

---

*Fernando Alvarez Garrido y  
Silvio Martínez Vicente\**

---

*Predicción de precios en los  
mercados agrícolas y ganaderos:  
Un ejemplo para las series  
de precios de cordero  
en el mercado de Baza\*\**

#### INTRODUCCION

Vivimos en un mundo cada día más complejo en el cual el uso de la informática y de las telecomunicaciones han hecho aumentar vertiginosamente el caudal de información a nuestra disposición. Este desarrollo informático ha permitido también que las técnicas de inferencia estadística, durante años estancadas en el plano de lo meramente teórico por falta de datos abundantes y medios de cálculo rápidos y asequibles, hayan experimentado en los últimos años un rápido desarrollo.

Sin embargo, este sofisticado mundo en continuo avance, no llega a todos los sujetos económicos al mismo ritmo al que se desarrolla, e incluso, a algunos aún no ha llegado. Un triste ejemplo de esta situación es el hombre

---

(\*) Economista y Dr. Economista e Ingeniero Agrónomo, respectivamente.

(\*\*) Trabajo desarrollado por el Departamento de Economía Agraria del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

— Agricultura y Sociedad n.º 30 (Enero-Marzo 1984).

del campo español, el cual poco o nada se ha beneficiado de los frutos de la nueva tecnología, especialmente de la informática.

No es nuestro objetivo entrar en este tema, de muy grande importancia, a la vista de lo observado en otros sectores productivos, los cuales se han visto profundamente transformados con la llegada a ellos de la informática y la racionalización del trabajo que la misma acarrea. Nuestro objetivo, más modesto, ha sido el tantear la posibilidad de mejorar la información sobre los precios de los mercados agrícolas y ganaderos ofreciendo predicciones sobre los mismos con cierta anticipación, las cuales han sido realizadas mediante el uso de las más modernas técnicas de inferencia estadística y del uso intensivo de ordenador.

Nuestro interés por este tema viene motivado por las peculiares características de muchos mercados ganaderos en nuestro país, en los cuales, la posesión de buena información sobre la oferta y la demanda juega un papel relevante. En numerosos mercados agrícolas y ganaderos, concurren productores individuales, no agrupados en ninguna asociación de producción o distribución, los cuales se suelen encontrar ante el hecho de que los precios imperantes en el mercado son establecidos unilateralmente por unos pocos compradores, los cuales además de detentar el control de la red de almacenaje y distribución, poseen información abundante sobre la situación del mercado en la zona y en los mercados donde finalmente se distribuye el producto. En esta situación, el productor no suele tener otra alternativa que aceptar el precio que se le ofrece.

Este tipo de mercado es lo que la Teoría Económica denomina oligopsonio u Oligopolio de Demanda, que es aquel mercado caracterizado por la existencia de unos pocos compradores, bien informados acerca de la oferta del mercado los cuales, en ocasiones, actúan coaligadamente. La oferta viene caracterizada por la afluencia de muchos vendedores, los cuales, individualmente, carecen de suficiente peso relativo como para imponer sus condiciones en el mercado. En esta situación, la posición de los oligopsonistas les permite presionar a la baja sobre los precios, obteniendo un beneficio extra respecto el que obtendría un

comprador normal en un mercado de competencia perfecta, en el cual concurrirían muchos compradores y vendedores sin ningún poder cada uno, para imponer precios. Este beneficio extra, es obvio que es pagado por los vendedores, aunque a un nivel más global, podemos pensar que también lo pagamos un poco todos, pues toda ineficiencia de los mecanismos de mercado repercute negativamente en la sociedad.

Con el fin de intentar paliar estas situaciones, ni eficientes ni equitativas caben plantearse diferentes acciones. Unas, aplicadas en la práctica para determinados productos se concretan en actuaciones por parte de la Administración tendentes a mantener un cierto nivel de renta aceptable en los productores agrícolas y ganaderos mediante el establecimiento de precios mínimos, subvenciones u opciones de compra. Esta política, transfiere parte de la pérdida de renta de los vendedores al resto de la sociedad, sin afectar sustancialmente a los ingresos de los oligopsonistas. Otra acción posible, sobre la cual pensamos se debería hacer más hincapié, sería el ofrecer a los productores información sobre los precios que, dadas las condiciones del mercado y la época del año, sean de esperar en un próximo futuro. Esta información, ofrecida con la suficiente antelación, podría ser utilizada como referencia útil para guiar a una oferta dispersa formada por muchos productores, los cuales podrían formular en base a la misma y a sus propias condiciones su estrategia de venta para un futuro muy a corto plazo, en vez de esperar a ver que precios se encuentran en la siguiente sesión de mercado.

La elaboración de esta información correría a cargo de personal especializado en el estudio estadístico de estos mercados, y su presentación debería hacerse de forma clara y concisa, concretándose en forma de predicciones sobre los precios máximos y mínimos que con un alto grado de probabilidad fuesen de esperar a corto plazo, haciéndose llegar a los productores a través de las Agencias de Extensión Agraria a otro organismo o medio de difusión en cercano contacto con los mismos.

Como ejemplo de un estudio estadístico de este tipo y del procedimiento seguido para la obtención de predicciones fiables de precios, a continuación procedemos a exponer el resultado de un trabajo desarrollado como experiencia piloto por el Departamento de Economía Agraria del Consejo Superior de Investigaciones Científicas junto a la Agencia de Extensión Agraria de Baza, en el cual se obtienen modelos que permiten efectuar predicciones a corto plazo sobre los precios de diferentes tipos de cordero que son objeto de transacción en el mercado de ganado de la citada localidad granadina. Este trabajo se inscribe en la línea de investigación cuantitativa sobre mercados de ganado que esta entidad ha venido desarrollando en los últimos años.

### **ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE EL MERCADO DE CORDERO DE BAZA**

El mercado de cordero de Baza, de carácter Regional, canaliza gran parte del cordero que se consume en Andalucía Oriental. Se celebra una vez por semana durante todo el año, salvo que circunstancias excepcionales, como fuertes nevadas, lo impidan.

El cordero allí comercializado es criado en las comarcas cercanas. El ganado adulto se alimenta en rebaño de pastar rastrojeras. Los ejemplares jóvenes, tras el período de lactancia, son alimentados en establos durante varias semanas con pienso vegetal obtenido en base a los productos que la explotación agrícola del propietario ofrece, siendo raramente alimentados con piensos y preparados adquiridos.

A este mercado concurre ganado ovino de todas las edades y características, habiéndose centrado nuestro estudio en los precios de los cuatro tipos de cordero que son objeto de más transacción, los cuales son los siguientes:

- Corderos de menos de 15 Kg.
- Corderos de 18 a 22 Kg.
- Corderos de 24 a 26 Kg.
- Corderos de más de 30 Kg.

La muestra considerada abarca el intervalo que va de la primera semana de enero de 1977 a la última de septiembre de 1983, siendo los datos semanales. Sobre la serie completa de precios de estos tipos de cordero se observan las siguientes características:

— Una tendencia creciente, explicable por el proceso inflacionista habido en los últimos años.

