

Análisis hedónico de los precios de la tierra en la provincia de Zaragoza

AZUCENA GRACIA (*)

LUIS PÉREZ Y PÉREZ (*)

ANA I. SANJUÁN (*)

JESÚS BARREIRO HURLÉ (**)

1. INTRODUCCIÓN

El precio del suelo rústico ha evolucionado de distinta manera a lo largo de los últimos veinte años, como se deduce del análisis de los datos disponibles sobre precios de la tierra que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación elabora desde 1983. La mayoría de los autores que han estudiado el mercado de la tierra agraria (Varela, 1988; Naredo, 1990; Alonso *et al.*, 1993 Sumpsi y Varela, 1994) coinciden en señalar un primer periodo fuertemente alcista durante 1985-89, años caracterizados por nuestra incorporación a la CEE y por una fase alcista de nuestra economía. Un segundo periodo iría desde entonces hasta finales de los años noventa, años en los que el precio medio de la tierra rústica no deja de disminuir en términos constantes, alcanzando niveles muy por debajo de los precios de referencia de 1983. Por último, a finales de los años noventa se vuelve a recuperar ligeramente el mercado de la tierra y se vuelven a superar los niveles de precios de principios de los años ochenta.

Según los últimos datos disponibles, el precio medio de una hectárea de cultivo en secano en Aragón gira en torno a los 1.600 €, mientras que la misma superficie para cultivos de regadío puede alcanzar los

(*) *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria.*

(**) *ETS de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid - Campus de Palencia.*

10.000 € o más, dependiendo del tipo de cultivo. Todo parece indicar que el precio de la tierra rústica es un indicador de las perspectivas del negocio en el campo, perspectivas que son bien diferentes entre el secano y regadío y entre distintos tipos de orientaciones productivas.

El objetivo de este trabajo es explicar los precios de la tierra en la provincia de Zaragoza a partir de sus características agronómicas, ambientales y sociales. Para ello se considera el regadío y las distintas orientaciones productivas como características de las parcelas, así como algunas características del entorno socio-económico, lo que permite usar el método de los precios hedónicos.

2. EL MODELO DE LOS PRECIOS HEDÓNICOS

El enfoque utilizado en este trabajo para la valoración del suelo rústico ha sido el de los precios hedónicos (Rosen, 1974; Palmquist, 1991). La valoración agraria tiene una amplia tradición en nuestro país, pudiendo situar sus orígenes como ciencia en el siglo XIX (Caballer, 1993). Los distintos métodos utilizados para este fin se han agrupado tradicionalmente en sintéticos y analíticos (Caballer, 1993, Alonso e Iruretagoyena, 1995), estando basados los primeros en los precios de mercado mientras que los segundos valoran las fincas en función de su potencial para generar rentas en el futuro y su capitalización.

El método de los precios hedónicos, al basarse en los precios que obtienen las distintas fincas en transacciones de mercado, se puede enmarcar dentro de los métodos sintéticos, en particular dentro de los denominados econométricos, estadísticos o de regresión, que se caracterizan por aplicar las herramientas de la estadística y la econometría a la filosofía de los métodos sintéticos. Las aplicaciones de esta familia de métodos a la valoración del suelo rústico no han sido muy frecuentes en España (Calatrava y Cañero, 2000). Entre éstas se pueden mencionar las de Alonso y Lozano (1985), Caballer (1989), García (1992), Caballer (1999), Segura *et al.* (1998) y la propia de Calatrava y Cañero (2000), todas ellas utilizando el análisis de regresión. Asimismo existen dos aplicaciones de modelo hedónico a la valoración del suelo rústico (Arias, 2001 y Sala y Torres, 2002) que se comentan en mayor detalle posteriormente.

El modelo de los precios hedónicos permite estimar los precios implícitos de las diferentes características que componen un bien

heterogéneo, como las parcelas de suelo rústico (1). El método se desarrolló originalmente para aplicaciones relacionadas con el campo de la publicidad (Azqueta, 1994), aunque posteriormente se ha aplicado como uno de los métodos de valoración ambiental más extendidos para obtener estimaciones monetarias del valor de atributos o bienes sin mercado, junto con el método, el coste de viaje y el de valoración contingente.

La hipótesis de partida en este modelo es que las distintas características que componen un bien heterogéneo se reflejan en su precio de mercado. Por ello, se asume que el precio de dicho bien puede ser descompuesto en función de sus características o atributos y, una vez que se haya estimado la función de precios hedónicos, es posible asignar un precio implícito o un precio sombra a cada una de dichas características.

Una parcela de suelo rústico puede ser considerada como un bien heterogéneo, ya que su precio en el mercado dependerá del conjunto de las características que la definen. En primer lugar, el precio dependerá de características físicas y agronómicas, como la superficie, la calidad de la tierra, su orientación productiva, la disponibilidad o no de agua de riego, su altitud y pendiente, etc. Pero también hay otros factores que pueden influir en el precio y que están relacionados con la situación socioeconómica del territorio donde se ubica, como la disponibilidad de mano de obra y capital, la rentabilidad de la explotación o las expectativas de futuro, entre otros aspectos.

La presentación que sigue de la teoría formal de los modelos hedónicos es un resumen de la formulada por Freeman (1992). Si se simboliza por Y el bien cuyo mercado es objeto de estudio –en nuestro caso las parcelas de suelo rústico–, cualquier elemento de Y se puede describir por su vector de características $Q=(q_1, \dots, q_j, \dots, q_k)$. Así, para cada elemento Y_i de Y , su precio PY_i puede expresarse como una función de sus características constituyentes:

$$PY_i = PY(q_{i1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{ik}) \quad [1]$$

donde q_{ij} representa la característica j -ésima del elemento i -ésimo del bien Y . La función PY es la «función hedónica de precios» de Y . Si PY pudiera estimarse a partir de las observaciones de los precios y las características de diferentes elementos de Y , entonces podría calcularse el precio de cualquier elemento de Y –parcelas de suelo rústico– a partir del conocimiento de sus características.

