

MODELOS DE VALORACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN EL SUR DE EUROPA. UN ANÁLISIS DE LA DEPRECIACIÓN REAL

VALUATION MODELS OF AGRICULTURAL MACHINERY IN SOUTHERN EUROPE. AN ANALYSIS OF REAL DEPRECIATION

Natividad **Guadalajara-Olmeda**¹, M. Loreto **Fenollosa-Ribera**²

¹Universidad Politécnica de Valencia. Centro de Ingeniería Económica, Facultad de Administración y Dirección de Empresas, Campus de Vera, 46022-Valencia, España (nguadala@omp.upv.es). ²Universidad Politécnica de Valencia, España. (maferi0@esp.upv.es).

RESUMEN

En el presente trabajo se obtienen modelos de valoración de la maquinaria agrícola nueva y usada, mediante métodos econométricos, para España e Italia, y a partir de ellos se deducen los modelos empíricos de depreciación. La vida útil media de los tractores en operación es aproximadamente el doble en España que en Italia, y en ambos países la depreciación es mayor en los tractores de mayor potencia y menor en los de potencias más reducidas; pero en España estas diferencias son más marcadas y llegan a ser de 20 % a partir de los 15 años.

Palabras clave: depreciación, España, Italia, modelos Box-Cox, tractores y cosechadoras.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los administradores de las empresas y la normativa fiscal utilizan modelos teóricos (lineal, dígitos decrecientes y crecientes, y porcentaje constante sobre el valor residual) definidos por expresiones matemáticas estándar, para estimar la depreciación real del activo inmovilizado en general, y de la maquinaria en particular, a causa del uso y el paso del tiempo. No obstante, para determinar los modelos de amortización más apropiados se debe conocer, en primer lugar, la evolución del valor de mercado de la maquinaria en su vida útil y, a partir de dicho valor, su depreciación. Ésto permite determinar también la vida útil de la maquinaria que, para efectos fiscales, se establece entre 9 y 18 años para los tractores y cosechadoras en España (Reglamento del Impuesto sobre Sociedades, Real Decreto 1777/2004 de 30 de julio de 2004).

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Enero, 2009. Aprobado: Febrero, 2010.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 44: 381-391. 2010.

ABSTRACT

Valuation models of new and used agricultural machinery are obtained through the use of econometric methods for Spain and Italy, from which the empirical depreciation models are deduced. The mean useful life of the tractors in operation in Spain is approximately twice that of Italy, and in both countries depreciation is higher in the most powerful tractors and lower in those of less power; but in Spain these differences are more pronounced and are as high as 20 % after 15 years.

Key words: depreciation, Spain, Italy, Box-Cox models, tractors and harvesters.

INTRODUCTION

At the present time, business administrators and tax regulations utilize theoretical models (linear, decreasing and increasing digits, and constant percentage of the residual value), defined by standard mathematical expressions to estimate the real depreciation of immobilized assets in general, and of machinery in particular due to its use and the passage of time. However, to determine the most appropriate amortization models it is important to know first the evolution of the market value of the machinery in its useful life and from this value, its depreciation. This also makes it possible to determine the useful life of the machinery, which for tax effects, is established between 9 and 18 years for tractors and harvesters in Spain (Reglamento del Impuesto sobre Sociedades, Real Decreto 1777/2004 of July 30 of 2004).

In the United States (U.S.) the cost of depreciation of machinery has been studied with the present value method (Audsley and Wheeler, 1978; Penson *et al.*, 1981). Through econometric regression methods, Reid and Bradford (1983), Weersink and Stauber

En EE.UU. se ha estudiado el coste de depreciación de la maquinaria con el método del valor presente (Audsley y Wheeler, 1978; Penson *et al.*, 1981). Mediante métodos econométricos de regresión, Reid y Bradford (1983), Weersink y Stauber (1988) y Hansen y Lee (1991) han ajustado modelos de valoración de la maquinaria usada y de su depreciación real. Galletto (1987) usó métodos econométricos para valorar maquinaria agrícola nueva en Italia; Cooper (1994) formuló modelos de inversión en tractores agrícolas para el Reino Unido; Arias (2001), Guadalajara (2002) y Fenollosa y Guadalajara (2007) obtuvieron modelos de valoración de maquinaria en España.

Italia, Francia, Alemania y España son los países con mayor número de maquinaria agrícola; Italia es líder en número de tractores y Alemania en cosechadoras. Fenollosa y Guadalajara (2007) obtuvieron modelos empíricos de depreciación de tractores en España a partir de 12 570 compraventas realizadas de 1999 a 2002. La presente investigación, dentro de la misma línea, tuvo como objetivo analizar y comparar el comportamiento del valor de mercado de los tractores agrícolas en España e Italia y de las cosechadoras en Italia, de primera y segunda mano, mediante modelos matemáticos que estiman el valor en función de sus características. Estos valores se refieren a niveles medios de mercado, sin considerar su valoración marginal según el cultivo. Dichos modelos serán muy útiles para los agentes que operan en el mercado, pues les permitirán conocer las variables que determinan el valor en cada caso y el grado en que lo hacen. Luego, con dichos modelos se obtendrán métodos de depreciación real y empíricos, procedentes del mercado y no definidos según expresiones matemáticas estándar, que reflejen el verdadero valor de la maquinaria usada, como se ha hecho en EE.UU., pero adaptados al comportamiento de los mercados español e italiano. Esto será más adecuado para la práctica contable por los administradores de las empresas agrarias, para las compañías de seguros, y para los fines fiscales de la Administración de Estado. Pero los métodos de depreciación real obtenidos sólo tendrán validez para el periodo analizado y deberán ser actualizados periódicamente. Finalmente, de la comparación entre España e Italia, muy similares desde el punto de vista agrícola, se podrán deducir diferencias de comportamiento en la gestión del parque de la maquinaria.