— Un acusado comportamiento estacional, característico de los productos agrícolas y ganaderos, cuya oferta depende el ciclo biológico del producto en cuestión. En nuestro caso concreto se observa que, para todos los tipos de cordero considerados, el ciclo estacional tiene una duración que oscila entre 45 y 51 semanas. El mínimo tiene lugar durante los meses de marzo-abril y coincide con la primera paridera que el ganado ovino tiene, la cual se produce en un momento de baja demanda, por lo cual, el nacimiento de los nuevos corderos provoca un aumento de la oferta y la consiguiente caída de precios. El máximo se presenta en los meses de octubre-noviembre, coincidiendo con la segunda paridera, solo que en este caso, la existencia de una fuerte demanda para abastecer el consumo de las Fiestas Navideñas hace que los precios suban.

— El cambio de la fase de los precios más bajos a los más altos dentro del ciclo estacional se produce con mucha rapidez, a lo sumo en tres semanas. Igualmente pasa en el proceso contrario, aunque a veces el descenso es algo menos rápido.

— Los cuatro tipos de corderos presentan en la evolución de sus precios un comportamiento muy parecido, aunque lógicamente, el nivel de las series es distinto, siendo mayor cuanto más grandes sean los corderos. No obstante se aprecia en las dos categorías de corderos más pequeños una mayor brusquedad en los cambios de precio y una mayor erraticidad en el comportamiento general de las series.

## **LA CONSTRUCCION DE MODELOS CON FINES PREDICTIVOS**

La modelación de los comportamientos seguidos por las series de precios de los cuatro tipos de cordero considerados ha sido abordada siguiendo la metodología Box-Jenkins (1976) para series temporales univariantes. Una visión a nivel básico sobre los modelos univariantes y el análisis de series temporales puede adquirirse acudiendo a Granger y Newbold (1977) y Chatefield (1975), y ejemplos prácticos de modelos para series españolas se puede ver en Información Comercial Española (1979).

El análisis univariante de series temporales intenta explicar el comportamiento de una serie temporal en base única y exclusivamente a su propio pasado, sin incorporar otras variables explicativas al modelo. El enfoque univariante seguido en este estudio se justifica en base a que:

— La modelización univariante es rápida, poco costosa y a menudo ofrece predicciones bastante aceptables.

— Para abordar la construcción de modelos econométricos con fines predictivos y varias variables explicativas se requiere conocer la estructura univariante seguida por cada una de ellas.

— Los modelos con varias variables requieren un minucioso estudio a fin de determinar qué variables deben incorporarse al modelo.

A pesar de todo esto, no se descarta que en el futuro se acometa la construcción de un modelo más complejo, incorporando otras variables explicativas a fin de mejorar las predicciones obtenidas.

Siguiendo, como antes dijimos, la metodología Box-Jenkins, pasamos a relatar los pasos seguidos en la construcción de los modelos.

### **A) Especificación inicial de los modelos**

En este primer paso, vamos a buscar con los instrumentos a nuestro alcance el establecer la estructura que las se-

ries siguen en el tiempo. Esta primera etapa consta de dos fases:

1<sup>a</sup>) Transformaciones en las series para convertirlas en estacionarias.

El proceso de construcción de modelos parte de considerar que el fenómeno analizado, en nuestro caso las series de precios de los corderos, son procesos estocásticos, es decir, fenómenos aleatorios que suceden en el tiempo, que siguen una ley de probabilidad determinada, la cual suponemos a priori que es normal. El tipo de proceso estocástico seguido por las series tiene un determinado esquema que se puede identificar si las series son estacionarias. El que una serie sea estacionaria significa que el nivel de la serie es constante a lo largo de la muestra considerada o dicho con otras palabras, que la serie no presenta tendencia u oscilaciones en el nivel de un año a otro, ni tampoco dentro del año. También debe cumplirse que la varianza de la serie sea constante a lo largo de la muestra, es decir, que las fluctuaciones de la serie no se amplifiquen o amortigüen. Por último, una serie estacionaria debe cumplir que el efecto producido en la misma por una perturbación que la desvía de su nivel habitual, tenga un efecto que se extingue en poco tiempo, tras el cual, la serie vuelve a su nivel normal o de equilibrio.

Nuestras series no presentan ninguna de estas características. Por el contrario presentan, como antes señalamos, un comportamiento tendencial, por lo cual el nivel de la serie no es constante a lo largo de la muestra. Tampoco presenta un nivel constante dentro de cada año, pues existe un ciclo estacional que hace variar este nivel.

La manera de solventar esta situación es abordar la modelización no sobre las series originales, sino sobre alguna de estas transformaciones:

- Diferencias semanales de precios ( $\Delta$ ).
- Diferencias entre las diferencias intersemanales y las mismas desfasadas 24 semanas ( $\Delta \Delta_{24}$ ), aproximadamente la mitad del ciclo estacional.

— Diferencias entre las diferencias intersemanales y las mismas desfasadas 48 semanas ( $\Delta \Delta_{48}$ , aproximadamente un ciclo estacional).

La justificación de la primera opción es eliminar la tendencia, y de las dos restantes, eliminar además las oscilaciones estacionales. Sin embargo con las simples diferencias semanales fue suficiente para hacer también a las series estacionarias respecto la no estacionariedad estacional, pues así no se observaba oscilación en la serie que se repitiese sistemáticamente en las mismas semanas a lo largo de los años analizados.

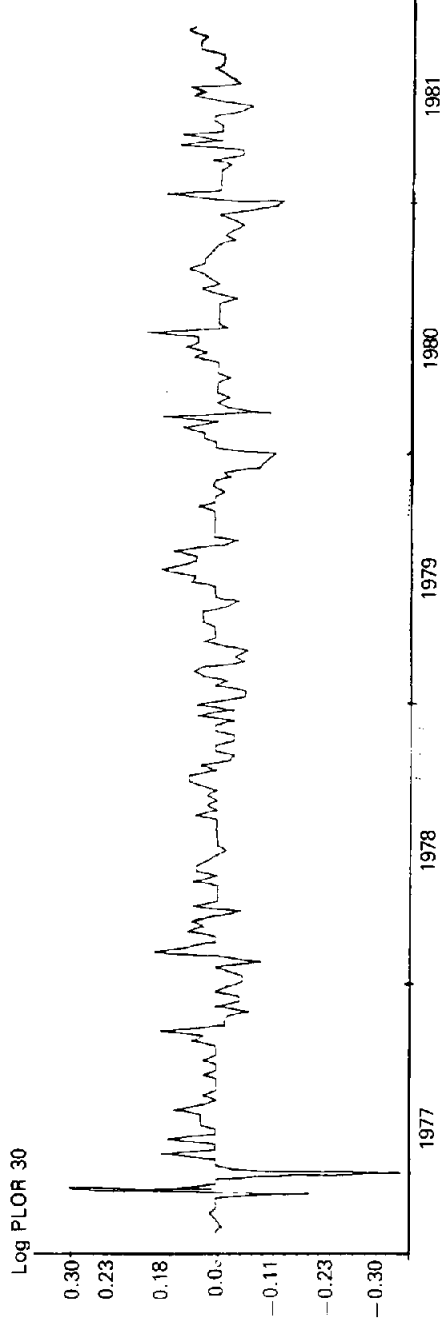
Resulta curioso reseñar, que aún teniendo las series un fuerte componente estacional, y siendo de esperar la necesidad de aplicar los operadores  $\Delta_{24}$  ó  $\Delta_{48}$ , no fuese necesario. El motivo de ello es que la periodicidad del componente estacional no es exacta, es decir, las subidas y bajadas fuertes en los precios no se producen en la misma semana cada año, por lo cual, al tomar diferencias ordinarias, este efecto queda un tanto difuminado. Este hecho, como más tarde veremos, tendrá repercusión en los modelos estimados.

Las series, tampoco presentan varianza constante, ni tampoco la serie de las diferencias intersemanales, la cual presenta unas oscilaciones que se van amplificando a lo largo de la misma. Para hacer la varianza constante tomamos los precios en logaritmos y hallamos las diferencias intersemanales de los mismos, y sobre esta serie, que es estacionaria según los requisitos que establecimos, procedemos a identificar el esquema que sigue.

Los gráficos 1 y 2 presentan el perfil de un tramo de las diferencias intersemanales y de la serie sin diferenciar respectivamente, ambas en logaritmos, correspondientes a la serie de precios de corderos de más de 30 Kg. En lo sucesivo utilizaremos esta serie para ilustrar los diferentes pasos seguidos, ya que como dijimos, todas las series analizadas siguen un comportamiento muy similar.

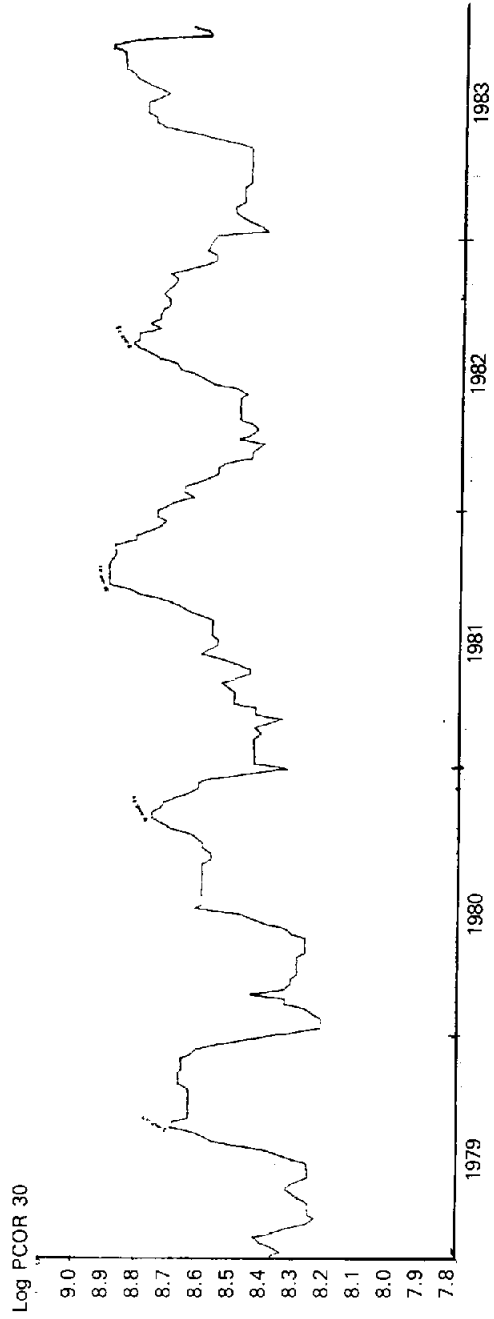


**GRAFICO 1.** — Perfil serie precios cordero en primeras diferencias (más de 30 kg.) en Log





**GRAFICO 2.**— Perfil serie precios cordero (más de 30 kg.) en Log



## 2.º) Identificación del proceso seguido por las series estacionarias.

Si las series son estacionarias, y bajo determinados supuestos, el tipo de esquema seguido en el tiempo por las mismas viene determinado por una función de autocorrelación simple (fac) y de autocorrelación parcial (facq). Existen facs y facps con diferentes formas, y cada forma de las mismas corresponde a un tipo determinado de proceso, además, según el valor de los coeficientes de autocorrelación y autocorrelación parcial que componen estas funciones, así será la intensidad con la que los parámetros del proceso actúan. Estas funciones miden la relación que existe entre dos valores de la serie retardados o desfasados  $k$  períodos. Los valores concretos de las funciones, para cada  $K$ , son los coeficientes de autocorrelación.

La identificación del proceso se realiza sobre unas estimaciones de estas funciones, las cuales son teóricas. Estas estimaciones son los correlogramas simple y parcial, respectivamente.

Los gráficos 3 y 4 ofrecen ambos correlogramas para la serie de las diferencias intersemanales de los logaritmos de los precios del cordero de más de 30 Kg.

Los modelos identificados, para todas las series son variaciones del esquema básico  $AR(1) \times AR_{24}(2)$ . Este sería el esquema que podríamos esperar en el caso de que el componente estacional presentara una periodicidad exacta, en la cual se produjera un cambio de fase en comportamiento estacional cada 24 semanas, y éste durase exactamente 48 semanas. No obstante, el que esto no se produzca tiene como consecuencia la existencia de correlaciones alrededor de dichos retardos que reflejan comportamientos estacionales de otra duración. Aunque en teoría, estas correlaciones correspondiesen al efecto interacción de la parte regular  $AR(1)$  de dichos esquemas, y de la parte estacional  $AR_{24}(2)$ , dicha interacción es mayor de lo debido, y además, en la fase de estimación se comprobó

GRAFICO 3.— CORRELOGRAMA Serie Log PCOR 30 kg.

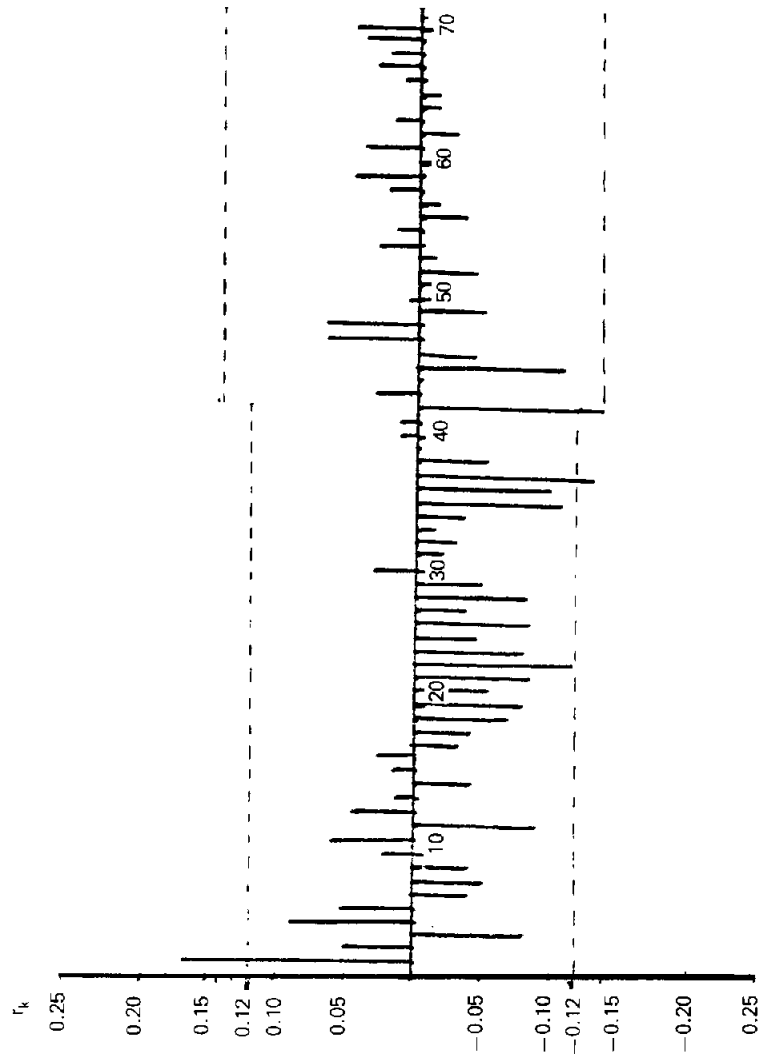
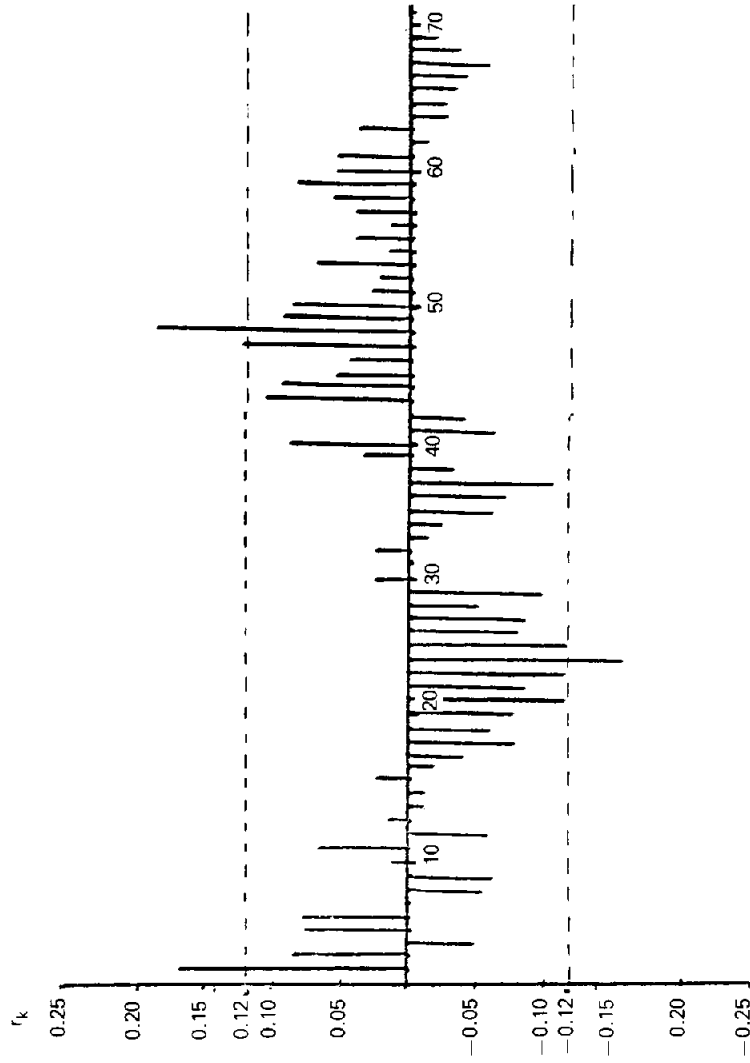


GRAFICO 4.— CORRELOGRAMA parcial serie Log PCOR 30 kg.



que este esquema básico era insuficiente para eliminar las correlaciones en los retardos próximos a 24 y 48.

Cabe destacar que, para las series de los precios de los dos tipos de corderos de mayor peso se aprecia un componente estacional significativo de periodicidad de siete semanas.

Sobre el porqué se ha elegido este esquema y no otro del tipo MA (Medias Móviles), ó ARMA (Mixto Autorregresivo y de Medias Móviles), se puede decir que para series muy desagregadas a nivel temporal, como es nuestro caso, salvo que las correlaciones observadas presenten un valor alto, es difícil afirmar a partir de la simple inspección visual de los correlogramas qué tipo de proceso siguen. Esto es algo que se determina estimando modelos en los cuales se incorporen las estructuras posibles que dichas series pudiesen en todo caso seguir, procediendo después a desestimar aquellas en las cuales la estimación del modelo nos deparó parámetros no significativos y utilizando los correlogramas residuales como fuente de información para especificar otro modelo. Sobre la identificación de los modelos cuando la información de los correlogramas no es muy clarificadora, la experiencia del analista juega un papel relevante.

## B) Estimación de los Modelos

La estimación de los modelos se ha realizado por un programa de ordenador que, para el caso de procesos autorregresivos, como es nuestro caso, obtiene estimaciones de los parámetros de los modelos por el procedimiento de la Máxima Verosimilitud Condicional.

Los modelos finalmente estimados son los que a continuación se detallan. La información completa sobre los mismos se encuentra recogida en el Cuadro nº 1.

— Precios Cordero hasta 15 Kg.

$$(1 - \phi_1 B) (1 - \phi_{24} B^{24} - \phi_{47} B^{47} - \phi_{48} B^{48}) \Delta \text{LnPCOR15}_t = a_t$$

— Precios Cordero de 18 a 22 Kg.

$$(1 - \Phi_1 B) (1 - \Phi_{24} B^{24} - \Phi_{25} B^{25} - \Phi_{47} B^{47}) \Delta \text{LnPCOR18}_t = a_t$$

— Precios Cordero de 24 a 26 Kg.

$$(1 - \Phi_1 B) (1 - \Phi_7 B^7 - \Phi_{25} B^{25} - \Phi_{42} B^{42} - \Phi_{44} B^{44} - \Phi_{48} B^{48} - \Phi_{50} B^{50}) \Delta \text{LnPCOR}_t = a_t$$

— Precios Cordero de más de 30 Kg.

$$(1 - \Phi_1 B) (1 - \Phi_7 B^7 - \Phi_{24} B^{24} - \Phi_{25} B^{25} - \Phi_{47} B^{47} - \Phi_{48} B^{48}) \Delta \text{LnPCOR30}_t = a_t$$

En dichos modelos los términos que aparecen son los siguientes:

—  $\Phi_i$  es el parámetro autorregresivo correspondiente al retardo  $i$ .

—  $B$  es el operador retardo, de tal manera que  $B^i$  actúa sobre la variable referida al período  $t$  retardándola  $i$  períodos.

—  $\text{LnPCORXX}_t$  son las diferencias semanales del logaritmo de los precios del cordero del tipo  $xx$  en el período  $t$ .

—  $a_t$  es una perturbación aleatoria que se distribuye normalmente con media cero y desviación típica  $\sigma$   $a$ , desconocida.

Las correlaciones estimadas entre los parámetros en ningún caso superaron el valor de 0.4 en términos absolutos, por lo cual suponemos que no existe colinealidad entre los mismos.

Aunque estos fueron los modelos finalmente estimados, se ensayaron otros diferentes modelos, partiendo de trabajar con los datos en logaritmos transformados por  $\Delta \Delta_{24}$  y  $\Delta \Delta_{48}$ , siendo el resultado de los mismos una mayor varianza residual y un mayor número de parámetros, por lo cual fueron desestimados.

### C) Verificación de la adecuación de los modelos estimados

— Correlograma simple y parcial de los Residuos.— No se aprecia en ambos ningún indicio de que haya quedado algún esquema de las series sin recoger en los modelos,

CUADRO N.º 1

Tipo de cordero	N.º efectivo de observaciones	Parámetros estimados	Estadístico <i>t</i>	Desv. tí- pica resid. %	Estadístico de Box-Pierce-Ljung			Correlaciones significativa- mente distintas de cero (1)	
					K = 12	K = 26	K = 50	Corr. simple	Corr. parcial
Hasta 15 Kg. ....	277	1 = 0.175	2.95	5.18%	12	34	71	K = 13 (2.0)	K = 7 (2.0)
		24 = -0.183	3.18					K = 26 (2.1)	K = 26 (2.0)
		47 = 0.192	3.54						K = 42 (2.1)
		48 = 0.142							
De 18 a 22 Kg. ....	278	1 = 0.149	2.51	4.62%	7	15	59	K = 37 (2.0)	K = 37 (2.1)
		24 = -0.138	2.40					K = 42 (2.0)	K = 42 (2.8)
		25 = -0.146	2.54					K = 49 (2.1)	K = 49 (2.5)
		47 = 0.205							
De 24 a 26 Kg. ....	274	1 = 0.237	4.11	4.00%	6	18	49	K = 35 (2.6)	K = 35 (2.6)
		7 = -0.112	1.99					K = 37 (2.6)	K = 37 (2.9)
		25 = -0.138	2.48						
		42 = -0.151	2.64						
		44 = 0.134	2.37						
		48 = 0.154	2.72						
50 = 0.139	2.46								
Más de 30 Kg. ....	277	1 = 0.218	3.68	3.68%	13	25	69	K = 10 (2.0)	K = 10 (2.3)
		7 = -0.111	1.99					K = 35 (2.0)	K = 35 (2.7)
		24 = -0.147	2.49					K = 37 (2.1)	K = 37 (2.7)
		25 = -0.126	2.18						K = 42 (2.3)
		47 = 0.112	2.53						
48 = 0.173	0.173	3.83							

(1) Los valores indicados entre paréntesis indican el valor de las correlaciones en términos de desviación típica de las correlaciones estimadas.



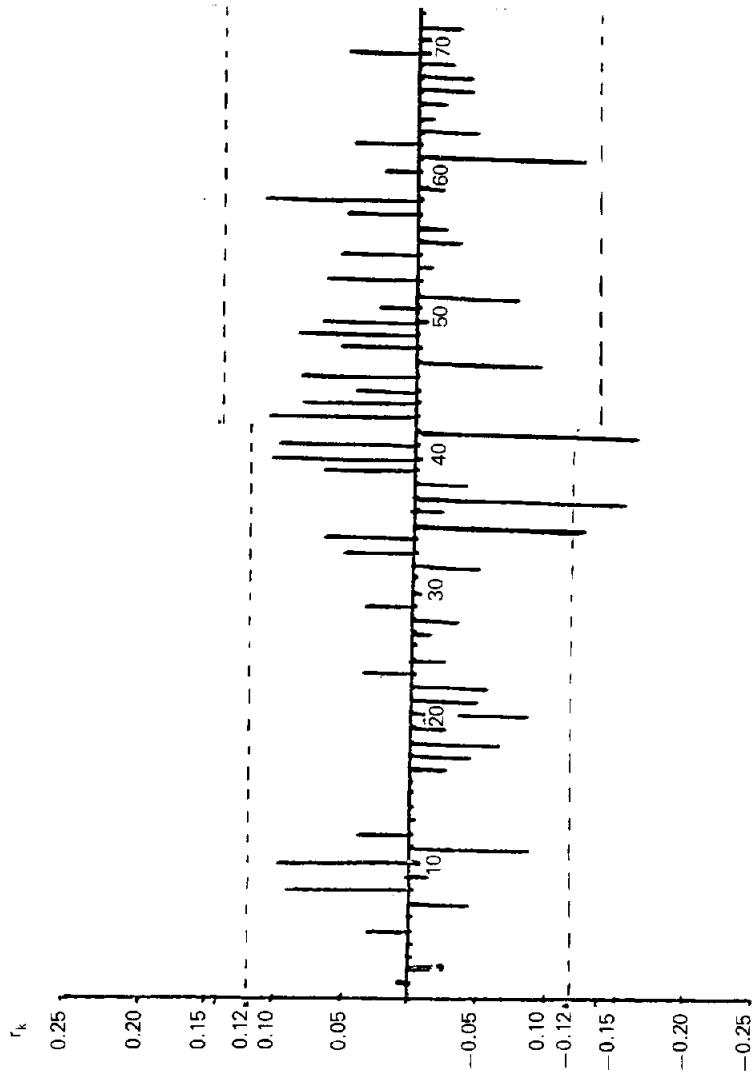
pues las correlaciones se encuentran en casi su totalidad dentro de la banda de dos veces la desviación típica de estas correlaciones estimadas. Tampoco hay correlaciones fuertes fuera de esta banda, y el número de las existentes no viola, al nivel de significación del 5% la hipótesis de que no existe correlación entre los residuos de los modelos. Los gráficos 5 y 6 ofrecen ambos correlogramas para los residuos de los modelos de los corderos de más de 30 Kg.

— Gráfico de los Residuos.— Tampoco se aprecian comportamientos extraños en los residuos, ni un número de estos que rebasen la banda de dos veces la desviación típica residual superior al 5%, por lo cual podemos afirmar que dichos residuos son ruido blanco.

— Estadístico de Box-Pierce-Ljung.— Este estadístico contrasta conjuntamente un grupo de autocorrelaciones simples residuales, para ver si están incorrelacionadas. Dicho estadístico, para los desfases indicados se distribuyen como una  $\chi^2$  de  $m-k$  grados de libertad, donde  $m$  es el número de autocorrelaciones recogidas en el estadístico, y  $k$  el número de parámetros estimados en el modelo. El cuadro n.º 1 recoge dicho estadístico para los retardos 12, 26 y 50 y a la vista de los mismos podemos suponer al nivel de significación del 5% que los residuos están incorrelacionados, aunque para el modelo de los corderos hasta 15 Kg., para el estadístico calculado para 26 autocorrelaciones, el valor obtenido ronda peligrosamente el límite de lo admisible.

— Sobreparametrización de los modelos.— Este procedimiento consiste en estimar modelos, partiendo de los obtenidos, añadiendo parámetros para los retardos que nos parezca aconsejable recoger algún esquema en los modelos finales. En nuestro estudio, los modelos finalmente obtenidos son el resultado de sobreparametrizar sucesivamente, sin que encontrásemos otros que admitiesen parámetros adicionales. Para el modelo de los corderos entre 24 y 26 Kg. se estimó otro modelo con más parámetros que el que presentamos, sin embargo fue desechado por decir peor.

GRAFICO 5. --- CORRELOGRAMA residuos modelo precios cordero 30 kg.



**GRAFICO 6.** — CORRELOGRAMA parcial residuos modelo pecios cordero 30 kgs.

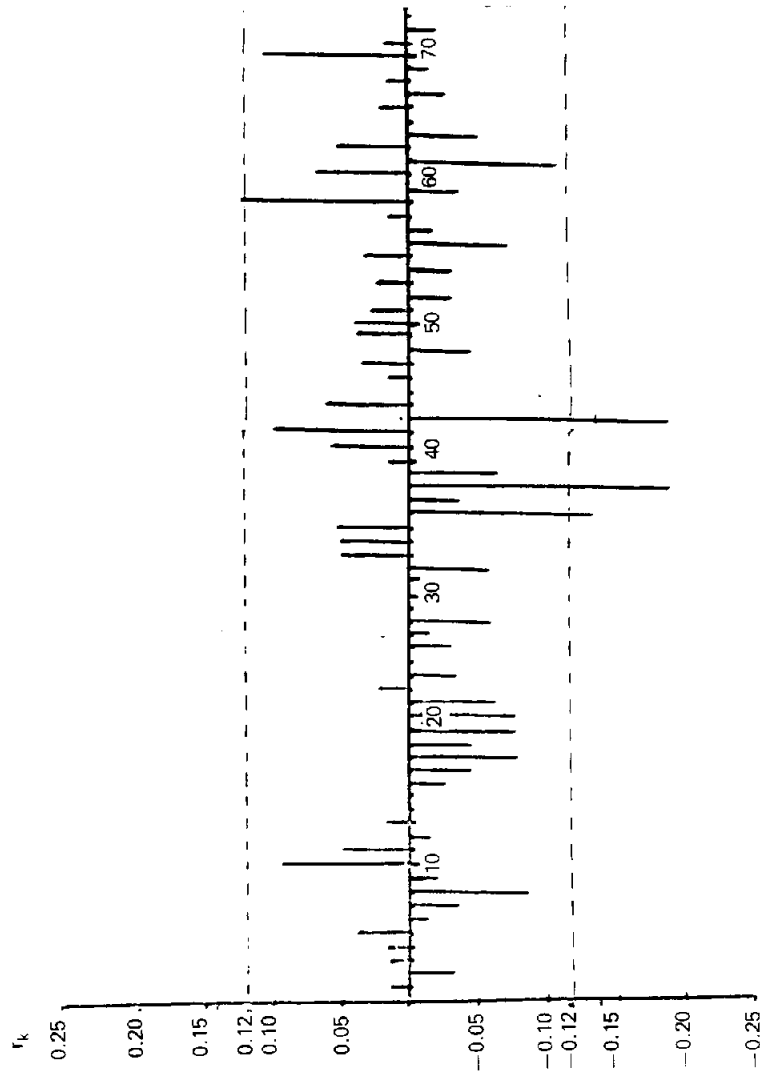
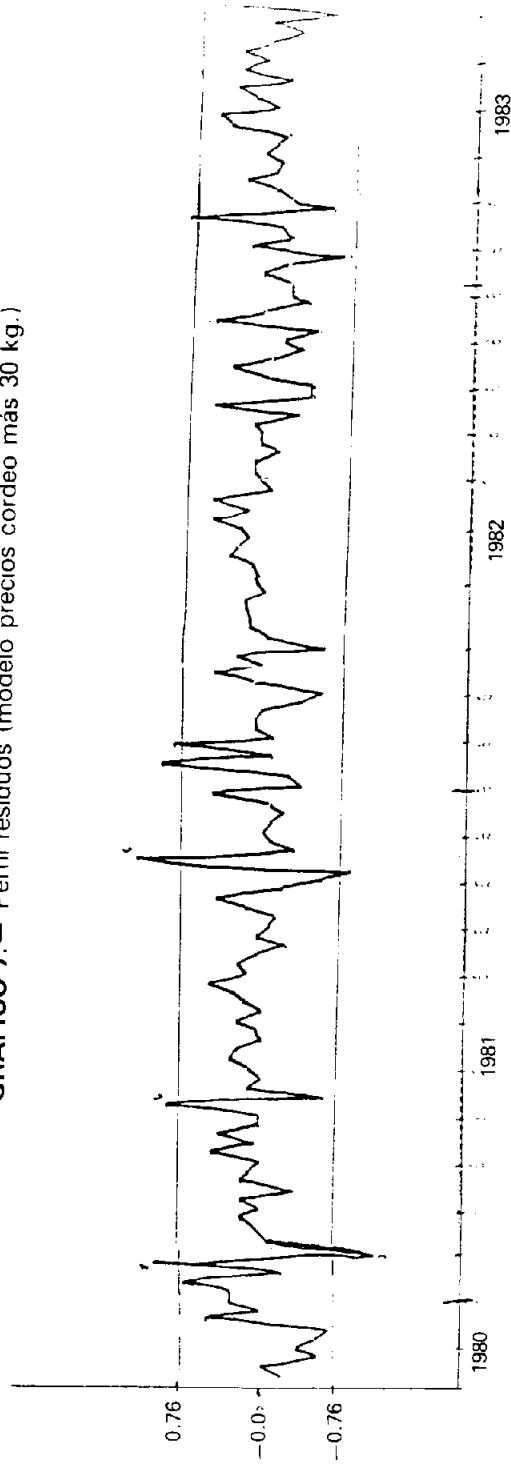


GRAFICO 7.— Perfil residuos (modelo precios cordeo más 30 kg.)



— Normalidad de los residuos.— La comprobación de la normalidad de los residuos en base a los coeficientes de asimetría y kurtosis, así como de la inspección visual de sus histogramas no dice nada en contra de suponer a los residuos normales.

#### **D) Predicción**

El análisis de los modelos estimados nos ha llevado a la conclusión de que no es conveniente realizar predicciones más allá de tres semanas adelante de la semana en la que nos encontremos. Esto es debido a que la varianza residual de los modelos estimados es bastante alta, debido en gran parte a los bruscos cambios estacionales de la serie, difíciles de predecir con exactitud respecto la semana en que tienen lugar a los cuales nos hemos referido ya varias veces. Dijimos que estos cambios de fase en el comportamiento estacional se producen con mucha rapidez, y los mismos no son recogidos adecuadamente por los modelos, dando lugar a residuos altos en las observaciones de la muestra que corresponden a estos momentos de cambio. Por lo que corresponde a la formación de las predicciones, como en la elaboración de las mismas intervienen valores de aproximadamente (según el modelo) medio período y un período estacional atrás, si estos valores reflejan una subida o bajada brusca, para esa semana, de la serie, esto quedará reflejado en la predicción, prediciéndose una subida o bajada. Pero como tales cambios no se producen, de período en período, en la misma semana, podríamos estar prediciendo, por ejemplo, una subida brusca de la serie y que ésta, en realidad no se produjese hasta dos semanas después, o por el contrario, que la serie presentase en la semana siguiente una subida importante y que nosotros no la predijésemos pues el valor correspondiente a la misma semana del período anterior que utilizamos al formar nuestra predicción no presentase todavía una subida. Además, las fórmulas utilizadas en la formación de las predicciones, presentan en la parte correspondiente a

la estructura estacional de la serie una formulación que en realidad promedia diferentes comportamientos estacionales, por lo cual, las predicciones realizadas con nuestros modelos presentarán un perfil algo más suave que el de las series originales.

Las funciones de predicción utilizadas para elaborar las predicciones, se obtienen a partir de los modelos estimados despejando el valor contemporáneo de la variable, proyectando los valores de la misma y sus valores retardados tantos períodos adelante como períodos adelante queramos predecir y tomando sobre esta expresión esperanza matemática. Las expresiones para predicciones una semana adelante son las siguientes:

— Modelo corderos hasta 15 kg.

$$PCOR_{15_t}(1) = \frac{Z_t^{1.175} \times Z_{t-24}^{0.183} \times Z_{t-46}^{0.192} \times Z_{t-47}^{0.142}}{Z_{t-1}^{0.175} \times Z_{t-23}^{0.183} \times Z_{t-47}^{0.192} \times Z_{t-48}^{0.142}}$$

— Modelo corderos de 18 a 22 Kg.

$$PCOR_{18_t}(1) = \frac{Z_t^{1.149} \times Z_{t-25}^{0.146} \times Z_{t-46}^{0.205}}{Z_{t-1}^{0.149} \times Z_{t-23}^{0.138} \times Z_{t-47}^{0.205}}$$

— Modelo corderos de 24 a 26 Kg.

$$PCOR_{24_t}(1) = \frac{Z_t^{1.237} \times Z_{t-7}^{0.138} \times Z_{t-25}^{0.171} \times Z_{t-42}^{0.187} \times Z_{t-43}^{0.098} \times Z_{t-47}^{0.154} \times Z_{t-49}^{0.170}}{Z_{t-1}^{0.237} \times Z_{t-6}^{0.112} \times Z_{t-24}^{0.138} \times Z_{t-41}^{0.151} \times Z_{t-44}^{0.166} \times Z_{t-48}^{0.190} \times Z_{t-50}^{0.165}}$$

— Modelo corderos de más de 30 Kg.

$$PCOR_{30_t}(1) = \frac{Z_t^{1.218} \times Z_{t-7}^{0.111} \times Z_{t-25}^{0.126} \times Z_{t-46}^{0.112} \times Z_{t-47}^{0.060}}{Z_{t-1}^{0.218} \times Z_{t-6}^{0.111} \times Z_{t-23}^{0.147} \times Z_{t-48}^{0.171}}$$

Estas expresiones son aproximadas, habiéndose eliminado los factores cuantitativamente poco importantes para evitar hacerlas demasiado largas y enfarragosas. En ellas, el término del primer miembro de la igualdad es la predicción a una semana vista hecha en la semana  $t$ . Los valores  $Z_{t-i}$  del segundo miembro son los valores de la serie en la semana  $t-i$ .

Los errores standard de predicción y los intervalos de confianza al 95%, en tantos por cien, para predicciones realizadas a 1, 2 y 3 semanas vista son los siguientes:

Tipo de cordero	Horizonte de la predicción	Error Std. de la predicción	Intervalo confianza al 95%	
			Límite infer.	Límite super.
Hasta 15 Kg.	a 1 semana	5,19%	$0,91\hat{Z}_t$ (1)	$1,10\hat{Z}_t$ (1)
	a 2 semanas	8,12%	$0,86\hat{Z}_t$ (2)	$1,16\hat{Z}_t$ (2)
	a 3 semanas	10,38%	$0,82\hat{Z}_t$ (3)	$1,21\hat{Z}_t$ (3)
De 18 a 22 Kg.	a 1 semana	4,62%	$0,92\hat{Z}_t$ (1)	$1,09\hat{Z}_t$ (1)
	a 2 semanas	7,12%	$0,87\hat{Z}_t$ (2)	$1,14\hat{Z}_t$ (2)
	a 3 semanas	9,06%	$0,84\hat{Z}_t$ (3)	$1,18\hat{Z}_t$ (3)
De 24 a 26 Kg.	a 1 semana	3,98%	$0,93\hat{Z}_t$ (1)	$1,08\hat{Z}_t$ (1)
	a 2 semanas	6,40%	$0,89\hat{Z}_t$ (2)	$1,13\hat{Z}_t$ (2)
	a 3 semanas	8,33%	$0,85\hat{Z}_t$ (3)	$1,17\hat{Z}_t$ (3)
Más de 30 kg.	a 1 semana	3,68%	$0,93\hat{Z}_t$ (1)	$1,07\hat{Z}_t$ (1)
	a 2 semanas	5,87%	$0,89\hat{Z}_t$ (2)	$1,12\hat{Z}_t$ (2)
	a 3 semanas	7,57%	$0,87\hat{Z}_t$ (3)	$1,15\hat{Z}_t$ (3)

A título de ejemplo de las predicciones obtenidas con los modelos correspondientes a los corderos de más de 30 Kg. ofrecemos las siguientes:

Período Base de predicción	Horizonte de la predicción	Predicción realizada	Precio acontecido	Error
Ultima semana de septiembre de 1983	a 1 semana	7.019 Ptas.	7.100 Ptas.	1,0%
	a 2 semanas	6.584 Ptas.	6.900 Ptas.	4,6%
	a 3 semanas	6.138 Ptas.	7.200 Ptas.	14,7%
Ultima semana de octubre de 1983	a 1 semana	7.199 Ptas.	7.700 Ptas.	6,5%
	a 2 semanas	7.122 Ptas.	7.800 Ptas.	8,7%
	a 3 semanas	7.094 Ptas.	8.000 Ptas.	11,3%
Período Base de predicción	Horizonte de la predicción	Predicción realizada	Precio acontecido	Error
Ultima semana de noviembre de 1983	a 1 semana	8.025 Ptas.	8.000 Ptas.	0,3%
	a 2 semanas	8.006 Ptas.	8.000 Ptas.	0,0%
	a 3 semanas	7.985 Ptas.	8.200 Ptas.	2,6%

#### 4. CONCLUSIONES

Del ejercicio de modelación y predicción realizados con las series objeto del estudio, se pueden extraer algunos resultados y conclusiones de interés, que básicamente son los siguientes:

a) El comportamiento estacional de las series analizadas presenta dos irregularidades: La primera es que la inflexión de los precios de la fase baja a la fase alta del ciclo estacional se produce de una manera rápida y brusca. La segunda es el hecho de que el número de semanas que estos precios permanecen en el techo y en el fondo del ciclo estacional tampoco es exacto, a lo largo de la muestra considerada.

Las consecuencias de estas dos peculiaridades se manifiestan a la hora de utilizar los modelos estimados para predecir. Estos van a carecer de suficiente flexibilidad para captar la semana exacta en la cual se produce esta inflexión, y las predicciones que para esas semanas se realicen van a seguir una trayectoria más suave que las series originales. Asimismo es de esperar que estos factores operen con algo más de intensidad en los modelos correspondientes a los corderos de 15 Kg. y de 18 a 22 Kg. cuyas series presentan estos cambios algo más acentuadamente.

b) Estos aspectos negativos, sin embargo, no invalidan los modelos obtenidos. Estos modelos han verificado unos test de validación que los hacen útiles para predecir, al menos a muy corto plazo, y concretamente hasta tres semanas adelante. El hecho de que no sea aconsejable realizar predicciones más allá es un fiel reflejo de lo que los datos disponibles ofrecen dentro del marco de un análisis univariante, en que disponemos. Como el plazo predecible de las series y los intervalos de confianza obtenidos son aceptables para los fines buscados al iniciar el estudio, el enfoque univariante aplicado a nuestro problema ha sido suficiente.

La posibilidad de ampliar el horizonte de nuestras predicciones y mejorar la precisión de las mismas necesitaría introducir información mayor en nuestro análisis. Concretamente deberíamos explicar y predecir el comportamiento estacional de nuestras series, que es el aspecto en el cual



el pasado de ellas proporciona información insuficiente. La manera de abordar este análisis sería a través de modelos uniecuacionales de función de transferencia, o los más complejos modelos multivariantes.

La construcción de un modelo uniecuacional de función de transferencia respondería al intento de recoger en el modelo variables que explicasen:

— El comportamiento estacional con una cierta anticipación, posiblemente factores climáticos como temperaturas y/o precipitaciones en la zona.

— Comportamientos anómalos de los precios durante algún año en concreto en el cual se mantuviesen a un nivel excesivamente alto o bajo, como por ejemplo tasas de mortandad del ganado, que recogiese el posible efecto sobre la serie de alguna epidemia.

La formulación de un modelo multivariante, en el cual se determinase simultáneamente los precios de todos los tipos de cordero considerados, respondería al caso en el cual supusiéramos que además de la influencia de variables exógenas sobre el sistema, existe una interrelación apreciable entre los diferentes precios que obliga a considerar su determinación de forma conjunta.

En cualquier caso, debe considerarse si el mayor costo y complejidad al abordar cualquiera de estos dos enfoques, y de forma especial el segundo, compensa con los resultados obtenidos con la modelación univariante, más modesta pero...

La conveniencia de estos enfoques más complejos, más que en la mejora de predicciones en sí, radica en la posibilidad de obtener una aproximación al conocimiento de las relaciones y factores determinantes en la formación de los precios en un mercado concreto.

c) Enlazando con el principio de este artículo, en el cual decíamos que nuestro objetivo era ver la posibilidad de mejorar la información de los agricultores y ganaderos, se puede concluir que la modelación univariante de modelos ARIMA como los utilizados en nuestro estudio puede ser útil para proveer de dicha información a fin de que los oferentes de productos agrícolas y ganaderos en los mercados puedan adoptar una estrategia de venta que les resulte más beneficiosa, pasando de ser precio-aceptantes en la si-

tuación de incertidumbre que la desinformación conlleva, a disponer de un punto de referencia sobre el cual formar sus expectativas de tal forma que les permita participar de forma más activa en la determinación de los precios del mercado.

d) Un último comentario sería el recalcar la necesidad de que estas predicciones ofrecidas se presenten de forma clara y concisa, en forma de intervalo de confianza de los precios esperados, pues lo contrario sería no ofrecer la verdadera información que las series contienen, u ofrecerla de forma oscura. Deben, asimismo, ser presentadas de forma atractiva para que sean bien acogidas y utilizadas. El no proceder de esta manera llevaría en poco tiempo a que los destinatarios de esta información dejaran de utilizarla.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE MERCADOS GANADEROS REALIZADOS POR EL DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRARIA DEL C.S.I.C.**

GARCÍA FERRER A. y MARTÍNEZ VICENTE S. (1980) «Un modelo de Simulación Dinámica para la Ganadería Española: El Pecunión». I Simposium Nacional sobre Modelado y Simulación en la Industria y Servicios Públicos-Sevilla.

## **BIBLIOGRAFIA BASICA SOBRE SERIES TEMPORALES**

### **LIBROS**

BOX G.E.P. y JENKINS G.M. (1976) «Time Series Analysis, Forecasting and Control». San Francisco. Holden Day.  
CHATFIELD D. (1975) «The Analysis of Time Series. Theory and Practice». London. Chaoman and Hall.

GRANGER C.W.H. y NEWBOLD T. (1977) «Forecasting Economic Time Series». New York. Academic Press.

## REVISTAS

INFORMACIÓN COMERCIAL ESPAÑOLA (1979) «Nuevos enfoques en el análisis de series temporales». Cuadernos Económicos del ICE, números 11-12.

### RESUMEN

*La aplicación de modelos econométricos para el estudio de los mercados agrícolas y ganaderos aún se encuentra en estado incipiente en nuestro país, a pesar de que la utilización de los mismos puede ser de gran interés para los productores y la Administración, a fin de proporcionarles información sobre la evolución futura de los precios y sobre las variables y relaciones determinantes en los mercados.*

*En este trabajo se presenta el resultado de un estudio realizado con las series de precios del cordero en el mercado de Baza, en el cual se ha utilizado la metodología Box-Jenkins para modelos univariantes, con el fin de obtener predicciones a unas semanas adelante de dichos precios. En los diferentes apartados se realiza un comentario sobre las características de las series utilizadas, los diferentes pasos seguidos en la construcción de los modelos ARIMA utilizados y la bondad de las predicciones obtenidas. Finalmente se comentan las conclusiones y recomendaciones del estudio que nos parecen de mayor interés.*

### RÉSUMÉ

*Dans notre pays, on ne fait encore que commencer à avoir recours aux modèles économétriques pour procéder à l'étude des marchés agricoles et d'élevage. Et pourtant, l'utilisation de ces modèles pourrait offrir un grand intérêt tant aux producteurs qu'à l'Administration, car ils ne manqueraient pas de leur fournir des informations sur l'évolution future des prix, ainsi que sur les variables et les relations qui sont déterminantes dans les marchés.*

*On présente dans ce travail les résultats d'une étude qui a été réalisée à partir des séries de prix de la viande de mouton au marché de Baza. On y a utilisé la méthodologie Box-Jenkins portant sur des modèles à une variable, dans le but d'arriver à faire des prédictions de prix quelques semaines à l'avance. Au cours des différents paragraphes de ce travail, on décrit les caractéristiques des séries qui ont été utilisées, on retrace les différentes étapes qui ont marqué la construction des modèles ARIMA que l'on a employés et l'on précise l'exactitude plus ou moins grande des prédictions qui ont été obtenues. Pour finir, on commente les conclusions et les recommandations qui sont proposées par cette étude et qui nous semblent présenter un énorme intérêt.*

### SUMMARY

*The application of econometric models to study the agricultural and cattle markets is still in its first stage in our country, despite the fact that the use of this can be of great interest for producers and Administration, with the end of providing them information about the future evolution of prices and about the variables and determining relations in the markets.*

*In this work the result of a study carried out with a series of prices of lamb in the market of Baza is presented, in which the methodology Box-Jenkins has been used for univarying models, with the aim of obtaining predictions some weeks before the said prices.*

*In the different sections a commentary is made about the characteristics of the series used, the different steps followed in the construction of the models ARIMA used and the excellence of the predictions obtained. Finally the conclusions and recommendations of the study are commented, especially those which seem of most interest.*