(1) El lector interesado puede encontrar los fundamentos de este método explicados de manera extensa en Rosen (1974), Palmquist (1991), Azqueta (1994) o Gómez Gómez (1996).

Antes de pasar a la interpretación de la función hedónica de precios, puede ser clarificador describir la forma en que dicha función se genera en el mercado competitivo de productos. Supóngase que cada consumidor compra sólo una unidad del bien Y en cada periodo de tiempo. La función de utilidad de un individuo dependerá del consumo que haga de su cesta de bienes X , de precio unitario, y de las características proporcionadas por la unidad i -ésima adquirida del bien Y :

$$U = U(X, Q) \quad [2]$$

o, de forma equivalente, si se toma como patrón la renta disponible, tras el pago de PY_i por adquirir el elemento Y_i de Y :

$$U = U(M - PY_i, q_{i1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{in}) \quad [3]$$

siendo M la renta monetaria inicial.

Para maximizar [2] bajo la restricción presupuestaria dada por:

$$M - PY - X = 0$$

el consumidor debe escoger los niveles q_j de cada característica que satisfagan la ecuación:

$$\frac{\partial U / \partial q_j}{\partial U / \partial X} = \partial PY / \partial q_j \quad [4]$$

expresión que indica que, *ceteris paribus*, la disposición marginal a pagar por q_j debe ser igual al cociente de las utilidades marginales.

El precio implícito marginal de una característica puede deducirse por diferenciación de la función hedónica de precios, con relación a dicha característica, de la forma siguiente:

$$\partial PY / \partial q_j = Pq_j (q_{i1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{in}) \quad [5]$$

Esta ecuación expresa el aumento de gasto en Y que se precisa para adquirir una unidad de dicho grupo de bienes, que posea una unidad más de la característica q_j , permaneciendo constantes las restantes variables. Si [1] es lineal en las características, se desprende que los precios implícitos son constantes. Pero si [1] es no-lineal, entonces el precio implícito de la unidad adicional de una característica dependerá, en general, de la cantidad de la misma que se esté adquiriendo. En general, la ecuación [1] no tiene por qué ser lineal. De hecho, la linealidad sólo surgirá si los consumidores pueden llevar a cabo la recomposición a su gusto de los conjuntos de atributos, lo que no siempre será posible y, por tanto, la no-linealidad será el rasgo común de las funciones hedónicas de precio.

Las formas funcionales más frecuentes que se han propuesto en la literatura, además de la lineal, incluyen la logarítmica, la semilogarítmica o la doble-logarítmica, entre otras. El primer paso para escoger la forma funcional es atender a lo que la teoría postula. Conforme a ella, la función hedónica de precios es una forma reducida derivada de la interacción de las funciones de preferencia de los consumidores y de las funciones de coste o beneficio de los productores. La única restricción obvia de tipo general sobre la forma de la función hedónica de precios es que su primera derivada con respecto a la característica sea positiva (negativa) si dicha característica es un bien (mal). La derivada segunda podría ser negativa, pero esta propiedad no puede deducirse de la estructura general del modelo hedónico. Más allá de este punto no hay mucho que pueda derivarse de los principios básicos.

Los primeros investigadores ensayaron diversas formas para la función hedónica de precios (principalmente la logarítmica, semilogarítmica y doble-logarítmica) seleccionando una de ellas sobre la base de criterios de ajuste. La investigación más reciente ha mostrado las ventajas de utilizar, para la variable dependiente, formas funcionales más flexibles como las del tipo Box-Cox, que analizaremos más adelante.

Además del importante problema de la elección de la forma funcional, que la teoría económica no resuelve, el modelo de precios hedónicos plantea otros problemas de tipo metodológico, como se recoge, entre otros, en Hanley *et al.*, (1997). Por una parte, puede producirse el sesgo de las variables omitidas cuando, por la razón que sea, no se incluye en la función hedónica de precios alguna variable que afecte significativamente al precio y que, al mismo tiempo, esté correlacionada con una de las variables incluidas en la función. En este caso, el coeficiente estimado de la variable correlacionada estará sesgado. Por otra parte, puede presentarse un problema de multicolinealidad entre algunas de las variables que se incluyen en la función de precios. En este caso, habría que estimar ecuaciones independientes y separadas para cada variable, ya que de otra manera sería difícil determinar los precios implícitos de las características consideradas en el modelo.

Si nos centramos en el caso español (2), se constata que las aplicaciones del modelo hedónico comienzan a ser ya relativamente

(2) La primera aplicación es sobre los precios de la vivienda en Córdoba, y los autores asumen una forma funcional lineal (Brañas y Caridad, 1996). Bilbao (2000 y 2001) también asume una forma lineal en cuatro de las cinco ciudades asturianas en las que analiza los precios y características de la vivienda. Bengochea (2000) utiliza

importantes en la literatura económica, centrándose, la mayoría de ellas, en el estudio de los precios de la vivienda. Además, se puede observar que los diferentes autores adoptan distintas soluciones a las cuestiones metodológicas –como la elección de la forma funcional que acabamos de comentar–.

En lo que se refiere a estudios del precio del suelo rústico con este enfoque hedónico, aunque no son muy abundantes en la literatura económica internacional, cabe mencionar los estudios pioneros sobre características del suelo en Estados Unidos, con una aproximación similar al modelo hedónico de Miranowski y Hammes (1984); Ervin y Mill, (1985); Gardner y Barrows (1985) o Palmquist y Danielson (1989).