(1988) and Hansen and Lee (1991) have fitted valuation models of used machinery and its real depreciation. Galletto (1987) used econometric models to evaluate new agricultural machinery in Italy; Cooper (1994) formulated investment models in agricultural tractors for the United Kingdom; Arias (2001), Guadalajara (2002) and Fenollosa and Guadalajara (2007) obtained evaluation models of machinery in Spain.

Italy, France, Germany and Spain are the countries with the highest number of farm machinery; Italy is leader in the number of tractors and Germany in harvesters. Fenollosa and Guadalajara (2007) obtained empirical models of depreciation in tractors in Spain, from 12 570 purchases and sales made from 1999 to 2002. Along these lines, the objective of the present research was to analyze and compare the behavior of the market value of farm tractors in Spain and Italy and of the harvesters in Italy, first and second hand, through mathematical models that estimate the value as a function of its characteristics. These values refer to mean market levels, without considering their marginal value according to the crop. Such models will be very useful for the agents that operate in the market, as they will allow them to know the variables that determine the value in each case and the degree in which they participate. Then, with these models, methods of real and empirical depreciation will be obtained, proceeding from the market and not defined according to standard mathematical expressions, reflecting the real value of the used machinery, as has been done in the U.S., but adapted to the behavior of the Spanish and Italian markets. This will be more adequate for the accounting practices carried out by the administrators of agricultural firms, insurance companies, and for taxation purposes of the State Administration. However, the methods of real depreciation obtained will only be valid for the period being analyzed and should be updated periodically. Finally, from the comparison between Spain and Italy, very similar from the agricultural point of view, differences of behavior can be deduced in the management of machinery stock.

MATERIALS AND METHODS

The hypothesis was that the market value of the machinery is explained by its characteristics, the most important being: power,

MATERIALES Y MÉTODOS

La hipótesis fue que el valor de mercado de la maquinaria se explica por sus características, siendo las más importantes: potencia, tracción, marca y edad. La fuente de información del mercado de la maquinaria agrícola nueva y usada en Italia procede de la revista *L'Informatore Agrario*, mientras que la relativa al mercado de tractores nuevos en España se obtuvo de las páginas web de algunos fabricantes (MOMA³ e Infoagro⁴). Las bases de datos de tractores usados y nuevos en Italia tienen 38 095 observaciones (de 1999 a 2004); para cosechadoras usadas y nuevas en Italia hay 648 (1995 a 1999) y 245 (2001 a 2004) observaciones; y de tractores nuevos en España 250 observaciones (2002 a 2005). No hay estudio de las cosechadoras en España debido a la ausencia de datos en las fuentes de información disponibles.

Se usaron dos técnicas multivariantes: el análisis de regresión por mínimos cuadrados para obtener los modelos de valoración de los tractores y cosechadoras nuevos y usados; y el análisis de conglomerados para identificar, en los tractores nuevos, grupos con mayor homogeneidad en potencia.

Con el modelo general (1) se obtuvo la relación entre el valor absoluto (V), deflactado al año inicial de una máquina, nueva o usada, y el resto de las variables independientes recogidas de las bases de datos:

$$V=b_0+b_1*X_1+ b_2*X_2+ b_3*X_3+...+b_i*X_i+...+ b_n*X_n \quad (1)$$

donde, b_0, b_1, \dots, b_n son los coeficientes estimados en la ecuación de regresión y X_i las variables independientes.

Se consideraron los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad, y se aplicó la transformación logarítmica para las variables cuantitativas⁵. Una vez obtenidos los modelos se comprobó el cumplimiento de los tres supuestos mediante el análisis de los residuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelos de valoración de maquinaria.

Usando como variable a explicar la transformación logarítmica del valor de cada máquina (en Euros) se obtuvieron los modelos que se muestran en el Cuadro 1.

traction, brand and age. The information source of the market of new and used farm machinery in Italy is from the magazine *L'Informatore Agrario*, whereas that relative to the market of new tractors in Spain was obtained from the Web sites of some manufacturers (MOMA³ and Infoagro⁴). The data bases of used and new tractors in Italy have 38 095 observations (from 1999 to 2004); for used and new harvesters, in Italy there are 648 (1995 to 1999) and 245 (2001 to 2004) observations; and of new tractors in Spain there are 250 observations (2002 to 2005). There are no studies of harvesters in Spain due to the lack of data in the available information sources.

Two multivariate techniques were used: analysis of regression by least squares to obtain the valuation models of the new and used tractors and harvesters; and cluster analysis to identify, in the new tractors, groups with greater homogeneity in power.

With the general model (1) the relationship was obtained between the absolute value (V), deflated to the initial year of a machine, new or used, and the rest of the independent variables values taken from the data bases:

$$V=b_0+b_1*X_1+ b_2*X_2+ b_3*X_3+...+b_i*X_i+...+ b_n*X_n \quad (1)$$

where b_0, b_1, \dots, b_n are the estimated coefficients in the regression equation and X_i the independent variables.

The assumptions of normality, homoscedasticity and linearity were considered, and the logarithmic transformation was applied for the quantitative variables⁵. Once the models were obtained, the complements of the three assumptions was proved through the analysis of the residuals.

RESULTS AND DISCUSSION

Valuation models of machinery

Using as variable to explain the logarithmic transformation of the value of each machine (in Euros), the models shown in Table 1 were obtained.

The power variable is measured in CV (CV=736 W); the obsolescence and age in years, the length and width (in m), and the other variables (brand, type of traction, shaker, air conditioner, cabin and roll bar) are binary. With respect to new machinery, the model for tractors in Spain is very simple: only the power and the brands take part. The power explains

³ <http://www.noma.es> (2004 y 2005).

⁴ <http://www.infoagro.com>. Con información de todos los campos de la agricultura (2004 y 2005).

⁵ Se estudiaron otras transformaciones (Box-Cox, 1964) sin obtener mejores resultados.

Cuadro 1. Coeficientes de los modelos[†] de valoración de tractores y cosechadoras (nuevas y en operación) en España e Italia.
Table 1. Coefficients of the valuation models[†] of tractors and harvesters (new and in operation) in Spain and Italy.

Variable	Maquinaria nueva			Maquinaria usada		
	Tractores España	Tractores Italia	Cosechadoras Italia	Tractores España	Tractores Italia	Cosechadoras Italia
Constante	5.608	5.963	-207.3	5.601	6.07	-1.228
Ln.Potencia	1.076	0.908		0.72	0.815	
Potencia			0.29			
Ln Vn						1.031
Obsolescencia [‡]		-0.002				
Antigüedad				-0.048	-0.125	-0.055
Antigüedad [‡]					0.0023	
Tracción		0.174		0.249	0.221	
Aire.con				0.116		
Cabina		0.199			0.146	
Arco		0.041			0.032	
Longitud			20.58			
Anchura			29.37			
Sacud.rotante			14.77			
Agria				0.766		
Agrifull [§]		0.183				
Antonio Carraro [§]		0.07		0.895	0.053	
Belarus [§]				0.165		
Case Internacional [§]	0.187	0.171	-12.23	0.965	0.289	0.272
Claas Italia [§]			5.61			0.14
Deutz [§]				0.959		
Deutz-Fahr [§]	0.105	0.354		1.001	0.12	
Ebro [§]				0.741		
Fendt [§]		0.536		1.391	0.356	
Fiat [§]		0.214		1.001	0.332	
Fiatagri [§]				1.291		0.177
Ford [§]		0.311		0.929	0.139	
Goldini [§]		0.069			0.172	
Hürlimann [§]		0.249			0.034	
Internacional [§]				0.965		
John Deere [§]	0.089	0.28	18.58	1.196	0.186	0.215
Kubota [§]				0.787		
Lamborghini [§]		0.207		0.988	0.099	
Landini [§]	-0.05	0.177		1.027	0.236	
Laverda [§]						0.212
Massey Ferguson [§]	-0.066	0.268	-14.27	1.043	0.081	
New Holland [§]		0.124	-8.55		0.267	0.251
Pasquali [§]				0.881		
Renault [§]				0.927		
Same [§]		0.222		0.835	0.144	
Steyr [§]		0.566			0.518	
UTB [§]				0.459		
Zetor				0.4		
R ²	0.923	0.916	0.907	0.898	0.883	0.906

[†] Modelo obtenido de Fenollosa y Guadalajara (2007) para su comparación ♦ Model obtained from Fenollosa and Guadalajara (2007) for its comparison.

[‡] Se trata de la transformación cuadrática de las variables obsolescencia y antigüedad ♦ Refers to the quadratic transformation of the variables obsolescence and age.

[§] Diferentes marcas comerciales consideradas ♦ Different commercial brands considered.

La variable potencia se mide en CV ($CV=736\text{ W}$); la obsolescencia y la antigüedad en años, la longitud y el ancho (en m) y las demás variables (marcas, tipo de tracción, sacudidor, aire acondicionado, cabina y barra de protección contra vuelcos) son binarias. Respecto a la maquinaria nueva, el modelo para tractores en España es muy simple: sólo intervienen la potencia y la marcas. La potencia por si sola explica 89 % de la variabilidad de valor, frente a Italia con un 73 %. En Italia el mercado es mucho más diferenciado al incluirse variables como tipo de tracción, sistema de protección y obsolescencia. Ello muestra un mercado de maquinaria más complejo, con un mayor grado de diferenciación que en España.

La variable de mayor peso para explicar el valor de las cosechadoras nuevas es la anchura de trabajo, seguida por la longitud y el tipo de sacudidor (rotante u oscilante), y en último lugar la potencia. Todas las variables pueden explicar 90.68 % de la variabilidad del valor. El restante 9.32 % se explica por causas no identificadas en el estudio (mercado, gustos, confort, ergonomía). Se puede considerar que el valor de las cosechadoras depende más de la calidad y rapidez del trabajo que realizan (determinado por las dimensiones de la máquina y el tipo de sacudidor) que por su potencia.

Como proponen Cross y Perry (1995), Unterschultz y Mumey (1996) y Dumler *et al.* (2003), los modelos obtenidos para estimar el valor de mercado de los tractores usados son de tipo logarítmico-lineal. Tienen un nivel de explicación de 90 % y las variables potencia, edad, tipo de tracción y marcas son significativas en ambos países. La variable edad es cuadrática en el caso de Italia, lo que indica una depreciación más alta durante los primeros años de vida de los tractores en Italia que en España. El modelo seleccionado para las cosechadoras usadas explica 90.6 % de la variabilidad. Sin embargo, la variable potencia se sustituyó por el valor de la cosechadora nueva como variable explicativa del valor de la cosechadora usada. Ésto indica una mayor complejidad de las cosechadoras en comparación con los tractores, ya que en el valor de una cosechadora nueva se incluye no sólo la potencia, sino también otras características relacionadas con su conducción. En este caso no se consideraron directamente por no estar incluidas en la fuente de información utilizada. Por la misma razón no se pudo analizar el efecto del uso o desgaste funcional de los tractores y cosechadoras en operación,

89 % of the variability of the value as opposed to Italy with 73 % . In Italy the market is much more differentiated by including variables such as type of traction, protection system and obsolescence. This shows a more complex machinery market, with a higher degree of differentiation than in Spain.

The variable of highest weight for explaining the value of the new harvesters is the work width, followed by the length and type of shaker (rotating or oscillating), and in last place power. Together, the variables can explain 90.68 % of the variability of the value. The remaining 9.32 % is explained by causes not identified in the study (market, tastes, comfort, ergonomics). It can be considered that the value of the harvesters depends more on the quality and speed of the work they perform (determined by the dimensions of the machine and the type of shaker) than by their power.

As proposed by Cross and Perry (1995), Unterschultz and Mumey (1996) and Dumler *et al.* (2003), the models obtained for estimating the market value of the used tractors are of the logarithmic-linear type. They have an explanation level of 90 % and the variables power, age, type of traction and brands are significant in both countries. The variable age is quadratic in the case of Italy, which indicates a higher depreciation during the first years of life of the tractors in Italy than in Spain. The model selected for used harvesters explains 90.6 % of the variability. However, the power variable was substituted by the value of the new harvester as explicative variable of the value of the used harvester. This indicates a higher complexity of the harvesters in comparison with the tractors, given that in the value of a new harvester not only power is included, but also other characteristics related to its handling. In this case they were not directly considered because they were not included in the source of information that was used. For the same reason it was not possible to analyze the effect of use or functional wearing out of the tractors and harvesters in operation, because no information was available of the hours of work.

Effect of age on the value of used machinery

With the models obtained (Table 1) varying the age and leaving other variables constant, the following depreciation models were obtained:

debido a que no se tenía información de las horas de trabajo.

El efecto edad en el valor de la maquinaria usada

Con los modelos obtenidos (Cuadro 1) variando la edad y dejando constante las otras variables, se obtuvieron los siguientes modelos de depreciación:

Para tractores entre 4 y 29 años de edad, en España:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.048*(a_2 - a_1)} \quad (a_2 > a_1) \quad (2)$$

Para tractores entre 2 y 21 años de edad, en Italia:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.125*(a_2 - a_1) + 0.0023*(a_2 - a_1)^2} \quad (a_2 > a_1) \quad (3)$$

Para cosechadoras de hasta 11 años de edad, en Italia:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.055*(a_2 - a_1)} \quad (a_2 > a_1) \quad (4)$$

donde, V_{a1} = valor de la maquinaria (€) con una edad a_1 años; V_{a2} = valor de la maquinaria (€) con una edad a_2 años.

Con base en la información disponible, en los modelos de tractores la depreciación no se inicia a partir de su valor en el año 0, sino del cuarto año en España y segundo en Italia. Por tanto, para conocer la evolución del valor del tractor durante su vida útil y comparar los valores en ambos países, se partió de la información procedente del mercado primario de maquinaria acerca de precios de tractores nuevos para los modelos coincidentes con los recolectados en la base de datos para tractores usados.

De este modo se determinó el porcentaje medio del valor del tractor con una antigüedad de cuatro años en España y de dos en Italia, respecto a su valor como nuevo, que fue 56.16 % y 60.89 %. Con dichos valores promedio y los modelos (2), (3) y (4) se elaboró la Figura 1, que representa la evolución del valor de los tractores y cosechadoras desde su primer año de vida.

En España un tractor de cuatro años de edad conserva 56.16 % de su valor cuando nuevo, y 16.78 % a los 29 años; en Italia a los dos años sólo conserva 60.89 % de su valor inicial, y 15.30 % a los 21 años. Así, para España, se deduce la discrepancia entre la vida fiscal que propone la administración para los

For tractors between 4 and 29 years of age, in Spain:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.048*(a_2 - a_1)} \quad (a_2 > a_1) \quad (2)$$

For tractors between 2 and 21 years of age, in Italy:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.125*(a_2 - a_1) + 0.0023*(a_2 - a_1)^2} \quad (a_2 > a_1) \quad (3)$$

For harvesters of up to 11 years of age, in Italy:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.055*(a_2 - a_1)} \quad (a_2 > a_1) \quad (4)$$

where V_{a1} = value of the machinery (€) with an age a_1 years; V_{a2} = value of the machinery (€) with an age a_2 years.

Based on the available information, in the models of tractors the depreciation does not begin from its value in year 0, but from the fourth year in Spain and the second in Italy. Therefore, to know the evolution of the value of the tractor during its useful life and to compare the values in the two countries, the departure point was the information from the primary market of machinery concerning prices of new tractors for the models coinciding with those collected from the data base for used tractors.

In this way the mean percentage of the value of the tractor was determined with an age of four years in Spain and two in Italy, with respect to its value as new, which was 56.16 % and 60.89 %. With these average values and the models (2), (3) and (4) Figure 1 was made, which represents the evolution of the value of the tractors and harvesters since their first year of life.

In Spain a tractor of four years of age conserves 56.16 % of its value when new, and 16.78 % at 29 years; in Italy a tractor two years old only conserves 60.89 % of its initial value, and 15.30 % at 21 years. Thus, we infer the existence in Spain of a difference between life tax proposed by the administration of tractors (9 to 18 years) and time of use of tractors in agriculture, which can be 29 years. In harvesters the depreciation is lower than in tractors and is practically linear after the first year, reaching a depreciation of 54.4% at 11 years, which is equivalent to a mean annual depreciation of 5 %.

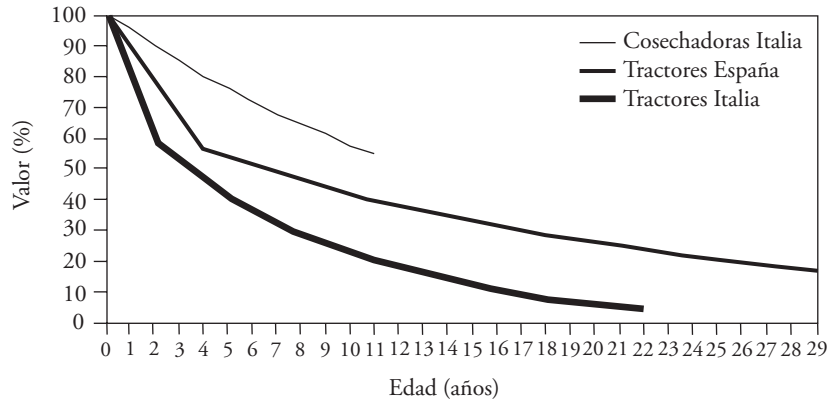


Figura 1. Evolución del valor de los tractores y las cosechadoras en su vida útil.

Figure 1. Evolution of the value of the tractors and harvesters in their useful life.

tractores (9 a 18 años) y el tiempo de uso en la agricultura, que puede ser de 29 años. En las cosechadoras la depreciación es menor que en los tractores y es prácticamente lineal desde el primer año, alcanzándose una depreciación de 54.4 % a los 11 años, lo que equivale a una depreciación media de 5 % anual.

La influencia de la potencia y la edad en el valor de los tractores usados

Coincidiendo con otros autores (Perry *et al.*, 1990; Arias, 2001; Fenollosa y Guadalajara 2007), se proponen modelos de depreciación por grupos de potencia en tractores, con el fin de destacar la variable antigüedad e identificar pautas de comportamiento diferentes en función de su tamaño o potencia.

Tradicionalmente las casas comerciales de maquinaria agrícola, así como algunos autores (Arias, 2001; Guadalajara, 2002; Fenollosa y Guadalajara, 2007), consideran tres grupos de tractores según su potencia (CV): pequeña ($P \leq 60$), mediana ($60 < P < 90$) y grande ($90 \leq P$). Para cada grupo se obtuvo un modelo de valoración y hubo escasas diferencias entre los tractores pequeños y medianos, así como coeficientes de determinación bajos. En consecuencia, se parte de la hipótesis de que una nueva agrupación de los tractores con mayor homogeneidad en cuanto a potencia, permite obtener modelos de valoración para cada grupo más diferenciados entre sí. Para ello se aplicó el análisis de conglomerados para identificar otra clasificación por potencia en tres grupos⁶ que mejore el ajuste de los modelos. En el Cuadro 2 se presenta esta nueva agrupación y los coeficientes de los mode-

The influence of power and age on the value of used tractors

Coinciding with other authors (Perry *et al.*, 1990; Arias, 2001; Fenollosa and Guadalajara, 2007), depreciation models are proposed in tractors by power groups, with the purpose of emphasizing the age variable and to identify different behavior guidelines, as a function of their size or power.

Traditionally, the commercial distributors of farm machinery, along with some authors (Arias, 2001; Guadalajara, 2002; Fenollosa and Guadalajara, 2007), consider three groups of tractors according to their power (CV): small ($P \leq 60$), medium ($60 < P < 90$) and large ($90 \leq P$). For each group a valuation model was obtained and there were few differences between the small and medium tractors, as well as low coefficients of determination. Consequently, we adopt the hypothesis that a new grouping of the tractors with more homogeneity with respect to power, makes it possible to obtain valuation models for each group that are more differentiated from each other. For this purpose cluster analysis was applied to identify another classification for power in three groups⁶ with the aim of improving the fit of the models. Table 2 shows this new grouping and the coefficients of the econometric, logarithmic-linear, and valuation models obtained.

This classification by clusters, similar to that used by Cross and Perry (1996) (<80, 80-150, >150 CV) and Wu and Perry (2004) (<80, 81-120, 121-145, >145 CV), is more useful for effects of valuation, given that it generates different valuation models for each power group.

⁶ Se probó una clasificación por conglomerados en cuatro grupos, sin resultados relevantes y menos operativos que la clasificación aquí presentada.

Cuadro 2. Coeficientes de los modelos[†] de valoración de tractores en operación (por grupos de potencias) en España e Italia.
Table 2. Coefficients of the valuation models[†] of tractors in operation (by power groups) in Spain and Italy.

Variables	España [†]			Italia		
	Pequeños P≤79	Medianos 79<P<134	Grandes 134≤P	Pequeños P≤83	Medianos 83<P<147	Grandes 147≤P
Constante	5.139	10.268	5.740	6.064	5.831	5.710
Ln.Potencia	0.791		0.781	0.810	0.888	0.951
Edad	-0.041	-0.057	-0.069	-0.124	-0.131	-0.127
Edad [§]				0.002	0.003	0.002
Tracción	0.247	0.286	0.346	0.216	0.242	0.410
Aire.Cond			0.246			
Cabina				0.154	0.140	0.154
Arco				0.038		
Agria [§]	0.850					
Antonio Carrazo [§]	1.016			0.070		
Avto [§]	0.239		-0.236			
Belarus [§]	0.992	-0.182	0.755			
Case Internacional [§]	0.981	-0.169	0.626	0.307	0.175	-0.198
Deutz [§]	1.086	-0.243	0.423			
Deutz-Fahr [§]	0.725	-0.376	0.449	0.205	-0.030	-0.545
Ebro [§]	1.468	0.157	1.049			
Fendt [§]	1.069	-0.214	0.779	0.327	0.259	
Fiat [§]			0.738	0.360	0.198	-0.173
Fiatagri [§]	1.025	-0.334	0.497			
Ford [§]	0.979	-0.189	0.865	0.107	0.065	-0.185
Goldini [§]				0.184		
Hürlimann [§]				0.049	-0.052	-0.424
Internacional [§]	1.250		0.815			
John Deere [§]	0.895	-0.534	0.206	0.216	0.043	-0.201
Kubota [§]	1.056	-0.228	0.376			
Lamborghini [§]	1.097	-0.198		0.116		-0.327
Landini [§]	1.087	-0.119	0.475	0.277	0.059	-0.436
Massey Ferguson [§]	0.977			0.136	-0.105	-0.414
New Holland [§]				0.284	0.151	-0.126
Pasquali [§]	0.998	-0.336	0.693			
Renault [§]	0.887	-0.405	0.327			
Same [§]	0.549	-1.035		0.161	0.055	-0.412
Steyr [§]				0.520	0.507	
UTB [§]	0.401	-0.724	0.474			
R ²	0.869	0.842	0.935	0.834	0.826	0.819

[†] Modelos obtenidos de Fenollosa y Guadalajara (2007) para comparar ♦ Models obtained from Fenollosa and Guadalajara (2007) for comparison.

[§] Se trata de la variable edad al cuadrado ♦ Concerns the age variable squared.

[§] Diferentes marcas comerciales consideradas ♦ Different commercial brands considered.

los econométricos, logarítmico-lineal, de valoración obtenidos.

Esta clasificación por conglomerados, similar a la usada por Cross y Perry (1996) (<80, 80-150, >150 CV) y Wu y Perry (2004) (<80, 81-120, 121-145, >145 CV), es más útil para efectos de valoración, dado que genera modelos de valoración diferentes para cada grupo de potencia.

As in the previous procedure, and based on Table 2, varying age and leaving the other variables constant, models (5), (6) and (7) were obtained, which show the evolution of the value of the tractor used in Italy, from two to 21 years, for each power group.

For small tractors P≤83:

Como se procedió anteriormente y a partir del Cuadro 2, variando la edad y dejando constante las otras variables, se obtienen los modelos (5), (6) y (7), que muestran la evolución del valor del tractor usado en Italia, desde los dos hasta los 21 años, para cada grupo de potencia.

Para tractores pequeños $P \leq 83$:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.1244*(a_2 - a_1) + 0.0024*(a_2 - a_1)^2} \quad (5)$$

Para tractores medianos 83-147:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.1313*(a_2 - a_1) + 0.0025*(a_2 - a_1)^2} \quad (6)$$

Para tractores grandes $P \geq 147$:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.1270*(a_2 - a_1) + 0.0019*(a_2 - a_1)^2} \quad (7)$$

En España e Italia los modelos para los diferentes grupos de potencia son similares. Los tractores pequeños pierden valor más lentamente que los medianos y éstos también más despacio que los tractores grandes (Figura 2). Esta menor depreciación de los

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.1244*(a_2 - a_1) + 0.0024*(a_2 - a_1)^2} \quad (5)$$

For medium tractors 83-147:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.1313*(a_2 - a_1) + 0.0025*(a_2 - a_1)^2} \quad (6)$$

For large tractors $P \geq 147$:

$$V_{a2} = V_{a1} * e^{-0.1270*(a_2 - a_1) + 0.0019*(a_2 - a_1)^2} \quad (7)$$

In Spain and Italy the models for the different power groups are similar. The small tractors lose value more slowly than the medium ones, which in turn lose value more slowly than the large tractors (Figure 2). This lower depreciation of the small tractors is due to the fact that they are used in small farms exclusively for work; thus the deterioration is very low. In contrast, large tractors are bought by big businesses or groups of owners, and are also leased to owners of neighboring lands, therefore, deterioration is much higher.

However, there is a lower difference of depreciation of tractors according to size in Italy than in Spain. Furthermore, in Italy the differences are visible only

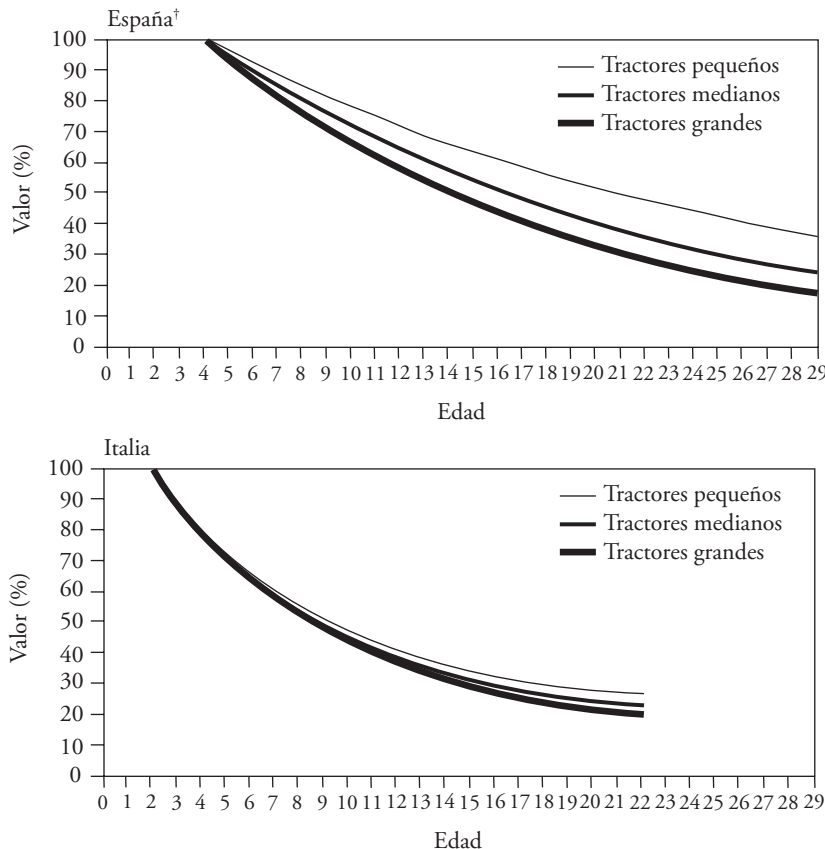


Figura 2. Evolución del valor del tractor usado (por grupos de potencias), en función de su valor en el cuarto año en España y en el segundo en Italia.

Figure 2. Evolution of the value of the tractor used (by power groups), as a function of its value in the fourth year in Spain and the second in Italy.

† Modelos de Fenllosa y Guadalajara (2007) para su mejor comparación (válido para edades entre cuatro y 29 años) ♦ Models of Fenllosa and Guadalajara (2007) for their best comparison (valid for ages between four and 29 years).

tractores pequeños se debe a que se usan en pequeñas explotaciones exclusivamente en sus labores; así el desgaste es muy bajo. Por el contrario, los grandes tractores son comprados por grandes empresas o grupos de propietarios y, además, suelen alquilarse a propietarios de las tierras colindantes; por tanto, el desgaste es mucho mayor.

No obstante, existe una menor diferencia de la depreciación de los tractores según el tamaño en Italia que en España. Además, en Italia las diferencias son visibles sólo en tractores muy antiguos, de más de 15 años, mientras que en España las diferencias entre los grupos aparecen más temprano.

CONCLUSIONES

España e Italia presentan diferencias en el mercado de la maquinaria. En España los tractores tienen potencias ligeramente menores, y se venden y compran tractores con mayor antigüedad.

Las características de la maquinaria agrícola explican alrededor de 90 % del valor de mercado. La potencia es la variable que más influye en el valor de los tractores nuevos: 89 % en España y 73 % en Italia. En las cosechadoras las variables importantes son anchura, la longitud y el tipo de sacudidor, más que su potencia.

En España e Italia se obtuvieron modelos de depreciación de tipo exponencial, como lo propone la American Society of Agricultural Engineers (ASAE) en EE.UU. Así, se deduce que la depreciación es muy marcada en los primeros años de vida, y disminuye con el tiempo. Este efecto es mayor en los tractores que en las cosechadoras; y dentro de los tractores mayor en Italia que en España, lo que causa una vida útil mayor en España; alrededor de 29 años, comparada con 21 en Italia.

La clasificación de los tractores por potencias obtenida para establecer modelos de depreciación más diferenciados entre grupos, es similar a la propuesta en EE.UU. (<80 CV, 80-140 CV y >140 CV, aproximadamente). Esto supone intervalos de potencias en cada grupo mayores que en la agrupación tradicional del mercado (<60 CV, 60-90 CV y >90 CV), debido al aumento generalizado de su potencia en las últimas décadas. En España e Italia la depreciación es mayor en los grupos de tractores de mayor potencia, lo que significa una vida útil menor que en los pequeños. Sin embargo, estas diferencias son mucho menores

in very old tractors, of over 15 years, whereas in Spain the differences among the groups appear earlier.

CONCLUSIONS

Spain and Italy present differences in the farm machinery market. In Spain tractors have power that is slightly lower, and older tractors are sold and bought.

The characteristics of farm machinery explain approximately 90 % of the market value. Power is the variable with the most influence on the value of the new tractors: 89 % in Spain and 73 % in Italy. In harvesters the important variables are width, length and type of shaker, rather than power.

In Spain and Italy exponential type depreciation models were obtained, as proposed by the American Society of Agricultural Engineers (ASAE) in the U.S. Thus, it is deduced that depreciation is very marked in the first years of life, and decreases with time. This effect is higher in tractors than in harvesters; and within tractors, higher in Italy than in Spain, which causes a higher useful life in Spain, of approximately 29 years, compared with 21 in Italy.

The classification of tractors by power obtained to establish depreciation models that are more differentiated among groups is similar to that proposed in the U.S. (<80 CV, 80-140 CV and >140 CV, approximately). This assumes power intervals in each group higher than in the traditional grouping of the market ((60 CV, 60-90 CV and >90 CV), due to the generalized increase of their power in the last decades. In Spain and Italy the depreciation is higher in the groups of tractors with more power, which means a shorter useful life than in the small tractors. However, these differences are much lower in Italy than in Spain and are only reflected in the last years of life of the tractors.

—End of the English version—

---*---

en Italia que en España y sólo se reflejan en los últimos años de vida de los tractores.

LITERATURA CITADA

- Arias, P. 2001. Análisis temporal de las ventas y estimación del valor residual de tractores en España. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 192: 195-222.
- Audsley, E., and J. Wheeler. 1978. The annual cost of machinery calculated using actual cash flows. *J. Agric. Eng. Res.* 23: 189-201.
- Box, G. E.P., and D. R. Cox. 1964. An analysis of transformations. *J. Royal Stat. Soc., Series B* 26 (2): 221-243.
- Cooper, D. N. 1994. Net investment in agricultural tractors. *J. Agric. Econ.* 45 (3): 339-350.
- Cross, T. L., and G. M. Perry. 1995. Depreciation patterns for agricultural machinery. *Am. J. Agric. Econ.* 77: 194-204.
- Cross, T. L., and G. M. Perry. 1996. Remaining value functions for farm equipment. *Appl. Eng. Agric.* 12(5): 547-553.
- Dumler, T.J., R.O. Burton, and T.L. Kastens. 2003. Predicting farm tractor values through alternative depreciation methods. *Rev. Agric. Econ.* 25 (2): 506-522.
- Fenollosa, M.L., and N. Guadalajara. 2007. An empirical depreciation model for agricultural tractors in Spain. *Spanish J. Agric. Res.* 5(2): 18-33.
- Galletto, L. 1987. Un'analisi dei prezzi di alcune macchine agricole. *Genio rurale* 6: 33-46.
- Guadalajara, N. 2002. Valoración de tractores agrícolas mediante métodos econométricos. Su aplicación en España e Italia. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 196: 67-94.
- Hansen, L., and H. Lee. 1991. Estimating farm tractor depreciation: tax implications. *Can. J. Agric. Econ.* 39: 463-79.
- Penson, J. B., R. F. J. Romain, and D. W. Hughes. 1981. Net investment in farm tractors: An econometric analysis. *Am. J. Agric. Econ.* 63(4): 629-635.
- Reid, D.W., and G.L. Bradford. 1983. On optimal replacement of farm tractors. *Am. J. Agric. Econ.* 65(2): 326-331.
- Unterschultz, J., and G. Mumeey. 1996. Reducing investment risk in tractors and cabins with improved terminal asset value forecast. *Can. J. Agric. Econ.* 44: 295-309.
- Weersink, A., and S. Stauber. 1988. Optimal replacement interval and depreciation method for a grain combine. *Western J. Agric. Econ.* 13(1): 18-28.
- Wu, J., and M. Perry. 2004. Estimating farm equipment depreciation: Which functional form is best?. *Am. J. Agric. Econ.* 86: 483-491.