

798452 //

EL EFECTO DE LOS PRECIOS SOBRE EL INVENTARIO Y
BENEFICIO DE GANADO: UN ANALISIS ECONOMETRICO

Alfonso Monardes*

* El autor agradece los comentarios de Andras Uthoff y Günther Held.

1. INTRODUCCION

La ganadería en Chile, comúnmente, se define dentro de un contexto de largo plazo como un sector estancado de la agricultura. Por supuesto, el comportamiento global del sector agrícola, que ha sido bastante pobre en los últimos 30-40 años, está estrechamente vinculado a este problema.

Para explicar el lento crecimiento de la masa ganadera, que entre 1936 y 1965 aumentó a una tasa aproximada de sólo 0,4 % anual, se cita comúnmente la incidencia de factores tales como precios, créditos, asistencia técnica, estructura del mercado, capacidad empresarial y otros. De estos factores, sin embargo, los agricultores y técnicos le asignan a los precios un papel preponderante.

Uno de los objetivos de este trabajo es determinar en qué medida los cambios en la producción están relacionados con los niveles de precios del producto. Se pretende, entonces, dar una expresión cuantitativa a esta respuesta, estimando algunos parámetros que, debidamente corroborados por otros estudios y antecedentes, pueden contribuir a la for-

mación de una base empírica de gran utilidad en el lineamiento de políticas de crecimiento para la ganadería.

El trabajo tiene un enfoque econométrico. De aquí que otro objetivo importante es la discusión de la selección de un modelo econométrico y de los métodos de estimación y análisis utilizados.

Primeramente, se presenta en forma breve el problema que se analizará para luego discutir el tipo de modelo econométrico que puede ser más adecuado dado el rezago que se produce en la respuesta de la producción ganadera a los cambios en los precios. Una vez seleccionado el modelo específico, se aplica a los antecedentes disponibles para el período 1936-1965. Se analiza inicialmente el comportamiento de la ganadería vacuna como un todo, y luego se continúa con un análisis desagregado por tipo de animal (novillos, vaquillas y vacas). La discusión de los resultados se realiza poniendo énfasis en los aspectos econométricos.

El problema

En el sector ganadero el inventario o stock de ganado (formado por los animales que en un momento dado están en los predios) es uno de los principales determinantes del nivel de producción de carne (definida como los animales que van a matadero más los cambios en stocks que permanecen en los predios). Cuando se produce un cambio en el precio del producto, los agricultores (como grupo), en el corto plazo, sólo pueden variar su producción en forma limitada a través de cambios habidos en la composición del inventario, dedicando, más o menos animales a la producción de carne, en relación con los que se dedican a la producción de leche, modificando el peso y la edad en que se envían al mercado,

etc.¹ En otras palabras, ante cambios en el precio, los agricultores no pueden ajustarse rápidamente al nivel deseado o planificado de producción, ya que el proceso de cambiar el nivel de stock o inventario de ganado, es lento.² Luego, para poder medir adecuadamente el efecto de los precios es necesario considerar el rezago en la respuesta, y, en consecuencia, distinguir entre los efectos de corto y largo plazo.

El problema que se analizará es importante circunscribirlo claramente. Los factores que influyen sobre la oferta son numerosos y variados, y en este trabajo no se pretende hacer un análisis de todos estos factores. Específicamente, el problema de este estudio se refiere al grado y tipo de respuesta de los inventarios y al beneficio de ganado ante cambios de precios. Es decir, el problema comprende sólo una parte de aquel más complejo que consiste en determinar una función de oferta en su sentido más amplio.³

2. EL ENFOQUE

Idealmente en econometría se quiere especificar y estimar el modelo correcto para un problema dado. En la

- ¹ La gran parte del ganado vacuno en Chile se puede clasificar como mixto, es decir, con capacidad para producir carne y leche, existiendo cierto grado de sustitución técnica en la producción de ellos. En consecuencia, se esperaría que la razón precio leche/precio carne afecte los niveles relativos de producción. En este trabajo no se pretende analizar este efecto.
- ² Naturalmente que la decisión de variar el stock de ganado dependerá de comparar la tasa esperada de retorno en esta actividad con la tasa de retorno en otras alternativas reales que tenga el agricultor. La tasa de retorno en la actividad ganadera variará con el precio relativo del producto y de los insumos utilizados.
- ³ En este contexto el trabajo se sitúa en la línea de los trabajos de Marc Nerlove, "Distributed Lags and Estimation of Long Run Supply and Demand Elasticities", J.F.E., mayo 1958 y "Estimates of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities", J.F.E., mayo 1956. Nerlove introdujo este tipo de enfoque en la estimación de elasticidades a través de modelos de rezagos distribuidos.