En Europa podemos mencionar los trabajos de Le Goffe (2000), en Francia, y Maddison (2000) en el Reino Unido. Le Goffe (2000) estima los precios implícitos de los alojamientos rurales asumiendo una forma lineal de la función de precios hedónicos. Por su parte, Maddison (2000), en su análisis del mercado de la tierra de Inglaterra y Gales, apunta la conveniencia de asumir la transformación Box-Cox.

En España, las únicas referencias que hemos encontrado sobre los precios de la tierra con un enfoque hedónico son los recientes trabajos de Arias (2001) y Sala y Torres (2002). Arias (2001), utilizando los datos disponibles en Marín Rivero (1993), analiza las diferencias entre secano y regadío de los precios medios comarcales en las tierras de labor y en los prados y pastizales de León entre 1979 y 1987. Este autor estima el valor del regadío a partir del precio hedónico de la tierra y, al ser binarias todas sus variables explicativas, asume una función de precios lineal. Por su parte, Sala y Torres (2002) estudian los precios medios provinciales de las superficies de cultivos herbáceos de regadío y secano en Lérida en el periodo 1984-2000, usando

una especificación lineal en su valoración de las zonas verdes y su influencia en los precios de la vivienda en Castellón. Tránchez (2001) analiza el precio hedónico de la vivienda en Madrid asumiendo una forma funcional lineal. Bover y Velilla (2001) analizan el precio hedónico de la vivienda asumiendo una forma doble logarítmica entre el precio y la superficie en metros cuadrados, lo que les permite interpretar directamente como elasticidades los coeficientes estimados. Gómez Gómez (2002) analiza el impacto del ruido aeronáutico sobre el precio hedónico de la vivienda en los alrededores del aeropuerto Madrid-Barajas, utilizando una transformación Box-Cox. Esta misma aproximación se encuentra en Aguiló (2002), en su análisis del mercado inmobiliario en la isla de Mallorca. Otros autores utilizan el modelo hedónico para analizar los precios de los servicios en los establecimientos hoteleros en la Costa Brava (Pastor, 1999) o para analizar los precios de los paquetes turísticos en Mallorca (Aguiló et al., 1999). También se ha utilizado para valorar atributos de algunos productos agroalimentarios. Angulo et al. (2000) abordan el estudio de los precios del vino tinto en España a través de un modelo logit multinomial. Loureiro y McCluskey (2000) analizan los precios de la ternera gallega a partir de la transformación Box-Cox. Guerrero de Lizardi y Pérez García (2002) comparan el precio y las características de los ordenadores asumiendo una forma funcional doble-logarítmica. Por último, Del Saz et al., (2003) emplean esta metodología asumiendo formas funcionales lineales y semilogarítmicas para analizar las diferencias de suelo industrial de promoción pública y privada.

como variables explicativas las relativas a los factores inflación, trabajo-capital productivo, expectativas de plusvalía, subvención y refugio, asumiendo del mismo modo una forma funcional lineal. Por nuestra parte, en el siguiente epígrafe vamos a tratar de avanzar con la estimación de un modelo más flexible de los precios del suelo rústico, utilizando una transformación Box-Cox de las variables, como recomienda la literatura más reciente, y con información desagregada sobre transacciones de parcelas de suelo rústico en los municipios de la provincia de Zaragoza.

3. ANÁLISIS EMPÍRICO DE LOS PRECIOS HEDÓNICOS DE LA TIERRA

3.1. Los datos

Para estudiar los precios hedónicos del mercado de la tierra en la provincia de Zaragoza se parte de las 158 observaciones con información completa que recoge la Encuesta Anual de Precios de la Tierra para la provincia de Zaragoza y referida a los años 2001 y 2002. Los precios de venta fueron convertidos a euros constantes de 2001. Las variables 2 a 10 del cuadro se han elaborado directamente a partir de la información disponible en la encuesta y son variables binarias que pretenden recoger el tipo de orientación productiva de la parcela objeto de transacción. En la encuesta del MAPA se especifica también el municipio al que se refiere la transacción. Con el fin de disponer de más información de tipo socioeconómico, identificamos la comarca a la que pertenece el municipio afectado por la transacción y, a partir de los datos disponibles del CESA (3), elaboramos para cada comarca las variables socioeconómicas 11 a 18 del cuadro 1 que pretenden recoger la situación comarcal en cuanto a envejecimiento; el empleo general, la ocupación en el sector agrario, la actividad económica en los distintos sectores productivos; el número de alumnos de enseñanza secundaria no obligatoria o la dotación de plazas de residencia de la tercera edad.

3.2. Especificación Box-Cox de la función de precios de la tierra

Como se ha mencionado anteriormente, la elección de la forma funcional para la ecuación de precios hedónicos es un tema que la teoría económica no resuelve. Sin embargo, sí que ofrece ciertos indicios, dado que el supuesto de que la función sea lineal conduce a la

(3) *Las comarcas y el desarrollo local en Aragón*, en: Consejo Económico y Social de Aragón (2002). *Informe Anual, 2001*. CESA. Zaragoza.

Cuadro 1

DEFINICIÓN DE VARIABLES INICIALMENTE DISPONIBLES

Variable	Sigla	Unidad medida
1 Precio	PRECIO	Continua
2 Tierra labor regadío	TLR	(1/0)
3 Tierra labor secano	TLS	(1/0)
4 Frutales hueso regadío	FHR	(1/0)
5 Frutales pepita regadío	FPR	(1/0)
6 Frutales hueso secano	FHS	(1/0)
7 Almendro secano	ALMS	(1/0)
8 Viñedo secano	VINS	(1/0)
9 Olivar secano	OLIS	(1/0)
10 Olivar regadío	OLIR	(1/0)
11 Porcentaje población mayor 65 años en la comarca respectiva (C.R.)	ENVEJ	%
12 Porcentaje población afiliada a la SS entre población 15-64 años en la C. R.	EMPGRAL	%
13 Núm. licencias de servicios en el IAE *100/ total de habitantes en la C.R.	ACTSER	Ratio
14 Núm. licencias de industrias en el IAE *100/ total de habitantes en la C.R.	ACTIND	Ratio
15 Plazas residencia 3 edad /Población Mayor 65 años en la C.R.	RESANC	Ratio
16 Núm. alumnos enseñanza media no oblig./ población 15-19 años en la C.R.	ENSEC	Ratio
17 Porcentaje ocupados agrarios/ total ocupados	OCUAGR	Ratio
18 Densidad de población en la C.R.	DENSID	Continua

constancia de los precios, es decir, a que el precio implícito de una unidad adicional de una característica sea independiente de la cantidad de la misma que se está adquiriendo, lo que no resulta muy realista. Por lo tanto, una solución plausible a este dilema consiste en definir una forma funcional más flexible que permita una relación de dependencia entre el precio implícito de una característica y los niveles de los demás argumentos de la función y que, además, anide a las formas funcionales habitualmente utilizadas. Esto último permitirá contrastar cuál de las formas funcionales es la que mejor se ajusta a los datos concretos de la aplicación empírica. Ésta ha sido la aproximación utilizada en el presente trabajo, por lo que se han

transformado la variable o variables de la ecuación hedónica de precios mediante la siguiente transformación Box-Cox (1964):

$$Z^{(\lambda)} = \begin{cases} Z^\lambda - 1 & \lambda \neq 0 \\ \frac{\lambda}{\ln Z} & \lambda = 0 \end{cases} \quad [6]$$

Esta transformación, con $Z > 0$, se puede aplicar tanto a la variable dependiente como a las independientes (características) del modelo de precios hedónicos. Habitualmente, se ha aplicado exclusivamente a la variable dependiente, o precios, lo que conduce a que se obtengan como casos particulares la función lineal cuando $\lambda = 1$ y la función semilogarítmica cuando tiende a cero. Sin embargo, la aplicación de esta transformación únicamente a la variable dependiente no permite más que una gama limitada de funciones. Otras versiones mas generales de la forma Box-Cox llevan a considerar estimaciones separadas para el exponente λ de cada variable independiente y la posibilidad de incluir términos para recoger potenciales interacciones entre tales variables.

En este trabajo se ha aplicado la transformación Box-Cox tanto a la variable dependiente como a las independientes pero se ha supuesto para estas últimas la misma transformación, es decir, el mismo exponente θ . De esta manera se ha obtenido la siguiente ecuación de precios hedónicos de la tierra:

$$PY_i^{(\lambda)} = \alpha + \sum_j^k \beta_j q_{ij}^{(\theta)} + \varepsilon_i \quad [7]$$

donde:

PY_i : Precios, variable dependiente a explicar $i=1,2,\dots,n$, número de observaciones.

q_{ij} : variables independientes, características; $j = 1,2,\dots,k$, número de características.

ε_i : perturbación aleatoria.

λ : parámetro de transformación de la variable dependiente.

θ : parámetro de transformación de las variables independientes.

β_j : precios implícitos marginales de las características; $j = 1,2,\dots,k$.

La ecuación [7] es una función flexible de precios hedónicos que puede ser estimada mediante máxima verosimilitud, obteniéndose además de la estimación de los precios implícitos marginales de las

diferentes características (β_j), la estimación de la transformación de las variables, λ y θ . La principal ventaja de este enfoque es la posibilidad de contrastar empíricamente cual de las formas funcionales tradicionalmente utilizadas en la estimación de funciones de precios hedónicos es la que mejor se ajusta a los datos. Esta forma flexible anida, además de la función lineal y semi-logarítmica mencionadas anteriormente, otro conjunto de formas funcionales imponiendo ciertos valores a λ y θ . Este modelo general ha sido utilizado para contrastar alguna de las formas funcionales más utilizadas en la literatura de precios hedónicos, lo que supone contrastar las siguientes hipótesis nulas:

- 1) $H_0: \lambda = 1$ y $\theta = 1$ Forma lineal
- 2) $H_0: \lambda = 0$ y $\theta = 1$ Función semilogarítmica
- 3) $H_0: \lambda = 0$ y $\theta = 0$ Función doble logarítmica
- 4) $H_0: \lambda = 1$ y $\theta = 0$ Función lineal logarítmica

4. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

La función definida en [7] se ha estimado para las variables explicativas definidas en el cuadro 1 mediante máxima verosimilitud y se ha utilizado el test de Wald para contrastar las hipótesis nulas definidas en el apartado anterior.

El test de Wald permite contrastar restricciones lineales de los parámetros, de tal manera que la hipótesis nula adopta la forma:

$$H_0: R \beta = r$$

y la hipótesis alternativa:

$$H_1: R \beta \neq r$$

donde, $R \beta$ representa cualquier combinación lineal de los parámetros estimados que se quiere contrastar, y r la matriz de valores restringidos. El estadístico de prueba del test de Wald se define de la siguiente manera:

$$W = (R \beta - r)' (RVR')^{-1} (R \beta - r)$$

donde V es la matriz de varianzas y covarianzas estimada de los parámetros. Bajo la hipótesis nula el test de Wald (W), sigue una distribución χ^2 con tantos grados de libertad como el número de restricciones impuestas.

Los valores del test de Wald para las hipótesis anteriores aparecen en el cuadro 2.

Cuadro 2

TEST DE WALD DEL CONTRASTE DE LA FORMA FUNCIONAL

Hipótesis nula		Tipo función	Test Wald
$\lambda = 1$	$\theta = 1$	Función lineal	114,22
$\lambda = 0$	$\theta = 1$	Función semilogarítmica	1,079
$\lambda = 0$	$\theta = 0$	Función doble-logarítmica	1,47
$\lambda = 1$	$\theta = 0$	Función lineal-logarítmica	102,56

Se observa que el valor del estadístico de Wald para la función lineal y la lineal logarítmica son superiores a 5,99, valor de la χ^2_{2} para el nivel de significación del 5 por ciento, es decir, se rechazan las respectivas hipótesis nulas. Sin embargo, para la función semilogarítmica y la doble-logarítmica, el valor es inferior a 5,99, por lo que ninguna de las dos hipótesis pueden ser rechazadas. Esto significa que las dos especificaciones lineales de la variable dependiente son rechazadas y las logarítmicas aceptadas. Por lo tanto, estas dos últimas formas funcionales son las que mejor se han ajustado a los datos, y los resultados de su estimación para todas las variables mostradas en el cuadro 1 aparecen en el cuadro 3. Debido a la posible presencia de problemas de heterocedasticidad en la estimación, lo que conducirá a no poder utilizar los t-ratios para contrastar la significatividad individual de los parámetros estimados, se han calculado los t-ratio robustos de White.

En primer lugar, se observa que el grado de ajuste de ambas ecuaciones es elevado, alrededor del 92 por ciento. Tanto la significatividad individual como conjunta de las variables ficticias, indica que la orientación productiva de la tierra es una característica importante a la hora de determinar los precios de la tierra. Sin embargo, las variables socioeconómicas comarcales no han resultado estadísticamente significativas en el modelo doble logarítmico y sólo una de ellas en el modelo semilogarítmico. Este último modelo parece ser ligeramente mejor que el modelo doble-logarítmico, ya que presenta menor valor de la función de verosimilitud. Por lo tanto, esta va a ser la forma funcional seleccionada para determinar la función hedónica de precios de la tierra. La estimación de esta forma funcional, incluyendo exclusivamente las variables explicativas estadísticamente significativas, aparece en el cuadro 4. Con el fin de que los parámetros de las variables ficticias se interpreten directamente en relación al precio medio de la tierra, se han calculado los parámetros corregidos según Suits (1984). La variable de referencia omitida en la estimación era la que

Cuadro 3

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE PRECIOS HEDÓNICOS DE LA TIERRA

	Función semi-logarítmica		Función doble-logarítmica	
	Parámetro	t-ratio	Parámetro	t-ratio
Constante	8,49	11,07	10,00	3,7
TLR	0,396	4,00	0,414	3,67
TLS	-1,653	-19,51	-1,628	-20,5
FHR	0,464	4,93	0,363	3,94
FPR	0,461	5,14	0,344	3,83
FHS	-1,535	-18,99	-1,635	-18,45
ALMS	-1,49	-23,23	-1,574	-22,64
VINS	-0,542	-9,33	-0,624	-8,84
OLIS	-1,527	-35,1	-1,52	-33,97
ENVEJ	-0,001	-0,09	-0,15	-0,3
EMPGRAL	-0,001	-0,61	-0,401	-1,79
ACTSER	0,0059	0,12	-0,552	-1,37
ACTIND	0,000	0,022	0,352	1,47
RESANC	0,036	2,01	0,0274	0,79
ENSEC	-0,0034	-0,65	-0,005	-0,26
OCUAGR	0,0133	1,14	0,13	0,63
DENSID	0,0017	1,34	0,23	0,94
R		0,92		0,91
logL		11,5		14,77

definía a la orientación productiva Olivar en Regadío (OLIR). En primer lugar, se calcula el parámetro correspondiente a esta variable como el cociente entre la suma de los 8 parámetros estimados de las variables representativas de la orientación productiva entre el número total de orientaciones productivas y cambiado de signo. El resultado es 0,64. A continuación, se suma este valor a cada uno de los parámetros estimados de las variables ficticias y se le resta en el caso de la constante. De esta manera se han obtenido los parámetros corregidos que aparecen en la cuarta columna del cuadro 4. Con esta corrección, la interpretación de los coeficiente estimados ya no se debe efectuar en relación a la variable considerada como referencia, sino que muestra directamente en qué medida el precio de las diferentes orientaciones productivas difiere del precio medio de la tierra en la provincia de Zaragoza. Los coeficientes estimados de una función semilogarítmica indican el cambio relativo en la variable endógena (precio) al cambiar la variable exógena en una unidad. En el caso de los coeficientes de las variables ficticias, éstos indican el cambio relativo en el precio de la tierra de la categoría a la que se le asigna el

valor 1 en relación al precio medio. Para la interpretación de estas variables ficticias, resulta más interesante calcular el efecto porcentual relativo de la variable ficticia sobre el precio. Para ello, basta con multiplicar el coeficiente estimado por 100. Sin embargo, esta forma sencilla de calcularlo es sólo una aproximación que, como indica Kennedy (1981), conduce a resultados sesgados y no aceptables. Una forma más adecuada de calcularlo es de la siguiente manera:

$$100 * [(e^{(\hat{\beta} \cdot 0,5 \text{ Var}(\hat{\beta}))} - 1)] \quad [8]$$

Cuadro 4

ESTIMACIÓN SEMILOGARÍTMICA DE LA FUNCIÓN DE PRECIOS HEDÓNICOS

	Parámetro	t-ratio	Parámetros corregidos	En var. ficticias, %; en continuas, elasticidades
Constante	8,30	60,27	7,65	–
TLR	0,355	4,49	1,01	174%
TLS	-1,68	-18,95	-1,03	-64%
FHR	0,383	4,67	1,02	176%
FPR	0,378	5,00	1,02	176%
FHS	-1,616	-23,74	-0,96	-62%
ALMS	-1,547	-26,32	-0,89	-59%
VINS	-0,57	-9,58	0,07	7%
OLIS	-1,52	-33,02	-0,87	-58%
OLIR	–	–	0,64	90%
RESANC	0,031	3,34	0,031	0,12
OCUAGR	0,017	3,18	0,017	0,27
DENSID	0,0017	3,11	0,0017	0,06
R		0,92		
Log L		12,8		
Ratio verosimilitud		394,4		

donde, $\text{Var}(\hat{\beta})$ es la varianza estimada del parámetro estimado. El resultado de multiplicar el coeficiente estimado por 100 y el obtenido utilizando la ecuación [8] difieren, y esta diferencia será mayor cuanto mayor sea la varianza estimada del parámetro. En la última columna del cuadro 4 aparece el efecto porcentual de la variable ficticia en relación al precio medio. En el caso de las variables continuas, se han calculado las elasticidades estimadas para el valor medio (última columna del cuadro 4).

En primer lugar, se observa que las variables ficticias de orientación productiva de la tierra son todas individualmente significativas al

nivel del 5 por ciento, lo que indica que existen diferencias significativas en el precio de la tierra según su orientación productiva. Además, en la última fila aparece el valor del Ratio de Verosimilitud (RV) que contrasta la significatividad conjunta de estas variables cuyo valor indica que la hipótesis nula de igualdad a cero de todos los parámetros es rechazada al 5 por ciento. Por lo tanto, la orientación productiva de la tierra es un factor fundamental en la determinación del precio de la tierra. Los valores de estos parámetros son positivos para las tierras de regadío (TLR, FHR, FPR y OLIR) y negativos o nulos para las tierras de secano (TLS, FHS, ALMS, VINS y OLIS), lo que significa que el precio de las tierras de regadío es superior al precio medio de la tierra y el de secano inferior. Además, se observa que el precio de la tierra de regadío respecto al valor medio de las tierras es muy similar para las diferentes orientaciones productivas (salvo olivar en regadío). De esta manera, las tierras de labor, las de frutales de hueso y las de frutales de pepitas tienen un precio superior a la media en un 174 por ciento, 176 por ciento y 176 por ciento, respectivamente, mientras que el precio de la tierra de olivar en regadío es un 90 por ciento superior a la media. Por lo tanto, en general, el precio de las tierras de regadío es más del doble que el precio medio de la tierra. De la misma manera, en las tierras de secano no se observan importantes diferencias en los precios según la orientación productiva de secano (salvo viñedo en secano). Las tierras de labor y las de frutales de hueso en secano (FRS y FHS) presentan un precio inferior con respecto a la media de un 64 por ciento y 62 por ciento, respectivamente. Las tierras cultivadas con almendro y olivo en secano (ALMS y OLIS) tienen un precio alrededor del 60 por ciento inferior a la media. Por último, el precio de las tierras cultivadas con vid en secano (VINS) es sólo un 7 por ciento inferior al precio medio de la tierra.

El efecto de las variables socioeconómicas comarcales en el precio de la tierra es positivo, de tal manera que cuando aumenta el número de plazas en residencias para la tercera edad en relación a la población con más de 65 años (RESANC), el porcentaje de ocupados en el sector agrario (OCUAGR) y la población (DENSID) el precio de la tierra también aumenta. En concreto, un aumento del 1 por ciento en el número de plazas en residencias en relación a la población con más de 65 años conduce a un incremento del precio de la tierra del 0,12 por ciento. De la misma manera, un incremento del 1 por ciento en el porcentaje de ocupados en el sector agrario conduce a un incremento del 0,27 por ciento en el precio de la tierra. Cuando aumenta la densidad de población en la comarca, también se pro-

duce un aumento estadísticamente significativo del precio de la tierra pero de escasa magnitud: sólo aumenta un 0,06 por ciento. Por lo tanto, se puede concluir que un sector agrario con mayor peso en la zona (medido por la proporción de ocupados en el sector agrario) y una mejor dotación de infraestructuras para la población de mayor edad en el medio rural influyen positivamente en el precio de la tierra. Sin embargo, el efecto de estas variables, aun siendo estadísticamente significativo, es de escasa magnitud por lo que su impacto en el precio de la tierra es muy limitado.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este trabajo, cuyo objetivo era explicar los precios de la tierra en la provincia de Zaragoza a partir de sus características agronómicas, ambientales y sociales y utilizando la aproximación del método hedónico, giran en torno a dos aspectos. El primero de ellos hace referencia a la forma funcional especificada para la ecuación de precios hedónicos. La literatura económica no ha resuelto el problema de la elección de la forma funcional para estas ecuaciones aunque justifica que la habitualmente utilizada, la lineal, no es la apropiada. Además, indica que la decisión deberá hacerse en cada aplicación empírica, es decir, se seleccionará aquella que mejor se ajusta a los datos. En este trabajo, partiendo de una especificación Box-Cox, se ha obtenido que la mejor forma funcional para la ecuación de precios hedónicos es la semilogarítmica. El segundo bloque de conclusiones tiene que ver con la determinación y cuantificación de las características de la tierra que influyen en su precio. La principal conclusión de esta parte es que pocos han sido los factores socioeconómicos que determinan el precio de la tierra, y su efecto en el mismo es reducido. No obstante, se puede afirmar que aquellas comarcas donde la población agraria es relativamente más alta presentan una mayor demanda sobre el recurso tierra, por lo que el precio es ligeramente superior. De la misma manera, una mayor dotación de infraestructuras para la tercera edad puede, en parte, explicar que la población se quede en el medio rural. Sin embargo, la orientación productiva de las tierras es el primer factor determinante de los precios. La diferencia principal en los precios de la tierra viene marcada por el atributo secano-regadío, ya que entre el precio de la tierra situada en secano o en regadío existen importantes diferencias. Además, se ha obtenido que dentro de la tierra de regadío o de secano la orientación productiva no conduce a diferencias en el precio. Dentro de las tierras de regadío, las tierras de labor en regadío, las de frutales de hueso y las de frutales de pepi-

ta tienen un precio superior a la media en un 175 por ciento, mientras que el precio de la tierra de olivar en regadío es sólo un 90 por ciento superior a la media. En secano, solo el precio de las tierras cultivadas con vid es ligeramente superior a la media (7 por ciento), mientras que las tierras cultivadas con otros cultivos son entre un 60 por ciento y 65 por ciento inferiores al precio medio.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILÓ, P. M.; ALEGRE, J. y RIERA, A. (1999): «El precio de los paquetes turísticos alemanes: análisis descriptivo y aplicación del método de los precios hedónicos a la isla de Mallorca». *Documento de Trabajo*, 17. Dept. de Economía y Empresa. Universitat de les Illes Balears.
- AGUILÓ, P. M. (2002): «El método de valoración de los precios hedónicos. Una aproximación al sector residencial de las Islas Baleares». *Tesis Doctoral*. Dept. de Economía y Empresa. Universitat de les Illes Balears.
- ALONSO, R. y LOZANO, J. (1985): «El Método de las dos funciones de distribución. Una aplicación a la valoración de fincas agrícolas en las comarcas Centro y Tierra de Campos (Valladolid)». *Anales INIA. Serie Economía y Sociología Agrarias*, vol. 9: pp. 295-325.
- ALONSO, R.; IRURETAGOYENA, T.; LOZANO, J. y SERRANO, A. (1993): «Los costes de oportunidad derivados de la posesión e inversión en tierras en los trienios 1983-85 y 1985-87». *Investigación Agraria. Economía*, vol. 8 (1): pp. 29-43.
- ALONSO, R. e IRURETAGOYENA, M. T. (1995). *Valoración Agraria: Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. 1ª Edición, Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- ANGULO, A. M.; GIL, J. M.; GRACIA, A. y SÁNCHEZ, M. (2000). «Hedonic prices for Spanish red quality wine». *British Food Journal*, vol. 107 (7): pp. 481-493.
- ARIAS, C. (2001): «Estimación del valor de regadío a partir del precio de la tierra». *Economía Agraria y Recursos Naturales*, Vol. 1(1): pp. 115-123.
- AZQUETA, D. (1994): *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- BENGOCHEA, A. (2000). «Valoración económica de zonas verdes: una aplicación para la ciudad de Castellón». *III Encuentro de Economía Aplicada*. Valencia.
- BILBAO, C. (2000): «Relación entre el precio de venta de una vivienda y sus características: en análisis empírico para Asturias». *Revista Asturiana de Economía*, 18: pp. 141-150.
- BILBAO, C. (2001): «El otro exceso de gravamen. Un análisis empírico para las políticas de vivienda». *Revista de Economía Aplicada*, 27: pp. 35-61.
- BOVER, O. y VELILLA, P. (2001): «Precios hedónicos de la vivienda sin características: el caso de las promociones de viviendas nuevas». *Estudios Económicos*, 73. Banco de España. Madrid.
- BOX, G. y COX, D. (1964): «An analysis of transformations». *Journal of the Royal Statistical Society, serie B*: pp. 211-252.

- BRAÑAS, P. y CARIDAD, J. M. (1996): «Demanda de características de la vivienda en Córdoba: un modelo de precios hedónico». *Estudios Regionales*, 46: pp. 139-153.
- CABALLER, V. (1989): «Valutazione Economica di piante ornamentali». *Genio Rurale*, 7-8.
- CABALLER, V. (1993): *Valoración Agraria. Teoría y Práctica*. 3ª Edición, Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- CABALLER, V. (1999): *Valoración de Árboles*. Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- CALATRAVA, J. y CAÑERO, R. (2000): «Valoración de fincas olivereras de secano mediante métodos econométricos». *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal*. Vol. 15 (1-2): pp. 91-103.
- CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE ARAGÓN (2002): *Informe Anual, 2001*. CESA. Zaragoza
- DEL SAZ, S.; GARCÍA, L. y BARREIRO, J. (2003): «Provisión pública versus provisión de suelo industrial: una aproximación hedónica». *X Encuentro de Economía Pública*, Tenerife.
- ERVIN, D. E. y MILL, J. W. (1985): «Agricultural land markets and soil erosion: policy relevance and conceptual issues». *American Journal of Agricultural Economics*, 67: pp. 938-942.
- FREEMAN III, A. M. (1992): «El método hedónico», en: *Evaluación económica de los costes y beneficios de la mejora ambiental. Monografías de Economía y Medio Ambiente*, 4. Junta de Andalucía. Sevilla: pp. 125-154.
- GARCÍA, R. (1992): «Algunas consideraciones sobre la problemática de la comprobación de valores de naturaleza agraria». *1er Encuentro Italo-Español sobre Perspectivas de la Investigación en Valoración Operativa*, Florencia.
- GARDNER, K. y BARROWS, R. (1985): «The impact of soil investments on land prices». *American Journal of Agricultural Economics*, 67: pp. 943-947.
- GÓMEZ GÓMEZ, C. M. (1996): «El método de los precios hedónicos». En Azqueta y Pérez y Pérez (eds.) *Gestión de Espacios Naturales. La Demanda de Servicios Recreativos*. Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- GÓMEZ GÓMEZ, C. M. (2002): «El precio hedónico de la contaminación del aeropuerto de Madrid-Barajas». En: *Proyecto Madrid III: Evaluación económica del impacto ambiental del aeropuerto Madrid-Barajas*. AENA-Universidad de Alcalá.
- GUERRERO DE LIZARDI, C. y PÉREZ GARCÍA, J. (2002): «Comparación del precio de los ordenadores en Estados Unidos y España 1990-2000: un enfoque hedónico». *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 20-III: pp. 549-564.
- HANLEY, N.; SHOGREN, J. F. y WHITE, B. (1997). *Environmental economics in theory and practice*. McMillan Texts in Economics. London.
- KENNEDY, P. E. (1981): «Estimation with correctly interpreted dummy variables in semilogarithmic equations». *The American Economic Review*, 71(4): 801 pp.
- LE GOFFE, P. (2000): «Hedonic pricing of agriculture and forestry externalities». *Environmental and Resource Economics*, 15: pp. 397-401.
- LOUREIRO, M. L. y McCLUSHEY, J. J. (2000): «Assessing consumer response to protected geographical identification labelling». *Agribusiness*, vol. 16 (3): pp. 309-320.

- NAREDO, J. M. (1990): «Precio y renta de la tierra». *Revista Catastro*, abril, 1990: pp. 26-31.
- MADDISON, D. (2000): «A hedonic analysis of agricultural land prices in England and Wales». *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 27 (4): pp. 519-532.
- MARÍN RIVERO, M. A. (1993): «El mercado de la tierra agraria: estudio de la provincia de León». Secretariado de Publicaciones. Universidad de León.
- MIRANOWSKI, J. A. y HAMMES, D. B. (1984): «Implicit prices of soil characteristics for farmland in Iowa». *American Journal of Agricultural Economics*, 66: pp. 745-749.
- PALMQUIST, R. B. y DANIELSON, L. E. (1989): «A hedonic study of the effects of erosion control and drainage of farm values». *American Journal of Agricultural Economics*, 71(1): pp. 35-62.
- PALMQUIST, R. B. (1991): *Hedonic Methods*, en: Braden J.B., and Kolstad, C.D. (Editors), *Measuring the demand for environmental quality*, Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland).
- PASTOR, V. J. (1999): «Un análisis de los precios hoteleros empleando funciones hedónicas». *Estudios Turísticos*, 139: pp. 65-87.
- ROSEN, S. (1974): «Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in perfect competition». *Journal of Political Economy*, 82: pp. 34-65.
- SALA RÍOS, M. y TORRES SOLÉ, T. (2002): «Análisis empírico de la evolución de los precios en el mercado del suelo rústico». *V Encuentro de Economía Aplicada*, Oviedo.
- SEGURA, B.; GARCÍA PORTILLO, R. y VIDAL, F. (1998): «Modelos econométricos de valoración: aplicación a la valoración fiscal». *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal*, Vol. 13 (1-2): pp. 221-241.
- SUMPSI, J. M. y VARELA, C. (1994): «El mercado de la tierra y las nuevas tendencias de cambio estructural». *Papeles de Economía Española*, 60-61: pp. 126-140.
- SUITS, D. B. (1984): «Dummy variables: mechanics v. interpretation». *Review of Economics and Statistics*, 66(1): pp. 177-180.
- TRÁNCHEZ, J. M. (2001): «Estimación de las diferencias de precios entre viviendas con distinta localización: una aproximación a través del modelo hedónico». *VIII Encuentro de Economía Pública*. Cáceres.
- VARELA, C. (1988): «Structural policy, land mobility and land values in Spain». *XIX Congreso Internacional de Economistas Agrarios*. Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

Análisis hedónico de los precios de la tierra en la provincia de Zaragoza

El objetivo de este trabajo consiste en explicar los precios del suelo rústico en la provincia de Zaragoza a partir de sus características agronómicas, medioambientales y socioeconómicas mediante el método hedónico. Para ello, se utiliza información agronómica de las explotaciones recogida en la Encuesta de Precios de la Tierra del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, correspondientes a los años 2001 y 2002, así como información de carácter socioeconómico del entorno comarcal. El supuesto de partida es que el precio de las transacciones depende de las características agronómicas y ambientales que tiene la parcela, así como otras características socioeconómicas del entorno en que está enclavada. De acuerdo con la teoría económica, en este trabajo se asume una forma funcional flexible, a partir de una transformación Box-Cox de las variables dependiente e independientes. Los resultados muestran que las diferencias en la orientación productiva –sobre todo en seco y regadío– junto a otros factores del entorno socioeconómico afectan muy directamente a los precios del suelo.

PALABRAS CLAVE: Encuesta de precios de la tierra, análisis hedónico, precios hedónicos, transformación Box-Cox.

SUMMARY

Hedonic analysis of agrarian land prices in Zaragoza

The objective of this paper is to explain the prices of the agrarian land in the province of Zaragoza according to its agronomic, social and environmental characteristics and using an hedonic approach. We use socioeconomic and agronomic data on a county basis for years 2001 and 2002, collected in the Survey on Land Prices, published by the Spanish Ministry of Agriculture. The initial assumption is that the price of land in a transaction depends on the inherent agronomical and environmental features of the plot and the socioeconomic characteristics of the county in which the farm is located. According to the economic theory, a flexible functional form is assumed, using a Box-Cox transformation of dependent and independent variables. Results show that the productive orientation –mainly in dry or irrigated land– together with other socioeconomic environmental factors affect significantly the land prices.

KEYWORDS: Survey on the land prices; hedonic analysis; hedonic prices; Box-Cox transformation.

