



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

# Análisis temporal de las ventas y estimación del valor residual de tractores en España

P. ARIAS MARTÍN (\*)

## 1. INTRODUCCIÓN

La mecanización junto con el desarrollo de otras técnicas agronómicas ha provocado un verdadero proceso de industrialización del sector agrario y ha influido en el aumento de la producción agraria como señala, entre otros, Ortega (1983, p. 93). Algunos autores, entre ellos Cooper (1994, p. 339) o Pérez (1984, p. 163), la consideran como el principal elemento en el desarrollo de la agricultura e indican que el nivel de mecanización es un índice de la prosperidad del sector agrario. En ello ha influido, por un lado, la homologación de la maquinaria y, por otro, el desarrollo tecnológico experimentado, lo que ha posibilitado un aumento de rendimientos, una mayor seguridad en el trabajo y una mejora en las condiciones de confort.

Sin duda, cada marca ha intentado hacer frente de una forma continua a la mejora de las prestaciones de sus equipos, para no quedar en desventaja frente a sus competidores, e incluso se han producido concentraciones empresariales para aprovechar economías de escala y hacer frente a los retos planteados de una forma más eficiente.

En los últimos años, la venta de maquinaria, y en particular de tractores, viene reduciéndose tras un pasado, en estos últimos 15 años, caracterizado por un periodo de crisis prácticamente coincidente

---

(\*) Profesor del Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

---

- Estudios Agrosociales y Pesqueros, n.º 192, 2002 (pp. 195-222).

con el periodo de integración en la UE y por otro de fuerte crecimiento en las ventas. La marcha favorable de la economía en general, las buenas campañas y los planes de renovación desarrollados por la Administración (Plan Prever) son elementos que incidieron en este incremento. Sin embargo, aunque la fluctuación en las ventas es manifiesta, desde un punto de vista empresarial ha tenido repercusiones diferentes, resultando que ciertas marcas concentran la mayor parte de la cuota de mercado, como se recoge en las ventas de tractores de ruedas durante los años 1998 al 2000 en la siguiente tabla (cuadro 1).

Cuadro 1

## CUOTA DE MERCADO (PERÍODO 1998-2000)

Marca	Ventas en 1998 (n.º)	Cuota mercado 1998 (%)	Ventas en 1999 (n.º)	Cuota mercado 1999 (%)	Ventas en 2000 (n.º)	Cuota mercado 2000 (%)
John Deere	5.729	23,7	5.196	23,7	5.049	25,8
Massey Ferguson	3.423	14,2	3.395	13,2	2.246	11,5
New Holland	3.261	13,5	2.881	15,4	3.226	16,5
Fiat	1.956	8,1	1.796	8,3	791	4,0
Same	1.773	7,3	1.641	7,4	1.356	6,9
Landini	1.706	7,0	1.178	5,3	1.599	8,2
Lamborghini	903	3,7	754	3,5	537	2,7
Otras	5.424	22,5	5.080	23,2	4.746	24,3
Total	24.175	100,0	21.921	100,0	19.550	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir del MAPA.

Todo ello indica, por un lado, la importancia de John Deere frente a las restantes marcas y, por otro, que tres marcas: John Deere, Massey Ferguson y New Holland concentran sobre el 50 por ciento de la cuota de mercado donde la imagen de marca parece ser un elemento que valora el comprador, quizás porque en ella se refleja un conjunto de características (precio, tecnología, reparación, recambios, duración...) que satisfacen al usuario.

No obstante, e independientemente de la panorámica del sector en cuanto a marcas, el comportamiento de las ventas de tractores y la depreciación en función de su antigüedad pueden ser modelizados, y, por tanto, resolver cuestiones como ¿qué previsiones existen y cuál puede ser la tendencia que tendrá el mercado en periodos siguientes? o ¿cuál puede ser el valor residual en función de la antigüedad? Por consiguiente, el objeto de este trabajo es doble: en *primer lugar*,

dar respuesta a las cuestiones planteadas y, en *segundo lugar*, en función de datos de mercado estimar la pérdida de valor en tractores.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Los objetivos de este trabajo se han centrado en dos aspectos:

- Estimar el modelo funcional seguido por la **serie mensual de inscripciones de tractores** (1) para el periodo 1985 - 2000.
- Definir el comportamiento del **valor residual de los tractores**. Para ello, se consideran las transacciones correspondientes a diferentes marcas con antigüedades que oscilan entre 1965 a 1995 y cuyos precios corresponden a los pagados por los concesionarios y compra-ventas realizadas en *los últimos seis meses de 1997*, recogidos por la Guía de Marketing Ocasión Maquinaria Agrícola (MOMA).

\* *La metodología para abordar el estudio del primer objetivo* se centra en el análisis univariante de series temporales a través de los **modelos ARIMA**, tratados por numerosos autores, entre ellos, Box-Jenkins (1976), Otero (1993) o Uriel (1985, 1995) y que se caracteriza por un conjunto de observaciones en momentos sucesivos de tiempo, donde implícitamente se considera una cierta homogeneidad y estabilidad en su estructura.

Las etapas en el estudio de un modelo ARIMA son:

– *Identificación y estimación del modelo ARIMA:*

Para ello, se efectúa un análisis de la estacionariedad de la serie en media y en varianza. Caso de resultar no estacionaria se realizan transformaciones por medio de diferenciaciones u otros procedimientos, determinándose el orden tanto de la parte autorregresiva como de medias móviles (regular y/o estacional) para lo que se tendrá en cuenta la autocorrelación simple y parcial.

– *Validación del modelo:*

Se analiza la adecuación del modelo estimado, validándose sí:

- Los residuos del modelo estimado se ajustan a un comportamiento de ruido blanco.
- El modelo estimado es estacionario e invertible.
- Los coeficientes son significativos para representar la serie y no están correlacionados.

---

(1) La serie mensual de inscripciones se ha obtenido de los Boletines Mensuales del MAPA.

- El grado de ajuste es elevado en comparación con otros modelos.
- Existe estabilidad en varianza para el modelo estimado.

– *Predicción.*

Una vez contrastada y aceptada la adecuación del modelo estimado se procede a predecir los valores que tomará la variable en periodos sucesivos.

- \* *Para estudiar el segundo objetivo*, se empleará el **análisis de regresión**, abordado entre otros por Maddala (1977), Makridakis *et al.* (1977) o Peña (1989), con el fin de establecer la relación entre el valor residual y la vida del tractor, a través de los diferentes contrastes estadísticos de los coeficientes así como la función establecida.

Para desarrollar los objetivos planteados se han empleado los programas estadísticos SPSS, STATGRAPHICS, y la hoja de cálculo EXCEL.

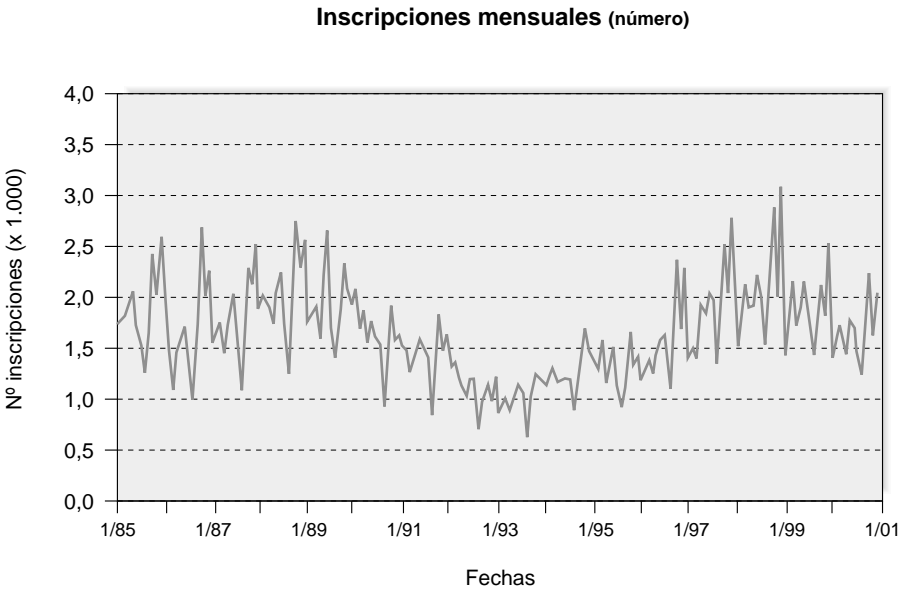
### 3. ANÁLISIS MENSUAL DE LAS INSCRIPCIONES DE TRACTORES

El proceso de mecanización del espacio agrario no ha sido homogéneo a lo largo del tiempo, sin duda marcado por las diferencias regionales, estructurales y económicas que envuelven el entorno español, aunque con un punto de partida generalmente común: la baja productividad del sector primario respecto al de otros países de la UE.

Si las inscripciones anuales de tractores entre los años 60 - 80 habían crecido fuertemente alcanzándose máximos que superaron las 30.000 unidades, a partir de este período es cuando el agro español se enfrenta a aspectos tales como: la crisis del petróleo, el encarecimiento de los medios de producción, condiciones climatológicas adversas en algunos años y la incertidumbre en la incorporación a la UE que hacen que afecte a su rentabilidad y repercuta en un descenso de las ventas y, por tanto, en la inversión en tractores, como indica, entre otros, Pichot (1984, p. 212).