práctica, esto se logra en la medida de que se tenga un buen conocimiento de las interrelaciones existentes y de que se esté capacitado para medir y obtener los antecedentes apropiados.⁴ Una vez construido el modelo, es necesario utilizar procedimientos de estimación y análisis que consideren adecuadamente las características específicas presentes en las relaciones a estimar.

Para definir el modelo conceptual nos basaremos en la forma como parece operar el sector de ganado vacuno. Por el momento, no consideraremos ninguna de las limitaciones que pudieran darse en cuanto a calidad y cantidad de antecedentes disponibles.

A continuación se discutirá el tipo de modelo que se usará argumentándose que un modelo recursivo puede representar con propiedad las relaciones incluídas en el problema anteriormente ya definido. Luego, siguiendo con esta línea, se seleccionará un modelo operacional de resagos distribuidos.

2. 1. El tipo de modelo

La base para determinar el tipo de modelo que se usará está dada por las características de operación y comportamiento que posea el sector ganadero. Específicamente, nos interesa conocer si las variables más importantes del

⁴ ... "la construcción de un modelo puede mirarse como consistente de dos partes. Una consiste en la especificación del modelo económico, esto es, en las relaciones económicas generales. La teoría económica puede considerarse en términos de funciones y de ciertas variables dentro de esas funciones. La segunda parte en la construcción de un modelo consiste en la definición explícita de las ecuaciones que serán estimadas..."

"En la práctica, la especificación de las ecuaciones que serán estimadas estarán probablemente influidas por los antecedentes disponibles". Véase William Tomek y Kenneth L. Robinson, *Agricultural Product Prices*, Cornell University Press, 1972, p. 311.

modelo (producción, precios e inventario) se determinan en forma simultánea, o bien, si una relación de tipo recursivo está más de acuerdo con la realidad.

Consideremos algunas de las relaciones básicas que podemos observar en el sector ganadero en un país como Chile. La producción nacional en un año dado está principalmente determinada por el número de cabezas existentes en los predios en el año anterior y, además, por la disponibilidad de pastos en el año dado (que a su vez es función de las condiciones climáticas).

Los inventarios en un año dado están determinados por el inventario del año anterior y por las variaciones de éste, en respuesta a los efectos de corto plazo de cambios en precios en el año dado.

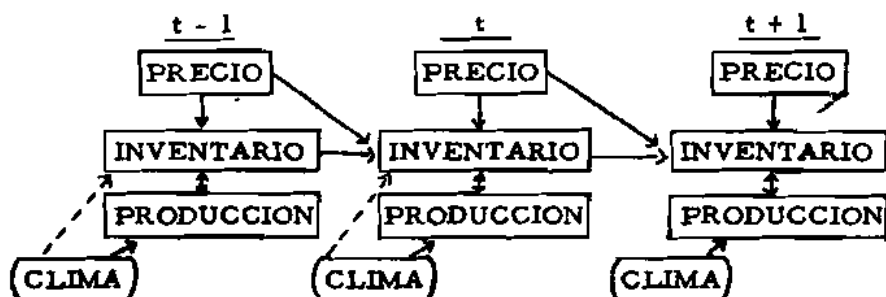
Si pensamos en un período relativamente corto de tiempo - por ejemplo un año - durante el cual la oferta (interna) sea más bien rígida, podemos considerar que los precios del período están principalmente determinados por los niveles que alcancen la demanda y las importaciones. En consecuencia, en este caso, precio y oferta no se determinan en forma simultánea en el período considerado.⁵ Se debe pensar entonces en un modelo de tipo recursivo como el de la Figura N° 1. Los precios en un año dado "t" afectan en alguna medida los inventarios del mismo año. Los productores reaccionan a los precios modificando la estructura de su inventario de ganado. De esta manera, si los precios suben y los agricultores esperan que el mayor precio se mantenga, ellos aumentarán su nivel esperado de producción. Sin embargo, para lograr este nuevo nivel deben aumentar

⁵ Esta argumentación se refiere a la relación en el tiempo entre precio de equilibrio y oferta. Ahora bien, en el caso de existir un precio fijado controlado distinto del de equilibrio tampoco hay determinación simultánea con la oferta del producto.

su stock de ganado, y esto lo logran aumentando el número de hembras destinadas a crianza. En consecuencia, puede esperarse que en el corto plazo al aumentar el precio disminuyan las ventas de hembras.

No obstante, el principal efecto de los precios será una respuesta rezagada de producción que resulta de cambios en los inventarios de ganado. De este modo, la producción del año "t" se determina tanto por los inventarios del último año como por el clima (un factor exógeno que también afecta los stocks) y por el efecto que los precios tienen en la composición del inventario del mismo año.

Figura N°1



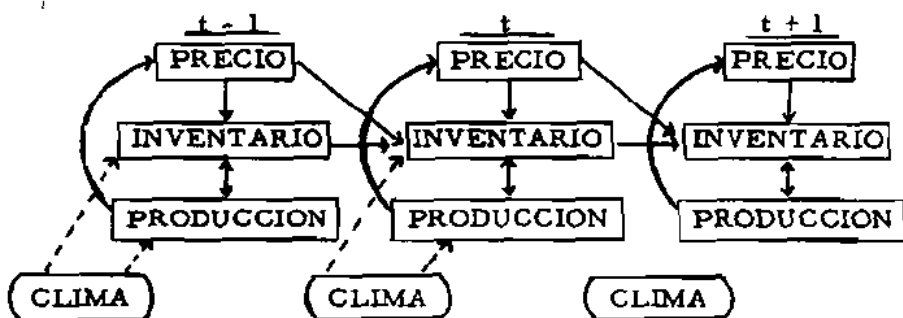
La determinación de tipo recursivo entre variables se refleja (siguiendo la definición de Bentzel y Hansen) en que todas las flechas tienen una sola dirección dentro de un período y todas las relaciones entre dos variables son unilaterales.⁶

Si, por el contrario, durante la unidad de tiempo considerada no sólo los precios afectan la producción sino que, ade-

⁶ R. Bentzel y B. Hansen "On Recursiveness and Interdependency in Economic Models", *Review of Economic Studies* XXII, 1954-55.

más, ésta afectara en forma significativa a los precios, estaríamos ante una situación de interdependencia o simultaneidad. También se puede pensar que las variables inventario y producción se determinan en forma simultánea para una cierta unidad de tiempo. Este tipo de modelo simultáneo se presenta en la Figura N° 2.

Figura N° 2



Este último tipo de modelo representa mejor (suponiendo otros factores constantes) una situación en que la unidad de tiempo considerada es bastante mayor que en el caso anterior. O bien, visto desde otro punto, la determinación consecutiva o recursiva en el primer caso es en parte consecuencia de tomar una unidad de tiempo relativamente pequeña (un año).

Vemos entonces que la decisión sobre el tipo de modelo que se debe utilizar, depende no sólo de la naturaleza del problema estudiado sino también de la unidad de tiempo a que están referidas las principales variables del modelo.

En este trabajo se seleccionó un tipo de modelo recursivo por las razones expuestas anteriormente y además porque la unidad de tiempo considerada es de un año, período en el cual es difícil que exista una determinación simultánea de precios y producción.

2.2. El modelo inicial de rezagos distribuidos y especificaciones alternativas

Debido a la naturaleza un tanto exploratoria de este trabajo, se decidió trabajar con algunos modelos específicos en forma alternativa. La diferencia entre estos modelos alternativos está dada por la forma como se determina en ellos el largo del rezago. El modelo básico es uno de rezagos distribuidos de naturaleza de ajuste parcial en que el modelo mismo determina la extensión del rezago. Alternativamente, se definieron modelos en los cuales el largo del rezago se determina a priori, en forma arbitraria, basándose en el conocimiento que se tenga del sector estudiado.

Consideremos la función:

$$(1) \quad \bar{y}_t = \alpha + \beta x_t + e_t,$$

donde

\bar{y}_t = nivel esperado de producción en el período "t"

x_t = precio del producto en el período "t"

β = coeficiente precio de largo plazo (elasticidad, si las variables se expresan en forma logarítmica)

El nivel \bar{y}_t no es observable, sin embargo, en cada período se produce un ajuste que tiende a este nivel esperado. Este ajuste se define por:

$$(2) \quad \gamma = \frac{(y_t - y_{t-1})}{(\bar{y}_t - y_{t-1})},$$

donde γ es una constante llamada coeficiente de ajuste que muestra la proporción de lo que queda por ajustarse (para

llegar al nivel esperado) que se lleva a cabo en un período dado.⁷

Al incluir la ecuación por sustitución de (1) en (2) llegamos a una función que puede ser estimada, ya que depende de variables observadas:

$$(3) \quad \bar{y}_t = \pi_0 + \pi_1 x_t + \pi_2 y_{t-1} + v_t,$$

donde

$$\begin{aligned} \pi_0 &= \alpha \cdot \gamma; & \pi_2 &= 1 - \gamma \\ \pi_1 &= \beta \cdot \gamma; & v_t &= \gamma \cdot e_t \end{aligned}$$

La ecuación (3) puede ser utilizada para estimar el coeficiente de ajuste γ . Directamente de esta función se obtienen π_1 y π_2 que son coeficientes de corto plazo, y reemplazando se obtiene el coeficiente precio de largo plazo β .

Es posible utilizar los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) como técnica de estimación, si el modelo satisface los supuestos clásicos. En este modelo estamos particularmente interesados en que los errores no estén correlacionados, es decir, v_t no esté relacionado con v_{t-1} . Como la variable y_{t-1} es una variable explicatoria, queremos que y_{t-1} con v_t no estén relacionados, ya que por definición y_{t-1} con v_{t-1} están relacionados. En consecuencia, estamos especialmente interesados en que:

$$E(v_t \cdot v_{t-s}) = 0 \quad \text{donde } s = 1, 2, \dots, t-1$$

y ($t > s$)

⁷ Lo que queda por ajustarse en el período "t" es $(\bar{y}_t - y_{t-1})$, el ajuste que se produce en el período "t" es $(y_t - y_{t-1})$.

Si esta condición se cumple⁸ no existirá autocorrelación, y los estimadores MCO serán asintóticamente válidos, de lo contrario, serán inconsistentes.⁹

La existencia de errores autorregresivos se determina a través de pruebas de hipótesis relacionadas con el coeficiente ρ , que mide la autocorrelación de primer orden,

También se definió una pequeña modificación del modelo original:

$$(4) \quad \hat{y}_t = \alpha + \beta x_{t-1} + e_t,$$

en que x_{t-1} reemplaza a x_t . Este cambio sugiere que los agricultores planifican un nivel de producción para este año basado en lo que fue el precio del año anterior. Esta especificación alternativa se hizo para explorar más y comparar las propiedades estadísticas del modelo inicial.

Por la misma razón, se definió un modelo de forma lineal del tipo:

$$(5) \quad Y_t = \alpha + \sum_{i=0}^n \beta_i X_{t-i} + e_t;$$

en que β_i se define como:

$$(6) \quad \beta_i = \beta + i\lambda, \text{ donde } i = 0, 1, 2, \dots, n;$$

⁸ En el caso de que las variables explicatorias no estén fijas sino que tengan una distribución, la condición quedaría:

$$\text{plim} \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T Y_{t-i} \cdot v_t \right] = 0$$

⁹ Véase H. Theil, "Principles of Econometrics", John Wiley y Sons, Inc. 1971, Capítulo 8, Sección 8-7, pp. 408-415.

Es decir, se supone que los β_i se relacionan linealmente con el tiempo. Remplazando β_i en (5) por su definición en (6) se obtiene la ecuación:

$$(7) \quad Y_t = \alpha + \beta \sum_{i=0}^n x_{t-i} + \lambda \sum_{i=0}^n x_{t-i} + e_t;$$

donde, n = un período de rezago definido arbitrariamente (3 y 4 años en el caso del presente trabajo),

λ = coeficiente de ajuste,

y las variables son las mismas definidas anteriormente.

Por último, fueron estimadas varias ecuaciones lineales simples que contienen variables rezagadas, pero no variables dependientes rezagadas. Estas se definen y se presentan en la discusión de los resultados del modelo básico de rezagos distribuidos.

3. LAS VARIABLES Y EL PERIODO DE TIEMPO INCLUIDO

Las siguientes variables fueron seleccionadas en base a la limitada información disponible.

a) Inventario total. Existen actualmente dos series de existencia de ganado vacuno para el país: las cifras oficiales del INE, y una serie que reestima los años intercensales.¹⁰ En

¹⁰ La metodología seguida para reestimar las cifras intercensales se encuentran en C. Barros, Un Modelo Económico para la Ganadería Bovina de Chile, Serie de Tesis de Grado N° 10, Universidad Católica de Chile, Departamento de Economía Agraria, 1973.

el momento de hacer este trabajo el autor sólo encontró disponible las cifras oficiales.¹¹

b) **Beneficio total.** Se consideraron dos definiciones alternativas de beneficio. La primera, basada en las cifras oficiales de beneficio de ganado nacional, sin incluir el beneficio no controlado. La segunda, agregando al beneficio controlado una estimación arbitraria del beneficio no controlado (que corresponde a un 15,4 por ciento de las matanzas controladas). De hecho, sólo la primera definición se usó para los resultados que aquí se presentan.¹²

c) **Inventario por tipos.** Se consideraron tres tipos de ganado para estudiarlos independientemente: vacas, novillos y vaquillas. Esta división es la que presenta el INE en sus cifras oficiales.

d) **Beneficio según tipo de ganado.** Sólo dos categorías se consideraron en este trabajo: novillos y vacas. Las definiciones también corresponden a las oficiales.

e) **Precios de ganado.** Se trabajó con las cifras oficiales del INE, deflactadas por el Índice de Precios al Consumidor. El precio del ganado corresponde a ganado vacuno en pie.

¹¹ Cabe destacar que con posterioridad a la realización del presente trabajo, el autor estimó algunos rezagos polinomiales, utilizando alternativamente las dos series de inventarios y no se encontraron diferencias de importancia en los resultados.

¹² La segunda definición se consideró muy insatisfactoria ya que existen razones para creer que el porcentaje de beneficio no controlado varió a lo largo del período considerado. Además, las propiedades estadísticas de la segunda definición fueron menos deseables cuando se utilizó para estimar algunas de las ecuaciones.

Período de tiempo

En este trabajo se incluye una serie de tiempo desde 1936 a 1965. Una razón para seleccionar este período es que ambos años extremos fueron años censales. Además, después de 1965 se inició una reforma agraria en que otros factores no incluidos en este modelo determinaron el comportamiento de los ganaderos. Para los años anteriores a 1936 se consideró que las cifras eran menos confiables.

4. ESTIMACION DEL MODELO EN FORMA AGREGADA

El modelo básico y sus extensiones fueron estimadas primeramente en forma agregada, es decir, incluyendo todos los tipos de ganado vacuno. Más adelante, en la sección siguiente el modelo se estima en forma separada para cada una de las distintas categorías o tipos que interesen, por ejemplo, novillos, vaquillas y vacas.

Se estudió el efecto de los precios sobre los inventarios de ganado y sobre el beneficio o matanza. La justificación para la respuesta de inventarios a cambios en precios, es que de hecho, los nuevos niveles de producción se alcanzan a través de cambios en los inventarios. Si estamos interesados en evaluar los efectos de la variable precio en la industria ganadera, la respuesta de los inventarios es de gran importancia, en especial, en una perspectiva de largo plazo. En cuanto al efecto precio sobre la variable beneficios o matanza, esta variable puede considerarse como una "proxi" de la variable producción.

4.1. El efecto precio sobre los inventarios

Se estimó primero el modelo inicial de rezagos distribuidos, correspondiente a la expresión (3) derivada anterior-

mente, y luego modificándola según se indica en el modelo (4') también ya presentado.

Las ecuaciones estimadas son para cada caso:¹³

$$(3') \quad \hat{y}_t = 5,35 + 1,49x_t + 0,89y_{t-1}$$

(238,4) (0,63)* (0,09)**

$$R^2 = 0,82$$

$$d = 2,46$$

$$(4') \quad \hat{y}_t = -86,8 + 2,27x_{t-1} + 0,86y_{t-1}$$

(216,3) (0,63)** (0,08)**

$$R^2 = 0,85$$

$$d = 2,73$$

donde:

y_t = inventario total del ganado vacuno en el año t ,
 x_t = precio promedio del ganado vacuno en el año t .

En ambos modelos el signo, tanto del coeficiente precio como el de la variable inventario rezagado, es positivo como se esperaría. Frente a un aumento en el precio del producto, los agricultores tienden a aumentar su stock de ganado con el fin de aumentar su nivel de producción. El mayor valor del coeficiente precio en el modelo (4') sugiere que el nivel de producción planeado para un año dado está más influido por el precio del año anterior que por el precio del año dado.

¹³ Los números entre paréntesis son los errores estándares de los coeficientes estimados. Un asterisco (*) representa un valor de "t" al 5% de significación y dos asteriscos (**) representan un valor de "t" al 1%. El R^2 es el coeficiente de correlación múltiple y "d" corresponde al estadígrafo de Durbin-Watson para medir correlación seriada. Esta misma notación se usará a través de todo este estudio.

Por la estructura del modelo, conocamos la relación que existe entre los coeficientes del modelo en su forma estimada y aquéllos del modelo en su forma original, (véase sección 2. 2.). Así vemos que el coeficiente de ajuste (γ) es bastante pequeño y similar para ambas formas del modelo [$\gamma = 0,11$ para (3'), y $\gamma = 0,14$ para (4')]. Si bien el coeficiente que es estable, su magnitud no parece ser muy realista, ya que implica que el ajuste total de los inventarios ante cambios en los precios toma mucho tiempo.¹⁴ Dada la relación existente entre el coeficiente de ajuste (γ) y el coeficiente precio de largo plazo (β), el bajo valor de γ se asocia con un valor alto de β .

Elasticidades precio de los inventarios. El grado de respuesta de los inventarios de ganado ante cambios en el precio del ganado, se estimó tanto para el corto como para el largo plazo. Se estimaron las elasticidades precio en el punto correspondiente a la media aritmética de las variables.

Elasticidades precio del inventario de ganado en el corto y largo plazo

	E_{cp}	E_{lp}
Modelo (3)	0,11	1,00
Modelo (4)	0,17	1,20

¹⁴Una manera de estimar el largo del rezago es a través de igualar $(1 - \gamma)^n$ a un número que arbitrariamente se considere lo suficientemente pequeño como para pensar que ya no queda algo significativo por ajustarse. Por ejemplo, se puede considerar que el ajuste se ha completado cuando a lo menos un 95% se ha llevado a cabo. En consecuencia, el largo del rezago estará dado por $(1 - \gamma)^n \leq 0,05$, donde
 n = número de períodos que toma el ajuste completo, y
 γ = coeficiente de ajuste

Los resultados indican que ante un cambio en precio, en el corto plazo la respuesta en el stock de ganado es baja. Sin embargo, en el largo plazo, ante un cambio proporcional en el precio, la respuesta en los inventarios es proporcionalmente igual o mayor.

Es interesante destacar que para el corto plazo (C. Barros, véase Bibliografía) con otra metodología, obtuvo valores similares para machos (0, 11) y para hembras (0, 18). Sin embargo, para el largo plazo presenta coeficientes de flexibilidad extremadamente pequeños. (Esto se discute en detalle más adelante en la sección 5. 3.)

Con el objeto de evaluar las estimaciones realizadas, sabemos que la existencia de un R^2 relativamente grande y coeficientes significativos, a pesar de ser atributos de importancia, no son suficientes. Para el tipo de modelo usado es muy importante determinar además la presencia de autocorrelación.

En relación con esto, es necesario recordar que el comúnmente usado estadígrafo de Durbin-Watson (D-W) no es estrictamente aplicable cuando las ecuaciones estimadas contienen variables dependientes rezagadas como variables explicatorias. Sin embargo, este test se usa generalmente en estos casos, lo cual es evidentemente incorrecto aunque el test posea algún poder en estas situaciones como lo menciona Johnston, basado en el trabajo que hicieron Taylor y Wilson.¹⁵ El tamaño de la muestra está positivamente relacionado con el poder del test de Durbin-Watson y este

¹⁵J. Johnston, *Econometric Methods*, 2ª edición, p. 311.

poder disminuye a medida que el R^2 es más pequeño. ¹⁶

Existe un test desarrollado por Durbin para detectar la presencia de autocorrelación cuando la ecuación contiene variables dependientes rezagadas entre las variables explicatorias. