sin embargo, para algunas especies como el níscolo, el porcentaje de las importaciones sobre el total comercializado en Mercados Centrales como Mercabarna es claramente residual.

Cuadro 2. Cantidades de níscolo vendidas en los Mercados Centrales de Barcelona, Valencia y Madrid  
*Cuadro 2. Quantities of Lactarius deliciosus sold in Central Markets in Barcelona, Valencia and Madrid*

Año	Producción (t)	Precio (€/kg)
2002	591	6,08
2003	379	8,55
2004	274	16,22
2005	337	15,06
2006	669	12,10
2007	472	13,92
2008	735	8,79
2009	779	12,17
2010	808	8,85
2011	481	13,97

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de MERCASA.

Source: Prepared by the authors with data from MERCASA.

No se dispone de los datos del Cuadro 2 desagregados por Mercados Centrales, pero cruzando estas informaciones con las que se disponen de Mercabarna<sup>4</sup> se comprueba cómo más del 55% de los níscolos comercia-

4. <http://www.mercabarna.es/>

lizados en el período comprendido entre 2002 y 2009 en los Mercados Centrales mostrados en el Cuadro 2 corresponden a Mercabarna. Por todo ello se puede destacar que los resultados obtenidos se pueden considerar representativos del mercado del níscolo en España. Por otro lado, cabría preguntarse si realmente se puede considerar un mercado competitivo o, por el contrario, es un mercado donde predominan prácticas de competencia imperfecta. Los datos utilizados indican que las grandes empresas alimentarias apenas realizan compras en este mercado (solamente para sus establecimientos de gama alta), y que buena parte de la demanda procede de fruterías y restaurantes, por lo que concurren numerosos demandantes. En el caso de la restauración, es frecuente que empresas especializadas surtan de hongos y de otros productos a los restaurantes, y dado el número amplio de estas empresas que están situadas en los propios mercados centrales, se podría prácticamente descartar la existencia de prácticas monopolísticas.

Por último, convendría destacar algunos aspectos relativos a la demanda de este hongo en Mercabarna. Siguiendo a Voces et al. (2012) y analizando los datos relativos al período 2002-2007, se demuestra que existen unas relaciones de complementariedad entre este hongo con algunas setas cultivadas (*Pleurotus ostreatus* (Jaq.: Fries)) y también con algún hongo silvestre como el rebozuelo (*Cantharellus cibarius* Fr.), lo que implica que aumentos en el precio de estos dos tipos de hongos provocarán una disminución en la demanda del níscolo. Sin embargo, otro hongo muy apreciado como es el boleto blanco (*Boletus* sp.) no parece ser una variable determinante para explicar la demanda de níscolos en Mercabarna.

## Material y métodos

A la hora de caracterizar la producción de hongos, tanto a nivel local como a nivel agregado,

es preciso tener en cuenta la influencia de un conjunto heterogéneo de variables. Dejando a un lado parámetros asociados con la recolección de los mismos, numerosos autores hablan de distintos factores que interactúan entre sí y que, en distinto grado, pueden explicar la mayor o menor producción de hongos comestibles tanto en el tiempo como en el espacio. Sin pretender ser exhaustivos, y siguiendo a algunos autores (Martínez de Aragón et al., 2007), podríamos hablar de aspectos asociados a la masa arbórea que sustenta la población fúngica, y así nos encontraríamos con factores asociados a las especies arbóreas y su edad (Last et al., 1981; Pinna et al., 2010), a la silvicultura que se ha practicado en estas masas (Shaw et al., 2003; Egli et al., 2010), o a condicionantes edáficos (Barroetaveña et al., 2008) y ecológicos (O'Dell et al., 1999). Por otro lado, unos de los factores más importantes, y que están presentes en la mayoría de trabajos que pretenden estimar qué variables pueden explicar la abundancia, diversidad o producción comercial de ciertos hongos, serían las variables climáticas. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que estos factores no pueden explicar completamente la fructificación de hongos (Egli et al., 2010), y que las fluctuaciones anuales en la producción se deben a condicionantes tanto macro como microclimáticos (Ohenoja, 1993). En definitiva, para modelizar la oferta del níscolo en Mercabarna se van a considerar tanto variables de tipo económico, como variables de tipo climático.

## Material

En relación al mercado de hongos, no se dispone de informaciones precisas sobre la cadena de valor de estos productos. Como se ha comentado anteriormente, este hecho constituye la tónica habitual para los hongos silvestres comestibles, salvo pequeñas excepciones (Cai et al., 2011). Dicho de otra forma, no es posible desagregar todos los costes asociados a la comercialización de estos productos hasta un Mercado Central. Por otro

lado, conviene recordar que nos encontramos ante un producto obtenido básicamente por el ejercicio de recolección y donde ni el propietario del terreno ni, habitualmente, el comprador de la producción realizan desembolsos para optimizar su producción.

Dada la dificultad de disponer de datos sobre los precios en origen, o sobre las características del transporte y distribución, (que no sean puntuales o particulares), este caso de estudio se centrará en las etapas finales de di-

cha cadena de valor. Es decir, las más próximas al consumidor final. Para estudiar los factores que determinan la oferta de setas se seleccionaron una serie de variables, a partir de las hipótesis del modelo y de la literatura sobre el tema, comenzando por las informaciones semanales para el período 2002-2007 (100 observaciones, excluyendo datos atípicos), sobre los kg de niscalos que se han comercializado en Mercabarna, así como sobre su precio medio (Figura 2).

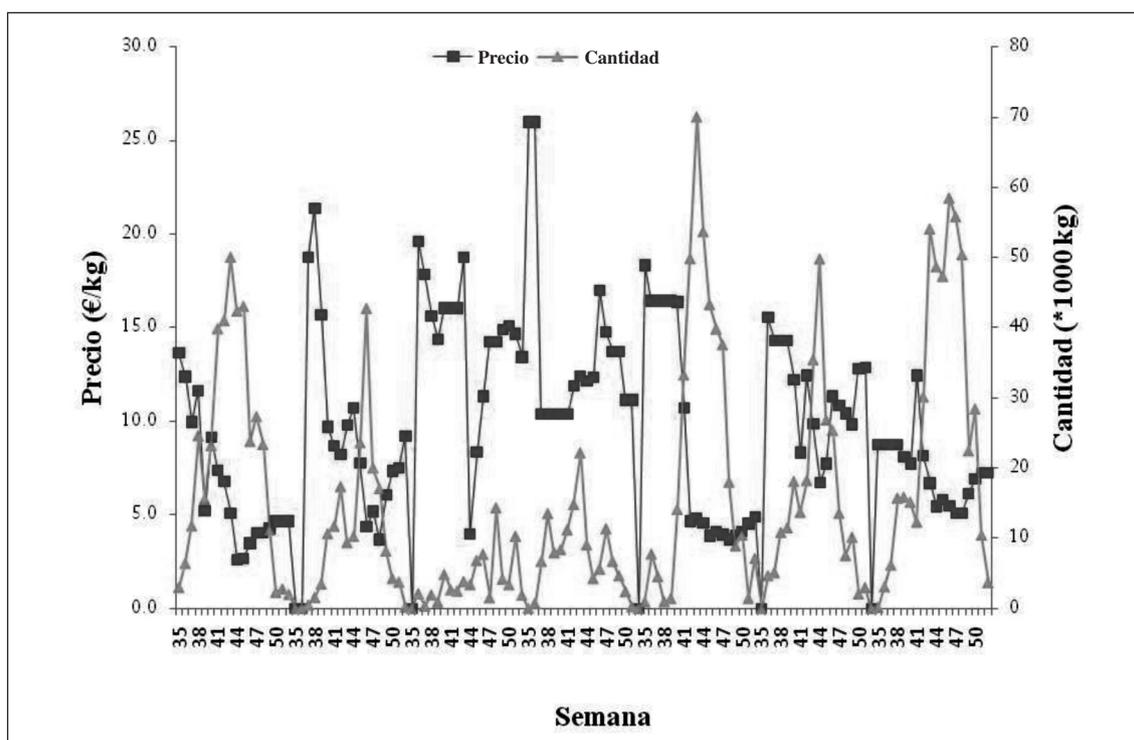


Figura 2. Niscalos vendidos en Mercabarna 2002-2007.

Figure 2. Price and quantity of *Lactarius deliciosus* sold in Mercabarna. 2002-2007.

Fuente: Elaboración propia a partir de Voces et al. (2012).

Source: Prepared by the authors from Voces et al. (2012).

Ante estas limitaciones, la hipótesis que se va a plantear cobra sentido como punto de partida de este trabajo: se asume que la función

de oferta queda definida directamente por el comportamiento del intermediario que transporta los hongos a Mercabarna y por

distintas variables climáticas que explican la mayor o menor producción de hongos. Además, y a diferencia de otros hongos comestibles (Pilz y Molina, 2002), se asume que el mercado exterior no afecta a las decisiones que pueden tomar los agentes económicos implicados. Por otro lado, y dadas las peculiares características de este mercado, no se ha podido caracterizar el comportamiento de los intermediarios, o la relación existente entre el precio del níscolo y su calidad. Por ello aceptamos que la utilización de ciertas variables proxy puede describir adecuadamente la forma de actuar de estos intermediarios.

Como se ha comentado anteriormente, el alcance espacial de este artículo excede una escala de trabajo habitual en los estudios que analizan las producciones de hongos comestibles en distintos ecosistemas forestales. Por ello, es preciso utilizar datos meteorológicos habitualmente medidos como proxy de la temperatura y la humedad existente en el suelo. Esta forma de trabajar ha sido habitual en numerosos trabajos que analizan aspectos relacionados con la producción micológica (Kranabetter y Kroeger, 2001). Esta relación directa entre estas variables climáticas y la mayor oferta de hongos se va a extender en este trabajo a las otras variables relacionadas con el agua: tanto en el aire (precipitación media, precipitación acumulada), como aquellas que miden la humedad existente en el suelo. Esta circunstancia se refleja en varios estudios empíricos relacionados con hongos micorrícicos, aunque no en el caso del níscolo (Peredo et al., 1983; Barroetaveña et al., 2008). De la misma forma, se ha supuesto una relación inversa entre la evapotranspiración y la producción de hongos. Por último, se ha querido utilizar una variable climática para intentar tener en cuenta la vecería de esta especie, ya que algunos autores apuntan la idea que una elevada precipitación en un año predice una baja producción micológica en el otoño siguiente (Ohenoja, 1993).

En este trabajo, las variables analizadas se han calculado semanalmente para las campañas micológicas del período 2002–2007. El procedimiento ha sido el siguiente: a partir de los datos semanales de Mercabarna se han obtenido las provincias de donde proceden los níscolos que se comercializan en este Mercado Central.

La información sobre el origen de los intermediarios fue facilitada por técnicos de Mercabarna, que nos proporcionaron las direcciones para algunos de los principales. A partir de esta información, llegamos a la certeza de que el origen de los hongos se deriva de la procedencia real de los mismos y no del origen del intermediario. Considerando este supuesto básico, se han seleccionado, a través del Mapa Forestal de España (MFE) aquellas masas de *Pinus sp.* susceptibles de albergar potencialmente una producción de níscolos en las 12 provincias seleccionadas (Barcelona, León, Lérida, Lugo, Huesca, Segovia, Soria, Tarragona, Teruel, Valencia, Zamora, Zaragoza), incluyendo tanto las teselas donde el pino es especie principal como aquellas en donde es especie secundaria o acompañante de la principal. Sobre esta capa base se ha generado una malla de puntos, representados por las estaciones meteorológicas, utilizando para ello las coordenadas de las mismas. Sin embargo, debido a que muchas de las estaciones meteorológicas no se encuentran en el interior de un polígono caracterizado como pinar, pero sí en sus proximidades, se consideran todas las estaciones que o bien estén incluidas dentro de pinar o se encuentren a una distancia menor o igual a 2 km de una masa de pinar. Este supuesto es el que fundamenta la estimación de una única ecuación, con efectos constantes, puesto que las diferencias cada una de las localizaciones productivas, son de una importancia muy reducida.

Para cada estación seleccionada espacialmente se revisan las series de datos climatológicos re-

lativos a precipitación diaria, temperatura máxima diaria y temperatura mínima diaria, para el periodo de tiempo comprendido entre los años 2002 y 2007, seleccionándose aquellas estaciones que dispongan de un volumen de datos suficiente para su uso en el cálculo de las variables climatológicas elegidas. El origen de estos datos es la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). En algunos casos, las series con datos incompletos utilizadas en el cálculo de las variables han sido completadas utilizando la media de los datos del resto de años de la serie. Teniendo en cuenta que se ha tomado para cada temporada micológica una duración de 18 semanas, el número de datos meteorológicos procesados es ingente, superando la cifra de 511.000. Finalmente, con el fin de obtener un único valor semanal de las anteriores variables, se calculó un promedio provincial de los datos correspondientes a las distintas estaciones meteorológicas, ponderándose anualmente los resultados en base a la importancia relativa de cada provincia como origen de los niscalos que llegan a Mercabarna. A continuación se detallan las variables climáticas utilizadas.

Comenzando por la temperatura, con los datos relativos a las temperaturas máximas y mínimas diarias se calculan los promedios de la temperatura máxima semanal y de la temperatura mínima semanal. La temperatura media semanal se calcula como la media de estos. La misma metodología se sigue para la precipitación: con los datos relativos a la precipitación diaria se calcula la precipitación acumulada semanal y la precipitación media semanal. Por otro lado, para el cálculo de la evapotranspiración potencial media semanal se ha recurrido a la fórmula experimental de Thornthwaite (Thornthwaite, 1948). En relación a la humedad edáfica, se ha tomado como proxy de la misma la diferencia entre la precipitación acumulada en un periodo de 7 días y la evapotranspiración potencial durante ese mismo periodo. Para valores positi-

vos se considera que el volumen calculado de agua (en mm) se incorpora al suelo. En caso contrario, se estima que no ha existido incorporación neta de agua al suelo. Los valores negativos se han tomado como cero. Además, es preciso señalar que se han tenido en cuenta otras variables relativas a la precipitación, pero consideradas fuera del periodo analizado. En concreto, se han tomado como variables *dummy* las variables precipitación estival acumulada y precipitación en el año anterior, a fin de introducirlas en el horizonte temporal del análisis.

### Metodología

Por otro lado, en este trabajo se ha caracterizado la oferta de niscalos mediante datos agregados. En la actualidad, no existen datos que permitan una estimación más detallada de este tipo de funciones. Para analizar la función de oferta de niscalos, hemos estimado un modelo econométrico, mediante datos semanales, en el que la variable dependiente es la cantidad ofertada de niscalos. Las variables explicativas son un conjunto de variables relacionadas tanto con el mercado de setas como con las condiciones meteorológicas. Dado que, como se ha comentado anteriormente, el objetivo de este modelo econométrico es el de cuantificar el comportamiento de los productores de setas en el mercado catalán. Para ello, se han considerado variables económicas, (como el precio), además de las ya citadas variables relacionadas con las condiciones meteorológicas del bosque, un determinante esencial en la producción micológica.

Puesto que no existe un modelo teórico claro para explicar la función de oferta, la selección de variables se ha realizado siguiendo un método empírico para seleccionar las variables. Este método es habitualmente utilizado en la selección de variables cuando no existe un modelo teórico claro, y se basa en un proceso que va de "lo general a lo parti-

cular". Algunas referencias a esta metodología pueden encontrarse en Hendry y Mizon (1993), Johansen y Juselius (1994) y Hendry y Krolzig (2004). La idea fundamental de este método consiste en comenzar por un modelo que puede ser muy amplio, y considerar la presencia de un numeroso grupo de variables, y pasar después a modelos anidados más sencillos, hasta alcanzar un modelo que no contradice las hipótesis básicas, y con un buen comportamiento econométrico.

En el diseño de la función de oferta empírica se consideraron 10 variables. La definición de

estas variables puede encontrarse en el Cuadro 3. Por tanto, si consideramos también la variable dependiente, el universo del modelo estaría formado por 10+1 variables. De lo anterior, partimos de un primer conjunto formado por  $2^{10}$  modelos posibles en función de la inclusión o no de cada variable. En este modelo también hemos incluido un término de interacción. Este término de interacción se estima para inferir la forma en que los efectos de una variable sobre la variable dependiente, dependen de la magnitud de otra variable independiente (Ai y Norton, 2003).

Cuadro 3. Variables utilizadas para la estimación del modelo de oferta  
*Cuadre 3. Variables used in the estimation of the supply model*

Variable	Descripción	Fuente
Variables económicas		
<i>qLactariusB</i>	Cantidad semanal de <i>Lactarius deliciosus</i> en Mercabarna (kg)	Mercabarna
<i>qLactariusB</i>	Precio semanal de <i>Lactarius deliciosus</i> en Mercabarna (€) [*]	Mercabarna
<i>qLactariuslWB</i>	Precio semanal de <i>Lactarius deliciosus</i> en la última semana en Mercabarna (€)	Mercabarna
Variables climáticas		
<i>tmed</i>	Temperatura media semanal (°C)	
<i>tmin</i>	Temperatura mínima semanal (°C)	
<i>rainfm</i>	Precipitación media semanal (mm)	
<i>rainfw</i>	Precipitación acumulada semanal (mm)	Elaboración propia a partir de los datos de la AEMET
<i>rainfs</i>	Precipitación acumulada semanal durante el verano (mm)	
<i>rainfpy</i>	Precipitación del año anterior (mm)	
<i>peto</i>	Evapotranspiración potencial (mm)	
<i>diff</i>	Diferencia entre la precipitación acumulada y la evapotranspiración potencial (mm)	

[\*] Todos los precios son precios reales (deflactados al año 2002).

[\*] All prices are real prices (expressed at 2000 year prices).

La principal variable económica explicativa en el modelo es el precio semanal de los níscalos. Este precio se calcula como una media

entre las diferentes calidades de níscalos que se venden en el Mercado Central de Barcelona. El signo esperado del coeficiente es

positivo, puesto que la estimación se realiza para una función de oferta. La función de oferta representa el comportamiento de una empresa que utiliza un conjunto de inputs con el objetivo de maximizar su beneficio. Otras variables que es necesario considerar para explicar el comportamiento de los productores de níscales son las relacionadas con las condiciones climáticas, ya definidas anteriormente, y sobre las que resulta muy difícil anticipar su signo esperado en el modelo propuesto. Otra dificultad que supone la incorporación de estas variables es el comportamiento incierto de los productores (que podrían tratar de anticipar su estrategia en función de la evolución meteorológica). Para recoger la posible existencia de este comportamiento basado en las expectativas de los productores en relación a la temperatura, incorporamos un término de interacción entre los precios y la temperatura.

Además de las propias variables explicativas, consideramos de interés contrastar la existencia de interacciones significativas entre una variable meteorológica como la temperatura y el precio del níscales. En el término de interacción tratamos de introducir una parte de la información relacionada con estas variables, pero que no quedaría recogida simplemente por la presencia de estas variables en la función de oferta. En este caso, la interacción entre precio y temperatura recoge el efecto marginal del precio sobre la cantidad ofertada, cuando los productores consideran el posible efecto negativo que una subida de la temperatura puede ejercer sobre la cantidad ofertada.

Tras introducir el modelo, ahora pasaremos a caracterizar aquellas variables que podrían ser fundamentales al explicar la función de oferta de unos productos no-madereros del bosque como podrían ser las setas, y en concreto, los níscales, y que están recogidas en el Cuadro 3. La variable dependiente es la oferta de níscales que se han comercializado

en Mercabarna durante el periodo 2002-2007. Los fundamentos teóricos para explicar el funcionamiento de este mercado son escasos, debido al carácter informal tanto del proceso productivo, (posible obtención de setas sin considerar ningún tipo de regulación), como del proceso de comercialización (la propia empresa comercializadora puede actuar al margen de cualquier organismo o institución). Por otro lado, el conjunto de variables explicativas puede clasificarse en dos bloques principales: las variables económicas y las variables meteorológicas. Con el objetivo de comercializar la oferta de níscales en Mercabana, hemos considerado tres variables económicas: una de ellas representa la cantidad de setas comercializadas ( $q_{LactariusB}$ ), y las otras dos el precio semanal de las setas ( $p_{LactariusB}$ ) y el precio de las setas en la última semana ( $p_{LactariuslWB}$ ).

Un aspecto que merece destacarse en el mercado de los níscales en fresco es la imposibilidad de realizar políticas de almacenamiento. Es decir, estamos suponiendo un mercado de hongos silvestres sin que estos productos estén sometidos a ningún tipo de proceso industrial para su comercialización. La no realización de políticas de stock refuerza la importancia de la formación del capital humano por parte de los recolectores, puesto que el conocimiento sobre las características micológicas de las setas puede considerarse como un elemento fundamental en la formación del productor de hongos.

Dentro de las variables climáticas utilizadas para la estimación del modelo, es imprescindible utilizar variables proxy como la temperatura o la humedad del suelo. En concreto, en nuestro trabajo, partimos de dos posibles variables como son la temperatura media semanal ( $t_{med}$ ) y la temperatura mínima semanal ( $t_{min}$ ). Otro condicionante fundamental para explicar la producción de hongos micorrízicos es la disponibilidad de agua (obtenida a partir de precipitaciones). Como va-

riables proxy hemos seleccionado las siguientes variables: media de la precipitación semanal (*rainfm*), media de la precipitación acumulada semanal (*rainfw*), precipitación acumulada semanal durante los meses de verano (*rainfs*) y la precipitación acumulada durante el verano (*rainfpy*). Esta variable se calcula a partir de las precipitaciones en el mes de julio y las dos primeras semanas de agosto. Si esta variable supera la media de los últimos seis años, entonces toma valor 1, y si es inferior, entonces el valor es igual a 0. De acuerdo al conocimiento que se tiene sobre aspectos ecológicos y productivos de estos hongos comestibles, se ha tomado la hipótesis habitual según la cual estas variables presentan un efecto positivo sobre la cantidad de niscalos que llegan a Mercabarna. Por último, la precipitación del año anterior también se ha tomado como posible variable explicativa, ya que algunos autores apuntan la idea que una elevada precipitación en un año predice una baja producción micológica en el otoño siguiente (Ohenoja, 1993). Por otro lado, en nuestro modelo, la hipótesis inicial es que este efecto de la temperatura sobre la cantidad de niscalos será negativo, puesto que si aumenta la temperatura los productores de niscalos anticipan una caída en la producción si se produce una subida excesiva de esta variable climática. Para acabar, las dos últimas variables consideradas son la evapotranspiración potencial (*peto*), y la diferencia entre la precipitación acumulada y la evapotranspiración potencial (*diff*).

La estimación del modelo se ha realizado siguiendo el método SURE, (Seemingly Unrelated Regression Equation), para ecuaciones que aparentemente no están relacionadas. Este método fue propuesto inicialmente por Zellner (1962), y desarrollado posteriormente por Dwivedi y Srivastava (1978). El método ha sido escogido por sus buenas propiedades cuando las variables explicativas son exógenas, y los errores presentan problemas de he-

teroscedasticidad y correlación contemporánea. El método SURE se basa en dos hipótesis básicas. La primera de ellas se refiere a que cuanto mayor es la correlación entre los términos de error, mayor es la eficiencia en la estimación. La segunda hipótesis afirma que cuanto menor es la correlación entre las variables explicativas, mayor es la ganancia que se obtiene por la utilización de este método.

El método SURE en este trabajo, (con una sola ecuación), puede considerarse como un caso particular de los modelos SURE multicuacionales, tal como propone Munnell (1990). La ecuación se estima de forma consistente, y los resultados son equivalentes a los que se obtendrían si la estimación se realizase mediante Mínimos Cuadrados Generalizados. El estimador es insesgado, consistente, eficiente y asintóticamente normal. La estimación se ha realizado utilizando el programa informático EViews7.

La ecuación estimada puede aceptarse como representativa de la totalidad de la población forestal, debido a que muchas de las estaciones meteorológicas de donde proceden los datos se encuentran en el interior de un polígono, siguiendo el MFE, caracterizados como pinar, o bien en sus proximidades. En el trabajo se consideran todas las estaciones que, o bien estén incluidas dentro de pinar, o se encuentren a una distancia menor o igual a 2 km de una masa de pinar. Este supuesto es el que fundamenta la estimación de una única ecuación, con efectos constantes, puesto que las diferencias entre las condiciones para la producción micológica en cada una de las localizaciones productivas, son muy reducidas.

## Resultados

En la ecuación estimada, la cantidad de niscalos que se venden en Mercabarna (*qLactariusB*), se explica a partir de tres variables y un término de interacción entre dos de estas va-

riables. En concreto, las tres variables explicativas son: el precio del níscolo ( $pLactariusB$ ), y dos variables climáticas como son la precipitación media ( $rainfm$ ) y la temperatura media ( $tmed$ ). Además de estas variables explicativas, se considera también la existencia de un término de interacción entre el precio de los níscolos ofertados y la temperatura. La relación entre estas variables se incluye en la ecuación para representar la existencia de un

posible comportamiento estratégico por parte de la oferta, que podría anticipar su actuación en función de la temperatura.

Los resultados de la estimación de la función de oferta de níscolos en Mercabarna permiten rechazar la hipótesis de no significación conjunta del modelo (cuadro 4). El modelo estimado para la función de oferta de níscolos muestra que el efecto del precio en la oferta es positivo y estadísticamente significativo al

Cuadro 4. Modelo estimado de una función de oferta de *Lactarius deliciosus* en Mercabarna  
Cuadro 4. Estimated model of *Lactarius deliciosus* supply in Mercabarna

Variables	Unidades	Coefficientes	Elasticidad en la media
Constante		-1,980 (-3,383)***	
pLactariusB	euros	0,674 (-2,927)**	0,152
rainfm	mm	0,118 (-2,236)**	0,189
tmed	°C	-0,083 (-1,846)*	-0,35
pLactariusB*tmed		-0,008 (-0,853)	
Wald test		12,740	
Durbin Watson		2,414	
Error standard de la regresión		1,007	
Suma de residuos al cuadrado		94,234	
Estadístico t entre paréntesis		<i>t test are in parenthesis</i>	
***: p<0,01.		***: p<0,01	
** : p<0,05.		** : p<0,05.	
* : p<0,10.		* : p<0,10.	
Donde:		<i>Where:</i>	
pLactariusB: precio semanal de <i>Lactarius deliciosus</i> en Mercabarna (euros), en logs.		<i>pLactariusB: Weekly prices of Lactarius deliciosus in Mercabarna (euros), in logs.</i>	
rainfm: precipitación media semanal.		<i>Rainfm: Rainfall weekly mean.</i>	
tmed: temperatura media semanal.		<i>Tmed: Temperature weekly mean.</i>	

5% lo que indica que los recolectores de hongos aumentarán la producción ofertada si se producen aumentos en el precio.

En la regresión, también se ha incorporado el posible comportamiento de los productores en relación con la temperatura experimentada en el periodo estacional. El coeficiente estimado de la temperatura media semanal es negativo y estadísticamente significativo al 10%, lo que puede considerarse como un indicio de que los aumentos en la temperatura podrían inducir crecimientos en la oferta. Este resultado podría interpretarse como si los recolectores ofertantes estuvieran anticipando un incremento en la producción total.

Sin embargo, el efecto de la interacción entre el precio y temperatura en la oferta de níscales no es estadísticamente significativo. Estos resultados permiten descartar que los productores de setas incorporen algún tipo de expectativas sobre la evolución futura del precio, en función de las temperaturas experimentadas durante el periodo de recolección. Por otro lado, el valor de la elasticidad precio de la oferta es igual a 0,152. Este valor significa que si el precio se incrementa en un 1%, entonces la cantidad ofertada crecerá un 0,152%, lo que indicaría una respuesta más bien inelástica por parte de los productores.

El efecto de la precipitación sobre la oferta de níscales es positiva y estadísticamente significativa al 5%, lo que confirmaría la hipótesis micológica esperada. Resulta destacable que, si bien el coeficiente de esta variable es inferior al del precio, el valor de la elasticidad de la producción de níscales respecto de la precipitación es claramente superior (0,189).

El efecto de la temperatura sobre la producción de níscales es negativo y estadísticamente significativo al 10%. El valor de este coeficiente es inferior a los que presentan las variables relacionadas con el precio y con las precipitaciones, pero su elasticidad media es de un -0,35. Es decir, que los cambios en la

temperatura son los que provocan una mayor respuesta en la cantidad ofertada (en términos porcentuales).

## Discusión

En este trabajo se han tratado de exponer, bajo una lógica económica, diversos aspectos asociados a un producto forestal no maderero como son las setas silvestres. A pesar del hándicap que supone la ausencia de estadísticas fiables y de estudios que analicen en profundidad dicha cadena de valor, se ha caracterizado una función de oferta para el níscales en Mercabarna. En este modelo de oferta se calcula, a partir de datos reales, el grado de respuesta de los productores a los cambios en el precio, y la diferente sensibilidad de la producción de níscales ante los cambios en precipitación y temperatura. Una conclusión sorprendente de este trabajo es que las variables que presentan una mayor incidencia en la cantidad ofertada no es el precio, sino variables meteorológicas como la precipitación y la temperatura.

En relación a la fijación de los precios, en este trabajo se ha comprobado cómo la formación sobre los condicionantes fundamentales en que se desarrolla la producción micológica presenta una influencia muy débil (al menos en lo que se refiere a la temperatura). Además, la relación inversa de la temperatura media y la oferta de hongos también se explica empíricamente a partir de experiencias que muestran la existencia de una relación inversa entre la temperatura en determinados meses del año y la producción de determinados hongos (Ohenoja, 1993), llegando incluso a la no existencia de una producción de hongos si las temperaturas alcanzan valores más altos de lo habitual (Straatsma et al., 2001). En resumen, la hipótesis sobre la existencia de una posible relación entre el precio ofertado y la temperatura, (que indi-

caría un posible comportamiento estratégico por parte de la oferta, en función de la temperatura), es rechazada.

Una implicación práctica de este trabajo es que los efectos que las variables climáticas pudieran provocar a nivel monte en relación a la producción de hongos comestibles también se manifiestan a nivel agregado, como muestran los resultados de este trabajo. Esta información pudiera ser de utilidad a la hora de intentar predecir el comportamiento de este mercado al conocer cómo se están comportando las variables climáticas analizadas en las zonas productoras de nísalos.

Por otra parte, conviene destacar que en estas estimaciones no se ha podido diferenciar el nísalo que se comercializa en Mercabarna según su calidad. Es decir, somos conscientes que los precios que ofrece este Mercado Central son precios semanales promedio, pero no están diferenciados según la calidad del producto u otros atributos como pudiera ser la procedencia de los nísalos. El análisis de la oferta micológica podría reforzarse mediante la incorporación de este tipo de variables en la estimación econométrica, pero en la actualidad resulta imposible por la ausencia de informaciones al respecto. De igual modo, aunque tradicionalmente se ha considerado que las políticas de stock de setas no son factibles, (a causa de las dificultades de conservación), sería importante contrastar si esta hipótesis es válida durante cualquier periodo del año, y para cualquier especie micológica.

Las dificultades principales en el estudio de los mercados micológicos se relacionan con la obtención de los datos y con la complejidad en el funcionamiento del mercado. Así, aunque podría ser muy recomendable, hoy en día resulta impensable perfeccionar un estudio como este con informaciones procedentes,

bien de los recolectores, o bien de los intermediarios, en relación con el precio en origen de este hongo. Es decir, que el análisis se enriquecería si se establece la función de oferta no sólo para los estadios finales de la cadena de valor, sino también para los eslabones iniciales de la misma. Sin embargo, no existe un cuerpo fidedigno de estadísticas micológicas o forestales que pudieran ayudar a esta labor.

Una excepción a este hecho generalizado pudiera ser el proyecto "MyasRC<sup>5</sup>" que podría proporcionar una información muy útil de los precios asociados a permisos de recolección de hongos silvestres en distintas comarcas castellano-leonesas. También es preciso apuntar que la implantación de una marca de calidad que certifique el origen de los hongos, tal y como se está realizando en Castilla y León (Esteban et al., 2011) podría mejorar el conocimiento de la cadena de valor de este hongo, y traducirse en una mejora en la estimación de la función de oferta, puesto que permitiría considerar la interrelación entre los agentes que participan en la toma de decisiones de la cadena de valor: desde la producción del hongo hasta su comercialización.

Asimismo, sería muy importante replicar estos modelos con datos desagregados asociados a parcelas de experimentación en determinados montes. Esto permitiría introducir otras variables en el modelo que no se han podido considerar por limitaciones en los datos de partida, fundamentalmente del Mapa Forestal de España. Por ejemplo, y dejando a un lado variables asociadas a la estación como la pendiente, la altitud, etc. (Bonet et al., 2008), aspectos como la edad de la masa (Martínez de Aragón et al., 2007) o la selvicultura aplicada (Bonet et al., 2010) en cada caso son decisiones asociadas al manejo que se realiza en cada monte y, lógicamente, van a tener su influencia en la oferta futura de hongos mico-

---

5. <http://www.myasrc.es/>

róricos. Por último, es preciso comentar que la producción para este hongo procede de masas naturales, a diferencia de otros hongos con interés comercial presentes en España, donde parte de la citada producción procede de plantaciones micorrizadas, como es el caso de la trufa. Es decir, que algunos aspectos asociados a la silvicultura fúngica (Savoie y Largeteau, 2011) no presentan, a día de hoy, importancia en la determinación de la oferta de este hongo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda que el Ingeniero de Montes D. Ignacio Rivero Aparicio nos ha prestado en el procesado de las variables climáticas utilizadas en este trabajo, así como el apoyo de los Profesores de la ETS Ingenieros de Montes D. José Carlos Robredo y D. José Alfonso Domínguez. Los autores agradecen los datos, informaciones y comentarios aportados por Josep Faura (Mercabarna) y José Luis Illescas Llanos, Olga Bacho Jiménez y Susana Ferrer Asís (técnicos de MERCASA). Obviamente, cualquier error u omisión al respecto es responsabilidad de los autores. El trabajo de Luis Díaz-Balteiro y Óscar Alfranca está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad bajo el proyecto AGL2011-25825.

### Bibliografía

- Ai C, Norton E, 2003. Interaction terms in logit and probit models. *Economics Letters*, 80, 1: 123-129.
- Bonet JA, Palahí M, Colinas C, Pukkala T, Fischer C, Miina J, Martínez de Aragón J, 2010. Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine forests of the Central Pyrenees in northeastern Spain. *Canadian Journal of Forest Research* 40: 347-356.
- Bonet JA, Pukkala T, Fischer C, Palahí M, Martínez de Aragón J, Colinas C, 2008. Empirical models for predicting the production of wild mushrooms in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees. *Annals of Forest Science* 65(2), 206.
- Barroetaveña C, La Manna L, Alonso MV, 2008. Variables affecting *Suillus luteus* fructification in ponderosa pine plantations of Patagonia (Argentina). *Forest Ecology and Management*, 256: 1868-1874.
- Blatner KA, Alexander S, 1998. Recent price trends for non-timber forest products in the Pacific Northwest. *Forest Products Journal* 48 (10): 28-34.
- Cai M, Pettenella D, Vidale E, 2011. Income generation from wild mushrooms in marginal rural areas. *Forest Policy Economics* 13: 221-226.
- Chamberlain J, Bush R, Hammett AL, 1998. Non-timber forest products: The other forest products. *Forest Products Journal* 48 (10): 10-19.
- Chang ST, Miles FG, 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact* 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- De Frutos P, Martínez Peña F, Esteban Laleona S, 2008. Propuesta de ordenación comercial de los aprovechamientos micológicos a través de lonjas agrarias: análisis económico y financiero para la provincia de Soria. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 217: 73-103.
- De Román M, Boa E, 2006. The marketing of *Lactarius deliciosus* in northern Spain. *Economic Botany* 60: 284-290.
- Dwivedi T, Srivastava K, 1978. Optimality of least squares in the seemingly unrelated regressions model. *Journal of Econometrics* 7: 391-395.
- Egli S, Ayer F, Peter M, Eilmann B, Rigling A, 2010. Is forest mushroom productivity driven by tree growth? Results from a thinning experiment. *Annals of Forest Science*, 67 (5): 1-9.
- Esteban A, Ágreda T, Aldea J, Martínez-Peña F, 2011. La comercialización de hongos: Marca de Garantía "Setas de Castilla y León. En: Martínez-Peña F, Oria de Rueda JA, Ágreda T(Coord.). *Manual para la Gestión del Recurso Micológico*

- gico Forestal en Castilla y León. SOMACYL-Junta de Castilla y León, pp. 237-255.
- Gold MA, Godsey LD, Josiah SJ, 2004. Markets and marketing strategies for agroforestry specialty products in North America. *Agroforest Systems* 61: 371-382.
- Hendry DF, Krolzig HM, 2004. We ran one regression. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66: 799-810.
- Hendry DF, Mizon GE, 1993. Evaluating econometric models by encompassing the VAR., en *Models, Methods and Applications of Econometrics*, Ed. Phillips, P.C., Blackwell, Basil, United Kingdom, 528 pp.
- Johansen S, Juselius K, 1994. Identification of the long-run and the short-run structure, An application to the ISLM model. *Journal of Econometrics*, 63: 7-36.
- Jones ET, Lynch KA, 2007. Nontimber forest products and biodiversity management in the Pacific Northwest. *Forest Ecology Management* 246: 29-37.
- Krannabetter JM, Kroeger P, 2001. Ectomycorrhizal mushroom response to partial cutting in a western hemlock. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 978-987.
- Last FT, Mason PA, Smith R, Pelham J, Bhoja Shetty KA, Hussain AMM, 1981. Factors affecting the production of fruitbodies of *Amanita muscaria* in plantations of *Pinus patula*. *Proceeding Indian Academic Sciences (Plant Sciences)* 90: 91-98.
- Lelley JI, 2005. Modern applications and marketing of useful mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 7: 39-47.
- Martínez de Aragón J, Bonet JA, Fischer CR, Colinas C, 2007. Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management* 252: 239-256.
- Merlo M, Croitoru L (Eds.), 2005. *Valuing Mediterranean forests: Towards Total Economic Value*, 406 pp. CABI Publishing, Wallingford.
- Munnell AH, 1990. Why Has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment. *New England Economic Review* (enero-febrero), 3-22.
- O'Dell TE, Ammirati JF, Schreiner EG, 1999. Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Canadian Journal of Botany* 77: 1699-1711.
- Ohenoja E, 1993. Effect of weather conditions on the larger fungi at different forest sites in Northern Finland in 1976-1988, *Acta Universitatis Ouluensis: Scientiae rerum naturalium Serie A* 243: 1-69.
- Oria de Rueda JA, Martín-Pinto P, Olaizola J, 2008. Bolete productivity of cistaceous scrublands in northwestern Spain. *Economic Botany* 62: 323-330.
- Peredo H, Olliva M, Huber A, 1983. Environmental factors determining the distribution of *Suillus luteus* fructifications in *Pinus radiata* grazing-forest plantations. *Plant Soil* 71: 367-370.
- Pettenella D, Secco L, Maso D, 2007. NWFP&S Marketing: lessons learned and new development paths from case studies in some European countries. *Small-Scale Forestry* 6: 373-390.
- Pilz D, Molina R, 2002. Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management* 155: 3-16.
- Pinna S, Gévry MF, Côté M, Sirois L, 2010. Factors influencing fructification phenology of edible mushrooms in a boreal mixed forest of Eastern Canada. *Forest Ecology and Management* 260: 294-301.
- Reyna S (Coord.), 2007. *Truficultura. Fundamentos y Técnicas*, 545 pp. Mundi-Prensa, Madrid.
- Savoie JM, Largeteau ML, 2011. Production of edible mushrooms in forests: trends in development of a mycosilviculture. *Applied Microbiology & Biotechnology* 89: 971-979.
- Secco L, Pettenella D, Maso D, 2009. Net-system' models versus traditional models in NWFP marketing: the case of mushrooms., *Small-Scale Forestry* 8: 349-365.

- Shaw PJA, Kibby G, Mayes J, 2003. Effects of thinning treatment on an ectomycorrhizal succession under Scots pine. *Mycological Research* 107: 317-328.
- Sitta M, Floriani M, 2008. Nationalization and globalization trends in the wild mushroom commerce of Italy with emphasis on porcini (*Boletus edulis* and allied species). *Economic Botany* 62: 307-322.
- Straatsma G, Ayer F, Egli S, 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research* 105: 515-522.
- Te Velde DW, Rushton J, Schreckenber K, Marshall E, Edouard F, Newton A, Arancibia E, 2006. Entrepreneurship in value chains of non-timber forest products. *Forest Policy and Economics* 8: 725-741.
- Thorntwaite CW, 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38: 55-94.
- Voces R, Diaz-Balteiro L, Alfranca O, 2012. Demand for wild edible mushrooms. The case of *Lactarius deliciosus* in Barcelona (Spain). *Journal of Forest Economics* 18: 47-60.
- Zellner A, 1962. An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Test for Aggregation Bias. *Journal of the American Statistical Association* 58: 348-368.

(Aceptado para publicación el 30 de marzo de 2013)