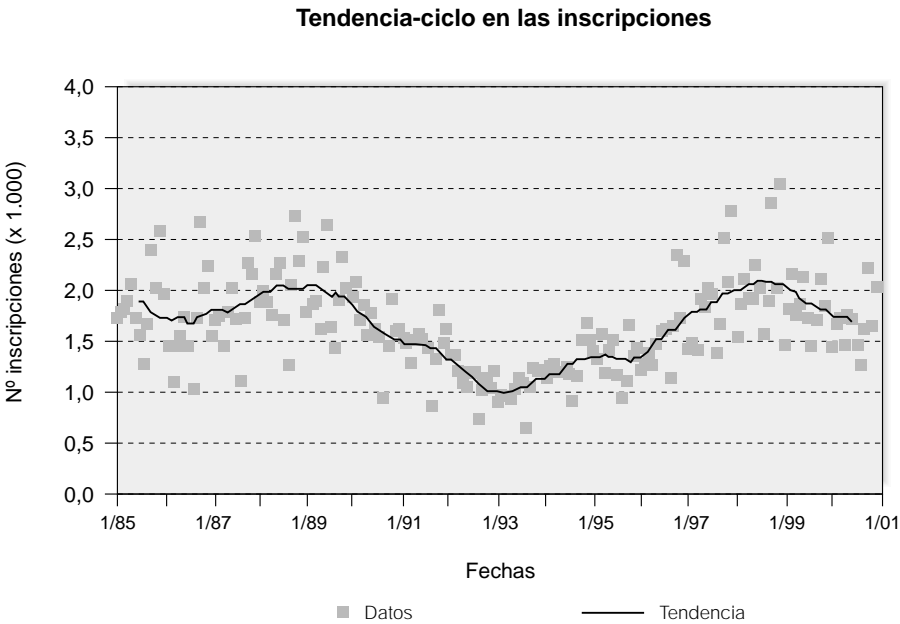
Esta descripción hasta 1985 grosso modo, sirve de enlace para iniciar el estudio, a partir de este periodo, de las inscripciones mensuales de tractores que presentan igualmente un comportamiento variable, así, por ejemplo, llegan a oscilar entre niveles de 643 tractores en el período de 1993 y máximos de 3052 en 1998. Dentro de este rango, las fluctuaciones en el año son frecuentes y pueden atender a diversos aspectos, como estacionalidad, tendencias-ciclos o irregularidades, que se tratarán de identificar (gráfico 1).

Gráfico 1



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, un **análisis descriptivo de la tendencia** de la serie, a través de una media móvil de orden 12 centrada, recoge un comportamiento cíclico con mínimos en el año 1993 y máximos en los periodos 1989 y 1998 (gráfico 2).

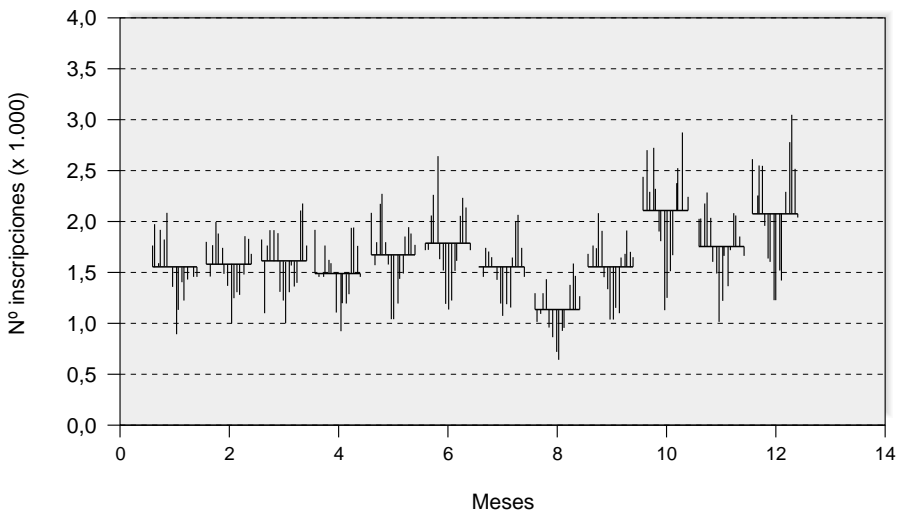
Asimismo, un análisis descriptivo para los diferentes años de su **estructura estacional** mensual refleja que, en los meses estivales de julio, agosto y septiembre las inscripciones medias mensuales se reducen respecto a las de otros meses. Por el contrario, a finales de año, meses de octubre, noviembre y diciembre se incrementan, lo que parece indicar que se planifican las inversiones a inicios de la campaña.

También, un estudio por años permite observar que en general han existido años donde las inscripciones han estado por debajo del valor medio mensual (1990 - 1994) y años donde las inscripciones han superado la media (1985 - 1989) y (1995 - 2000), salvo enero, donde si bien las inscripciones hasta el año 1989 fueron superiores, a partir de este periodo han resultado ser inferiores (gráfico 3).

Si se analiza la estacionariedad de la serie histórica de inscripciones de tractores, ésta presenta un comportamiento no estacionario ni en media ni en varianza (desviación típica) como se desprende de que,

Gráfico 3

#### Inscripciones por meses para el período anual de 1985-2000



Fuente: Elaboración propia.

por un lado, al crecer la media aumenta su desviación típica (cuadro 2, gráfico 4).

Cuadro 2

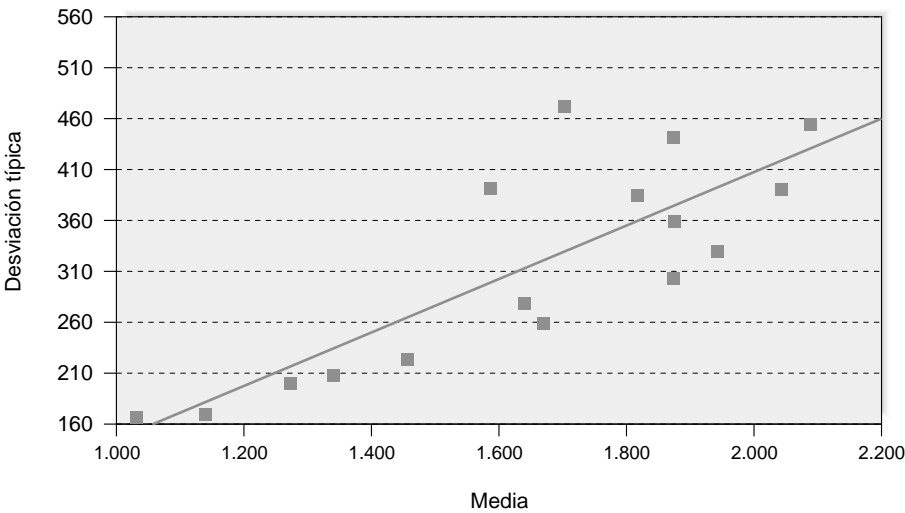
INSCRIPCIONES MEDIAS Y VARIACIÓN MENSUAL

Período	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Media mensual	1.819	2.048	1.943	1.643	1.454	1.136	1.032	1.273	1.339	1.586	1.877	2.087	1.878	1.670
Desviación típica	384	390	332	280	224	171	167	201	208	391	442	453	304	261
Coficiente variación	0,21	0,19	0,17	0,17	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,24	0,23	0,21	0,16	0,15

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4

Media-varianza para inscripciones mensuales

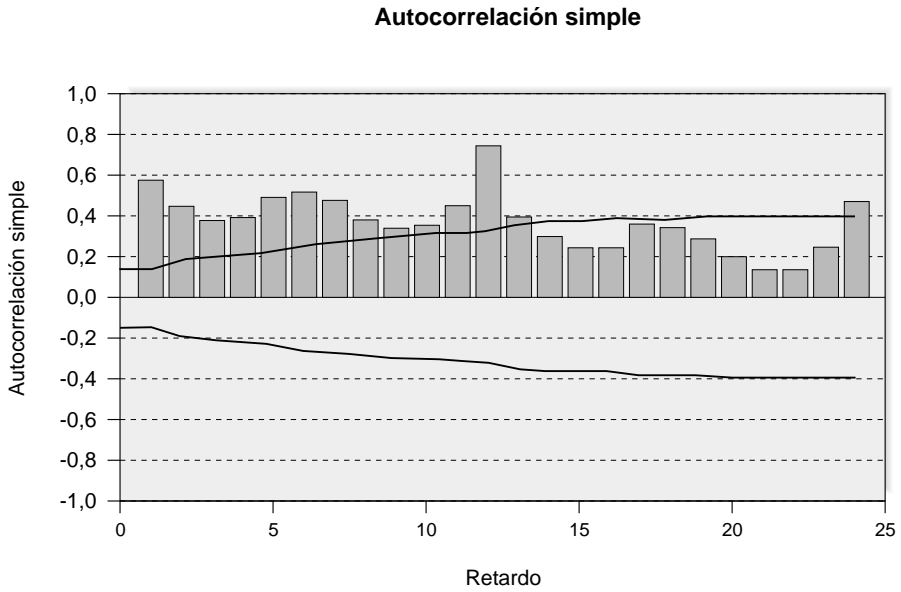


Fuente: Elaboración propia.

Y, por otro, que al aumentar el retardo no descienden las funciones de autocorrelación simple y parcial, aspecto que también evidencia su no estacionariedad (gráfico 5 y 6).

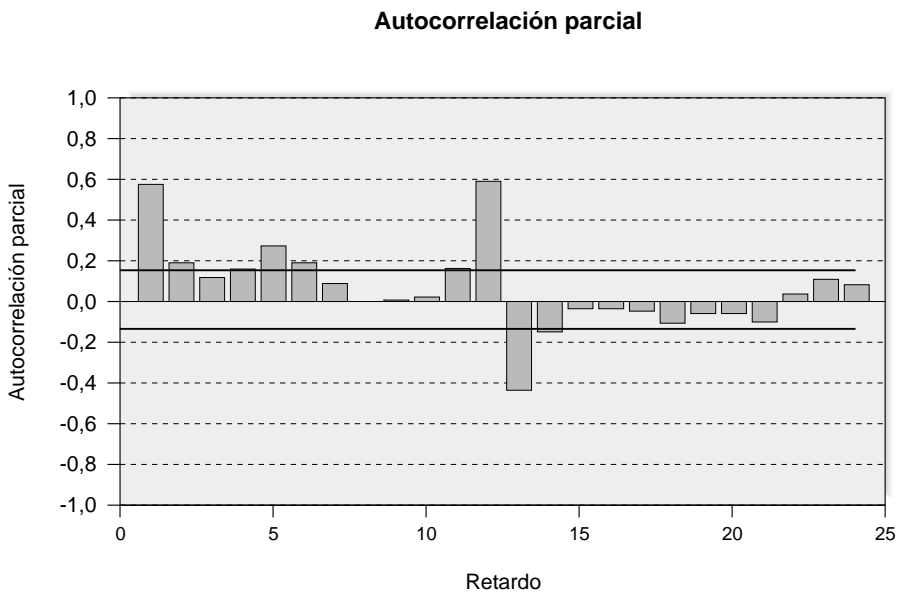


Gráfico 5



Fuente: Elaboración propia.

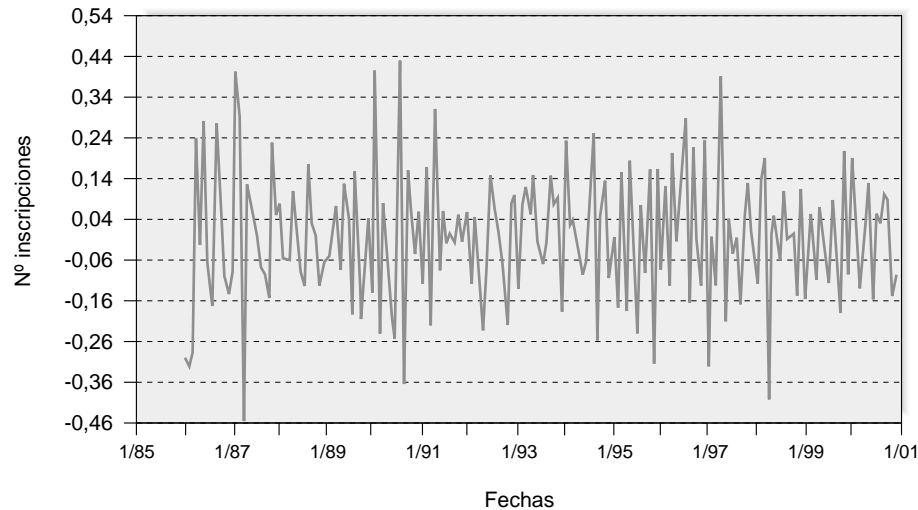
Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7

**Transformación logarítmica y diferenciación regular y estacional**



Fuente: Elaboración propia.

Luego, para obtener su estacionariedad es necesario modificar la serie a través de una transformación logarítmica para conseguir su homocedasticidad y de una diferenciación regular y estacional (gráfico 7). Las funciones de autocorrelación simple y parcial que resultan hacen pensar en una parte regular constituida por una media móvil de orden 1 (MA (1)), así como una parte estacional constituida por una media móvil estacional de 12 meses de orden 1 (SMA(1)) (gráficos 8 y 9). Contrastados los coeficientes estimados para el modelo planteado, por medio de su nivel crítico, resultan ser significativos, tomando los siguientes valores (cuadro 3):

Cuadro 3

**CONTRASTE DEL MODELO**

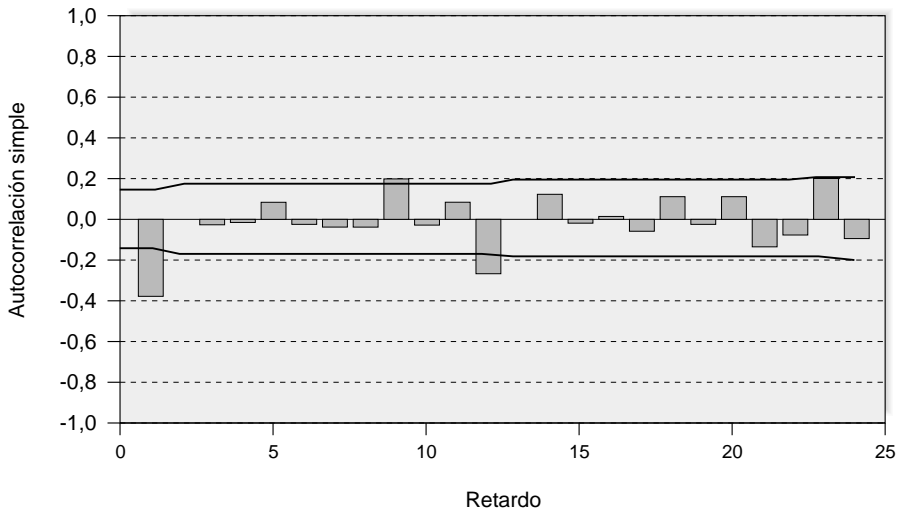
Parámetro	Coef. estimado	Error estándar	Estadístico t	Nivel significación
MA (1)	0,6030	0,059	10,12	0
SMA (1)	0,7458	0,053	13,95	0

Fuente: Elaboración propia.

Los errores cometidos en su obtención son (cuadro 4):

Gráfico 8

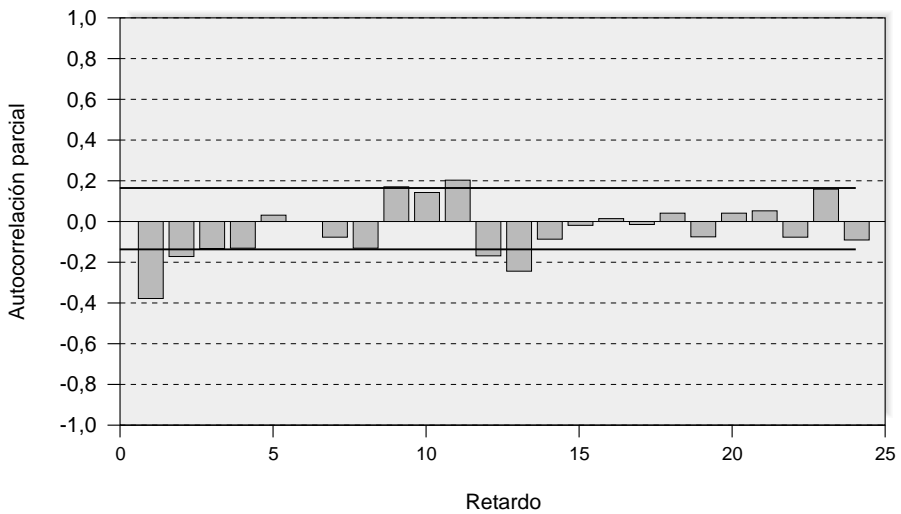
### Autocorrelación simple



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9

### Autocorrelación parcial



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4

ERRORES MEDIOS DEL MODELO

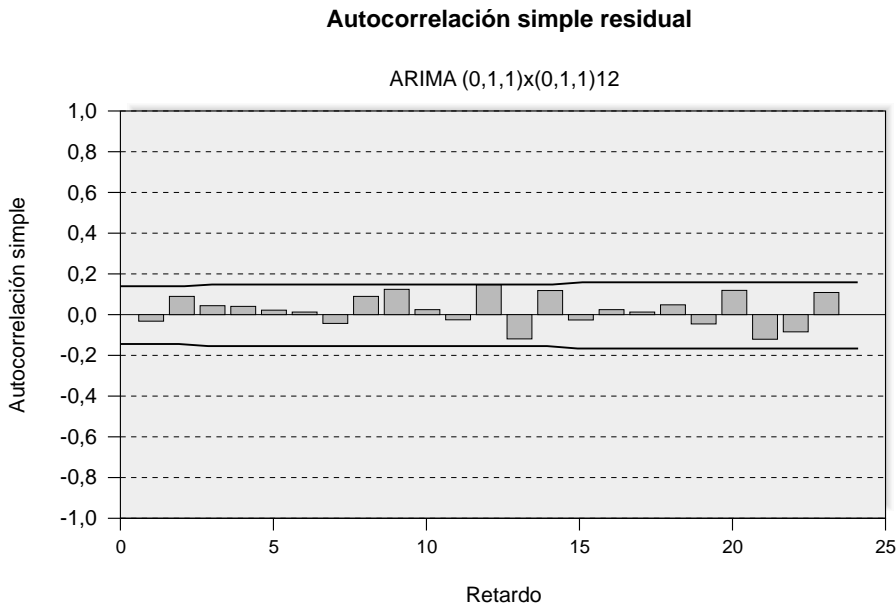
Estadístico	Error cuadrático	Error absoluto	Error absoluto porcentual	Error medio	Error porcentual
Estimación	194,5	151,6	9,3	0,28	-0,66

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, el modelo considerado verifica las diferentes hipótesis en su validación, esto es, el modelo estimado es estacionario e invertible, los residuos del modelo estimado presentan un comportamiento de ruido blanco (según contraste individual y global de Box-Pierce), los coeficientes son significativos, no están correlacionados y existe estabilidad en varianza. En síntesis, se define un modelo ARIMA (0,1,1)x(0,1,1)<sub>12</sub>, cuyas autocorrelaciones residuales simple y parcial se recogen en los gráficos 10 y 11.

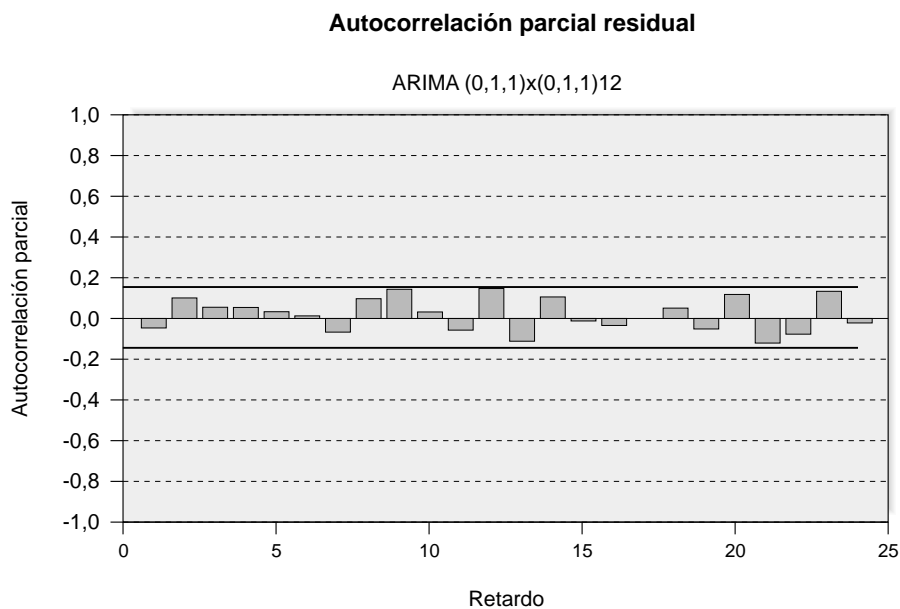
Por consiguiente, las inscripciones de tractores, así como las predicciones estimadas para los 12 meses siguientes (año 2001) se recogen en el gráfico 12 y cuadro 5.

Gráfico 10



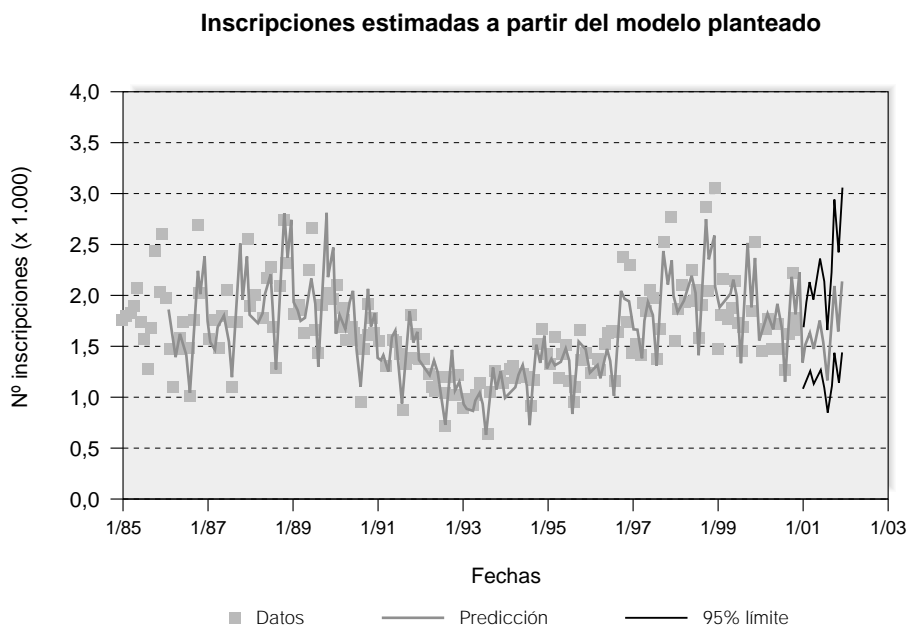
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5

## INSCRIPCIONES DE TRACTORES ESTIMADAS (NÚMERO)

Período	ene-01	feb-01	mar-01	abr-01	may-01	jun-01	jul-01	ago-01	sep-01	oct-01	nov-01	dic-01
Predicción inscripc. n.º	1.353	1.510	1.615	1.471	1.611	1.719	1.514	1.182	1.499	2.055	1.656	2.085

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, a partir del año 1999, se entra en una etapa de retroceso en las ventas de tractores donde su caída se sitúa en torno a un 6 por ciento respecto del año 1998. Sin embargo, estos descensos se incrementan para el año 2000 donde nuevamente se ha producido una reducción del 10 por ciento respecto del periodo anterior, circunstancia que está en concordancia con organismos como el Comité Europeo de Agrupaciones de Constructores de Maquinaria Agrícola (CEMA) o la Asociación Nacional de Maquinaria Agrícola y Tractores (ANSEMAT) que también sitúan ese descenso en torno al 10 por ciento. Además, es bastante generalizada esta caída en el mercado europeo, por lo que se puede justificar esta reducción a aspectos o elementos internacionales como, la inflación, el encarecimiento del petróleo y/o la evidencia de subidas en tipos de interés.

No obstante, según las predicciones estimadas para el año 2001 (19.270 inscripciones) la disminución respecto al periodo del año 2000 (19.550 inscripciones) es muy reducida, por lo que, a partir de este periodo, podría pensarse en una recuperación tanto nacional como internacional en las ventas.

#### 4. VALOR RESIDUAL Y DEPRECIACIÓN EN TRACTORES

La amortización es un coste que estima la depreciación de un equipo y puede considerarse constante o variable. Su objeto es el de reconstituir el valor de adquisición de un inmovilizado, en particular de un tractor, en un cierto periodo de tiempo, siendo uno de los costes más importantes y cuantiosos en la producción agraria, así como una de las variables a considerar para fijar el momento más oportuno en el reemplazamiento de un equipo. Desde este punto de vista, la depreciación está relacionada con la inversión, siendo tratada, ésta última, por algunos autores, entre ellos: Penson *et al.* (1981), Vasavada *et al.* (1996), Reid *et al.* (1987) o Crabtree (1981). A veces, se produce la paradoja de que la propia inversión genera obsolescencia, en la medi-

da de que la nueva inversión lleva asociada el progreso técnico y por tanto, cuanto mayor es ésta más intensa es su depreciación.

Sin embargo, existe dificultad para medir la depreciación, como afirman, entre otros, ASAE (1990, p 281), Mc Neill, R. (1979, p. 53) o Escribá y Ruiz (1995, p. 23). Estos últimos diferencian dos tipos de depreciación: *el deterioro físico y económico* en el sentido de que el uso y el paso del tiempo provocan desgastes que se traducen en menores rendimientos, y *la obsolescencia tecnológica y estructural* donde cambios estructurales en las economías y la reducción de las rentas de los equipos lleva a las empresas a su sustitución.

Por ello, se han desarrollado procedimientos que tratan de estimarlo bajo ciertos supuestos establecidos, como su duración o vida útil, valor estimado residual, así como del valor de adquisición. Todos estos procedimientos, en general, presentan una componente o variable común, que consiste en definir el valor residual del mercado de la maquinaria a lo largo del tiempo. Numerosos estudios tratan de cuantificar este valor, como los de American Society of Agricultural Engineers (ASAE) que clasifican la maquinaria en cuatro grupos, y para cada uno define una relación funcional entre su valor residual y el valor de adquisición o el estudio del MAPA (1968). Aunque sobre el valor residual pueden influir diversas variables, tales como antigüedad, utilización, estado de conservación, la marca, el tamaño del tractor e incluso ciertas variables macroeconómicas, su estimación, como indican Perry, G. *et al.* (1990), frecuentemente se realiza teniendo en cuenta su antigüedad (número de años) y a través de relaciones funcionales que consideren pérdidas de valor más fuertes en periodos iniciales.

Este es el caso del presente trabajo, que para la estimación funcional del valor residual se consideran diversas marcas (2) y se distingue entre la simple y doble tracción, ya que los precios de adquisición como equipos nuevos son diferentes y, por tanto, también lo serán sus valores residuales. Para cuantificar el valor residual se empleará la relación entre precio y potencia (pta)/(CV) obtenida a partir de la información de mercado del precio total y potencia. La muestra total, constituida por 1.211 datos (637 para tracción simple y 574 para doble tracción), corresponde a precios pagados por los concesionarios y compra-ventas realizadas en **los últimos seis meses de 1997** para diferentes marcas y con antigüedades que oscilan entre 1965-1995 recogidas en la Guía de Marketing Ocasión Maquinaria Agrícola.

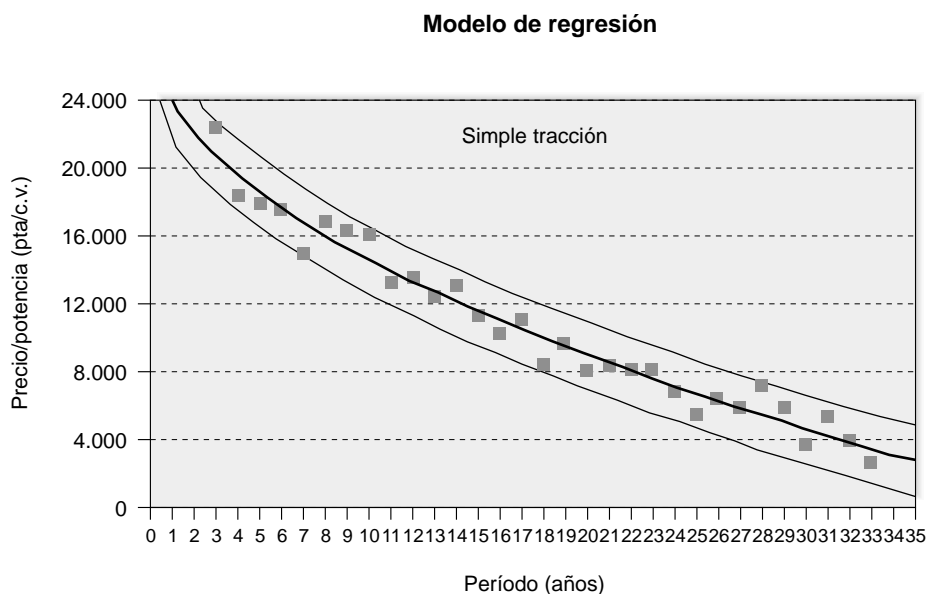
---

(2) Case, Deutz, Deutz-Fahr, Fendt, Fiat, Ford, John Deere, Lamborghini, Massey-Fergusson y Same.

Así, con el objeto de ofrecer un comportamiento medio del mercado, tanto para simple como para doble tracción se ha considerado el valor medio para cada año de antigüedad a partir del cual se analiza su relación, a través de los modelos de regresión.

En general, la forma funcional estimada presenta una relación definida por la siguiente expresión [*Valor residual* = (*Constante* (*Coefficiente*  $\times$  *SQRT*(*Período*)))] (gráficos 13 y 14).

Gráfico 13



Fuente: Elaboración propia.

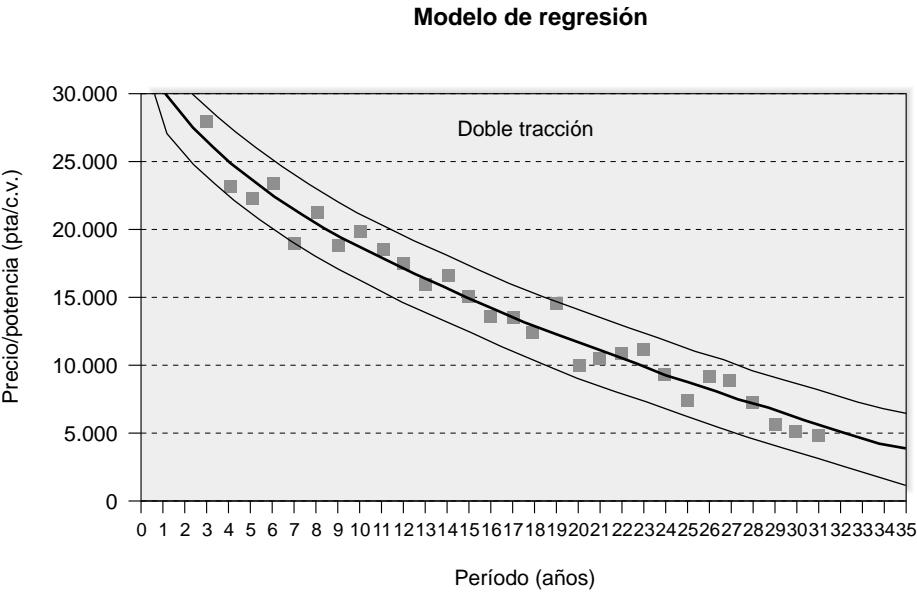
Resultando significativos los coeficientes, según el nivel crítico (Cuadros 6 y 7) y con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), en ambos casos, de  $-0,96$ .

Por tanto, los valores residuales estimados a lo largo de un periodo de antigüedad de 10 años, en **simple tracción** son los siguientes (ver cuadro 8).

Por su parte, en **doble tracción**, los valores residuales según el período son (ver cuadro 9).



Gráfico 14



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6

**CONTRASTE DE LOS MODELOS ESTIMADOS**

	Simple tracción		Doble tracción	
	Constante	Coficiente	Constante	Coficiente
Estimación	28186,30	-4296,70	35718,30	-5380,30
Error estándar	634,70	149,6	819,2	198,7
Estadístico t	44,4	-28,7	43,6	-27,1
Nivel crítico	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7

**ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL MODELO**

	Simple tracción			Doble tracción		
	Modelo	Residual	Total	Modelo	Residual	Total
Suma cuadrados	7,51E+08	2,64E+07	7,77E+08	1,02E+09	3,74E+07	1,05E+09
Grados libertad	1	29	30	1	27	28
Media cuadrática	7,51E+08	910318		1,02E+09	1,39E+06	
F.-ratio	824,9			733,1		
Nivel crítico	0			0		

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 8**ESTIMACIÓN SEGÚN EL MODELO DEL VALOR RESIDUAL EN FUNCIÓN DEL PERÍODO.  
SIMPLE TRACCIÓN

Período (años)	Valor residual estimado (pta/CV)	Valor residual límite inferior (95%)	Valor residual límite superior (95%)
1	23.890	21.694	26.086
2	22.110	19.965	24.254
3	20.744	18.635	22.854
4	19.593	17.510	21.676
5	18.579	16.517	20.640
6	17.662	15.617	19.706
7	16.818	14.787	18.849
8	16.033	14.014	18.053
9	15.296	13.286	17.306
10	14.599	12.596	16.601

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9**ESTIMACIÓN SEGÚN EL MODELO DEL VALOR RESIDUAL EN FUNCIÓN DEL PERÍODO.  
DOBLE TRACCIÓN

Período (años)	Valor residual estimado (pta/CV)	Valor residual límite inferior (95%)	Valor residual límite superior (95%)
1	30.338	27.599	33.078
2	28.110	25.441	30.779
3	26.400	23.779	29.021
4	24.958	22.373	27.543
5	23.688	21.131	26.244
6	22.540	20.006	25.073
7	21.484	18.968	23.999
8	20.501	18.000	23.001
9	19.578	17.089	22.066
10	18.705	16.226	21.183

Fuente: Elaboración propia.

Según datos (3) sobre precios medios de adquisición de tractores nuevos en 1997 (4), para tracción simple eran de 37.800 pta/CV, mientras que para tracción doble eran superiores, estimándose en 51.500 pta/CV.

(3) Véase Laboreo, 1998, n.º 340.

(4) Se toman los precios de adquisición en este período debido a que los precios de segunda mano también están referidos a 1997.

Cuadro 10

## ESTIMACIÓN SEGÚN EL MODELO DE LA DEPRECIACIÓN EN FUNCIÓN DEL PERÍODO

Período (años)	Depreciación doble tracción (%)	Depreciación doble tracción acumulado (%)	Depreciación simple tracción (%)	Depreciación simple tracción acumulado (%)
1	-41	-41	-37	-37
2	-7	-48	-7	-44
3	-6	-54	-6	-50
4	-5	-59	-5	-55
5	-5	-64	-5	-60
6	-5	-69	-5	-65
7	-5	-74	-5	-70
8	-5	-79	-5	-75
9	-5	-84	-5	-80
10	-5	-89	-5	-85

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, en función de la relación entre la diferencia en el valor residual en un periodo  $i$  ( $V_i$ ) y en el  $i+1$  ( $V_{i+1}$ ) respecto del valor residual en el periodo  $i$  ( $V_i$ ), es decir,  $(V_i - V_{i+1}) / V_i$  se cuantifica la pérdida de valor experimentada según el período (cuadro 10).

Por un lado, es necesario resaltar que la depreciación, en el primer año es más intensa que en períodos sucesivos y, por otro, que en doble tracción la depreciación es mayor que en simple tracción en el primer año, lo que supone un coste más fuerte para la misma potencia.

Si se contrasta esta estimación con la obtenida en otros trabajos como el de ASAE (1986), el de Mc Neill (1979, p. 57) o el de Unterschultz *et al.* (1996, p. 306), se ha de indicar que los porcentajes que se definen son de magnitud muy similar, con depreciaciones superiores al 35 por ciento el primer año y para años sucesivos varían entre el 6 y 3 por ciento.

## 5. VALOR RESIDUAL POR ESTRATOS DE POTENCIA

La potencia es una variable que define el tamaño de un tractor y está íntimamente relacionada con el precio. Existen estudios, entre otros el de Perry *et al.* (1990 y 1995), que expresan, que en el mercado los tractores mayores sufren una depreciación más intensa que los de menor tamaño, debido a que su deterioro físico y su obsolescencia es

más fuerte, justificando ésta, a que generalmente su nivel de uso o exigencias es mayor.

Para contrastar esta aseveración, seguidamente se realiza un análisis para el mercado español, diferenciando nuevamente entre simple y doble tracción, para tres estratos de potencia ( $< 60$ ,  $60-90$ ,  $>90$  CV) con los que se quiere recoger la diferenciación frecuente que se hace de tractores pequeños, medianos y grandes. No obstante, se contrasta esta diferenciación por medio de un análisis de la varianza. Para ello, se cuenta con muestras de valores de mercado para cada uno de estos estratos y que son de 198, 290 y 149 en tracción simple, mientras que para doble tracción son de 100, 241, 233 respectivamente.

### \* Tracción simple

#### ANÁLISIS DE LA VARIANZA

	Suma cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F-ratio	Nivel crítico
Entre grupos	7,10E+08	2	3,55E+08	15,57	0
Dentro del grupo	1,44E+10	634	2,28E+07		
Total	1,51E+10	636			

Fuente: Elaboración propia.

Puesto que el nivel crítico es cero, la hipótesis nula de igualdad no se cumple, por lo que al menos uno o más grupos son diferentes. Para verificar estas diferencias se aplica el test de rangos múltiples de Bonferroni con un nivel de significación del 95 por ciento, concluyendo que son diferentes los tres grupos. Gráficamente estas diferencias entre los tres grupos de potencia (T\_60CV, T\_90CV y T\_S90CV) (5) se manifiestan con el diagrama de cajas de Box-Whisker (gráfico 15).

### \* Doble tracción

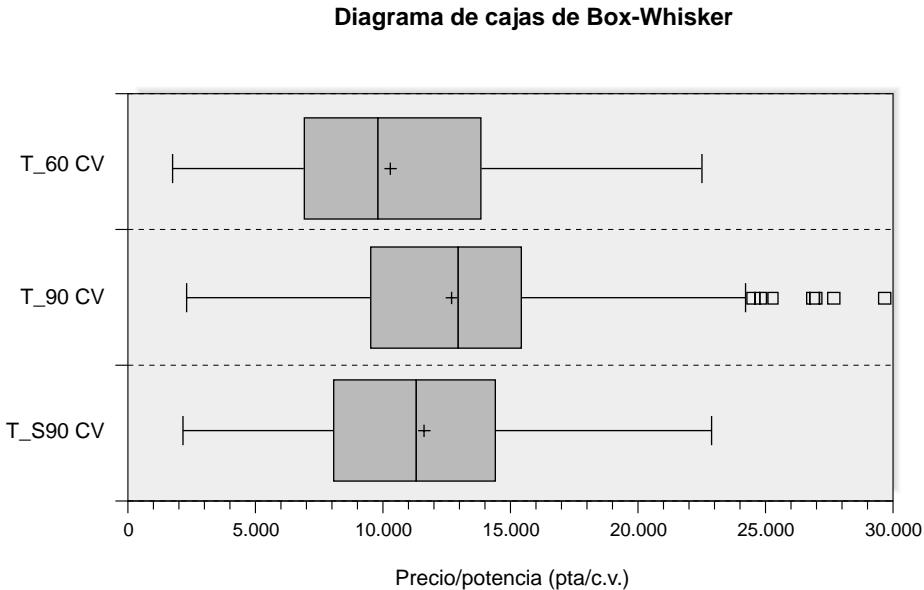
#### ANÁLISIS DE LA VARIANZA

	Suma cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F-ratio	Nivel crítico
Entre grupos	1,66E+08	2	8,31E+07	2,73	0,06
Dentro del grupo	1,74E+10	571	3,05E+07		
Total	1,75E+10	573			

Fuente: Elaboración propia.

(5) Las variables T\_60CV, T\_90CV Y T\_S90CV representan, tractores con potencia inferior a 60 CV, entre 60 y 90 CV y superior a 90 CV.

Gráfico 15



Fuente: Elaboración propia.

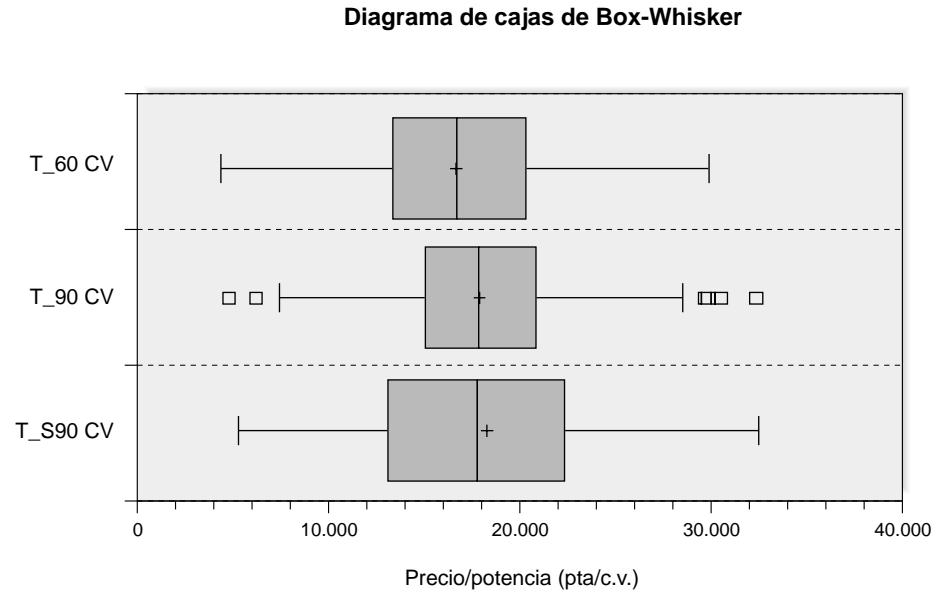
Por tanto, como el nivel crítico toma un valor de 0,06, la hipótesis nula de igualdad de los grupos no se rechaza al 95 por ciento. Sin embargo, al estar próximo a su límite de rechazo conviene obtener más información, para lo que se contrasta nuevamente la homogeneidad por medio del test de rangos múltiples de Bonferroni al 95 por ciento del nivel de significación, obteniendo que existen dos grupos diferenciados, uno para potencias inferiores a 60 CV y otro para iguales o superiores a 60 CV. Gráficamente estas diferencias entre los grupos de potencia (T\_60CV, T\_90CV y T\_S90CV) se manifiestan con el diagrama de cajas de Box-Whisker (gráfico 16).

En consecuencia, seguidamente se aborda, tanto para simple como para doble tracción y para los distintos estratos diferenciados, el estudio de la relación funcional entre el precio/potencia (pta/CV) y el periodo de antigüedad, respondiendo, en ambos casos, a la forma (*Valor residual* = (*Constante* + (*Coefficiente* x *SQRT(Periodo)*)).

### \* Tracción Simple

Los modelos de regresión estimados presentan un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que para potencias < 60 CV es de -0,88; para

Gráfico 16



Fuente: Elaboración propia.

60 - 90 CV de  $-0,94$ ; y para  $> 90$  CV de  $-0,92$ . Aunque la relación funcional es similar en los diferentes estratos de potencia, sin embargo se manifiestan diferencias tanto en la constante como en la pérdida de valor (definida por el coeficiente), siendo más acusadas e intensas en niveles superiores (cuadros 11 y 12) y (gráficos 17, 18 y 19).

Cuadro 11

**CONTRASTE DE LOS MODELOS ESTIMADOS**

	Estratos de potencia					
	< 60 CV		60-90 CV		> 90 CV	
	Constante	Coeficiente	Constante	Coeficiente	Constante	Coeficiente
Estimación	27.250,0	-3.983,7	28.897,7	-4.522,8	29.603,4	-4.956,1
Error estándar	1.269,8	292,1	983,7	231,8	1.180,10	312,4
Estadístico t	21,4	-13,6	29,3	-19,5	25	-15,8
Nivel crítico	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12

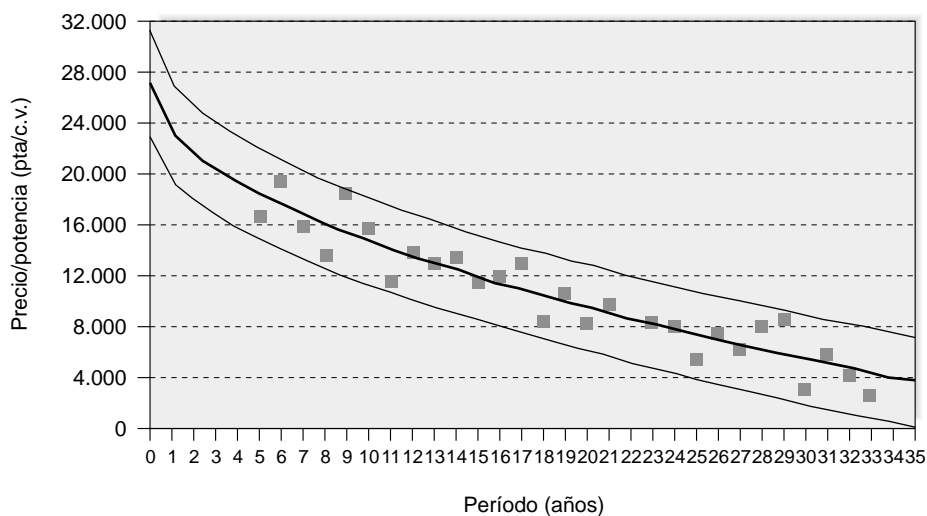
## ANÁLISIS DE LA VARIANZA

	Estratos de potencia								
	< 60 CV			60-90 CV			> 90 CV		
	Modelo	Residual	Total	Modelo	Residual	Total	Modelo	Residual	Total
Suma cuadrados	4,74E+08	6,63E+07	5,41E+08	6,62E+08	4,70E+07	5,41E+08	5,55E+08	4,64E+07	6,02E+08
Grados libertad	1	26	27	1	27	28	1	21	22
Media cuadrática	4,74E+08	2,55E+06		6,62E+08	1,74E+06		5,55E+08	2,21E+06	
F-ratio	185,9			380,4			251,5		
Nivel crítico	0			0			0		

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 17

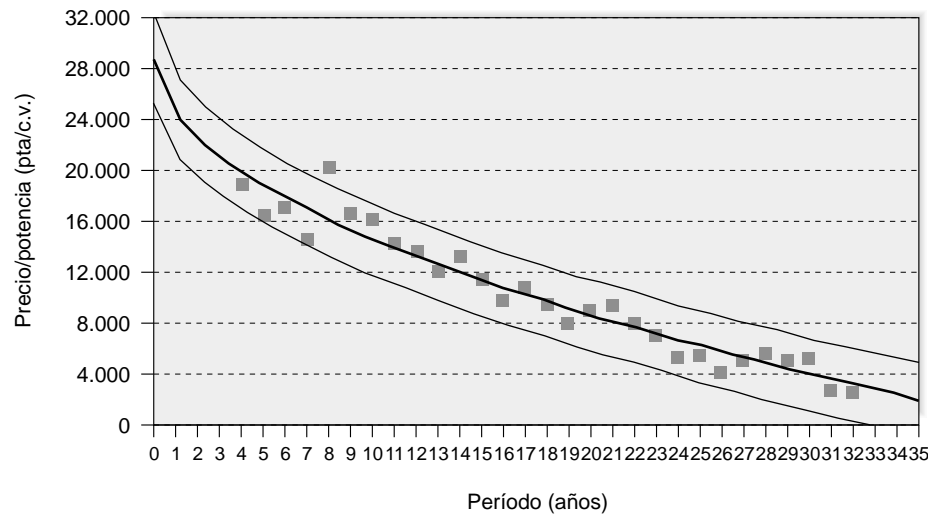
## Modelo de regresión, valor tractores con potencia &lt;60 CV



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 18

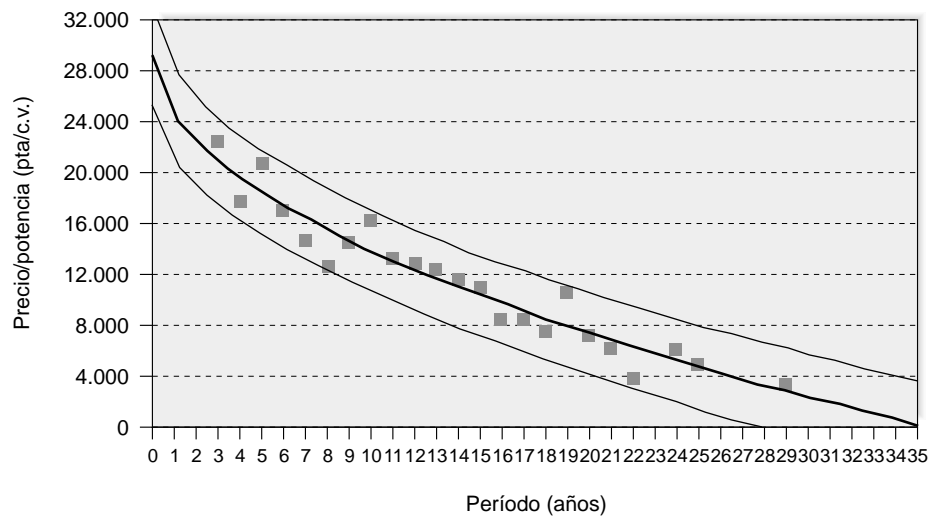
Modelo de regresión, valor tractores con potencia 60-90 CV



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 19

Modelo de regresión, valor tractores con potencia >90 CV



Fuente: Elaboración propia.



### \* Doble Tracción

En doble tracción existen estadísticamente dos grupos diferenciados, uno para potencias inferiores a 60 CV y otro para iguales o superiores a ese nivel de potencia.

La relación funcional, para ambos grupos, nuevamente es similar a la obtenida en simple tracción, con coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para potencias inferiores a 60 CV de  $-0,81$  y para iguales y superiores de  $-0,96$ . La pérdida de valor, a partir de estas relaciones estimadas, es mayor para el estrato superior, es decir para potencias no inferiores a 60 CV, esto se justifica, desde un punto de vista práctico, al hecho de que están sometidos a grandes esfuerzos y por tanto su deterioro es mayor. Además, la pérdida de valor para tracción doble es mayor que en tractores de potencia equivalente para tracción simple (cuadros 13 y 14) y (gráficos 20 y 21).

Cuadro 13

#### CONTRASTE DE LOS MODELOS ESTIMADOS

	Estratos de potencia			
	< 60 CV		>= 60 CV	
	Constante	Coefficiente	Constante	Coefficiente
Estimación	33.714,7	-4.669,2	36.025,0	-5.577,0
Error estándar	1.972,7	503,1	873,3	220,2
Estadístico t	17,0	-9,2	41,2	-16,8
Nivel crítico	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia.

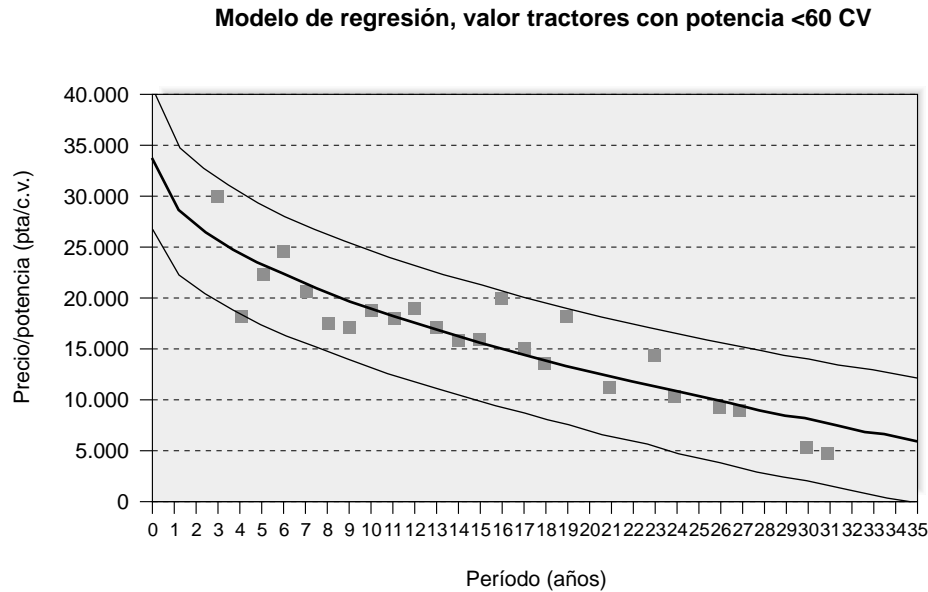
Cuadro 14

#### ANÁLISIS DE LA VARIANZA

	Estratos de potencia					
	< 60 CV			>= 60 CV		
	Modelo	Residual	Total	Modelo	Residual	Total
Suma cuadrados	6,22E+08	1,59E+07	7,80E+08	9,07E+08	3,39E+07	9,41E+08
Grados libertad	1	22	23	1	24	25
Media cuadrática	6,22E+08	7,22E+06		9,07E+08	1,41E+06	
F-ratio	86,1			641,5		
Nivel crítico	0			0		

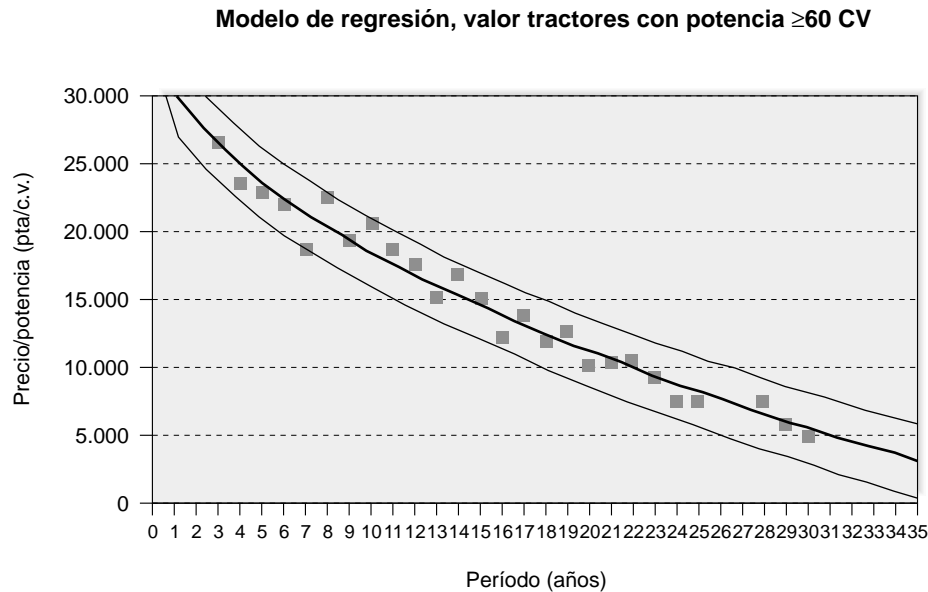
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 20



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 21



Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, del estudio realizado se puede concluir que no solamente la tracción, simple o doble provoca diferencias en la variable precio/potencia, sino también el estrato o grupo de nivel de potencia afecta a esta relación precio/potencia. No obstante, en doble tracción para tractores medios y mayores (60 o más CV) la diferencia no es significativa.

## 6. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden extraer de este trabajo son las siguientes:

- Aunque ciertas marcas presentan una fuerte cuota de mercado, la concentración empresarial en el sector de la maquinaria es necesaria para incurrir en economías de escala y mejorar la competitividad y prueba de ello son las concentraciones comerciales que se han producido como AGCO IBERICA, CNH (Case IH, New Holland) o SAME DEUTZ-FAHR IBERICA y que en lo sucesivo se irán produciendo.
- Las inscripciones de tractores presentan un comportamiento estacional, donde es frecuente que las inversiones se realicen al inicio de las campañas agrícolas.
- El modelo de comportamiento de dichas inscripciones es multiplicativo, con parte regular y otra estacional, resultando un ARIMA  $(0,1,1) \times (0,1,1)$  <sup>12</sup>.
- La pérdida de valor en el primer año es fuerte tanto en simple como en doble tracción, siendo inferior o ligeramente superior al 40 por ciento respectivamente.
- La depreciación, salvo en el primer año, puede considerarse constante en términos aproximados, si bien oscila entre el 7 y el 5 por ciento.
- Los valores residuales que se obtienen a los 10 años se pueden considerar en consonancia con la realidad. Así, en tracción doble son del orden del 10-11 por ciento del precio de adquisición mientras que en tracción simple se incrementan hasta el 15 por ciento.
- La diferenciación de la potencia del tractor es un elemento significativo cuando se aborda la estimación del valor residual, resultando que tractores de mayor potencia sufren una depreciación más intensa que aquellos de potencia más reducida.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASAE (1986): *Agricultural Engineering Yearbook*. ASAE.
- ASAE (1990): *Agricultural machinery management*. ASAE Engineering Practice: ASAE EP496.
- BOX, G. y JENKINS, G. (1976): *Time series analysis forecasting*. San Francisco. Holden Day.
- COOPER, D. N. (1994): «Net investment in agricultural tractors». *JAE*, vol. 45 (3): p. 339-350.
- CRABTREE, J. R. (1981): «The appraisal of machinery investment». *JAE*, vol. XXXII., 3.
- CROSS, T. L. y PERRY, G. M. (1995): «Depreciation patterns for agricultural machinery». *American Journal Agricultural Economics*, 77. Vol 1: pp. 194-204.
- ESCRIBÁ, F. J. y RUIZ, J. R. (1995): «La depreciación del capital productivo en España (1964-1990)». *Revista de Economía Aplicada*, 9. Vol III: pp. 21-40.
- MADDALA, G. S. (1977): *Econometría*. Mc Graw Hill. 546 p.
- MAKRIDAKIS, S. y WHEELWRIGHT, S. (1989): *Forecasting: methods for management*. Wiley & Sons, 470 p.
- MAPA (1968): *El coste de utilización del tractor agrícola*. MAPA.
- MAPA: *Boletines Mensuales de Estadística Agraria y Anuarios de Estadística Agraria*.
- MCNEILL, R. C. (1979). «Depreciation of farm tractors in British Columbia». *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 27(1): pp. 53-58.
- MOMA (1998): *Guía de tractores*. Marketing Ocasión Maquinaria Agrícola Editorial. S.L.
- ORTEGA, N. (1983): «El proceso de mecanización y adaptación tecnológica del espacio agrario español». *Agricultura y Sociedad*, 27: pp. 81-149.
- OTERO, J. M. (1993): *Econometría. Series temporales y predicción*. AC. 487 p.
- PENSON, J. B.; ROMAIN, R. y HUGHES, D. W. (1981): «Net investment in farm tractors: an econometric analysis». *American Journal of Agricultural Economics*. Vol 63 (4): pp. 629-635.
- PEÑA, D. (1989): *Estadística. Modelos y métodos. Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos. 745 p.
- PÉREZ, M. (1984): «Quince años de nuevas tendencias». *Laboreo 1984*, 15 aniversario: pp. 162-223.
- PÉREZ, M. (1990): «El tractor medio de España». *Laboreo-Solotractor*: pp. 234-238.
- PERRY, G. M.; BAYANER, A. y NIXON, C. J. (1990): «The effect of usage and size on tractor Depreciation». *American Journal Agricultural Economics*, 72. Vol 2: pp. 317-325.
- PICHOT, L. (1984): «La mecanización agraria española en quince años». *Laboreo*, 1984: pp. 210-223.
- PICHOT, L. (1984): «Evolución de la maquinaria agrícola (1970-1984)». *Laboreo*, 1984: pp. 154-159.
- REID, D. W. y BRADFORD, G. L. (1987): «A farm firm model of machinery investment decisions». *American Journal of Agricultural Economics*. Vol 69(1): pp. 64-77.

- UNTERSCHULTZ, J. y MUMEX, G. (1996): «Reducing investment risk in tractors and combines with improved terminal asset value forecasts». *Canadian Journal Agricultural Economics*, 44: pp. 295-309.
- URIEL, E. (1985). *Análisis de series temporales*. Modelos ARIMA. Paraninfo, 270 p.
- URIEL, E. (1995): *Análisis de datos. Series temporales y análisis multivariante*. AC. 433 p.
- VASAVADA, U. y COOK, K. (1996): «Short- run dynamics of machinery demand in Canadian Agriculture». *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 44: pp. 139-150.

## RESUMEN

### Análisis temporal de las ventas y estimación del valor residual de tractores en España

Los objetivos de este trabajo se han centrado en analizar el modelo de demanda de tractores en España, a través del número de inscripciones y estudiar su valor residual y depreciación en función de la antigüedad, del precio de venta de tractores de segunda mano y del nivel de potencia. Para ello, se realiza un análisis univariante de la serie temporal de inscripciones mensuales por medio de los modelos ARIMA y a través de los modelos de regresión se aborda el modelo de comportamiento del valor residual.

**PALABRAS CLAVE:** Serie temporal, análisis de regresión, maquinaria agrícola.

## SUMMARY

### Time analysis of sales and the remaining value of tractors in Spain

In this work two objectives are considered, to analyze the behaviour tractors' market through the estimation model that the inscriptions follow in Spain and to study the remaining value and the depreciation with market's price, age and level of power. Through models ARIMA is studied the time serie of inscriptions and with regression models its remaining value.

**KEYWORDS:** Time series, regression analysis, agricultural machinery.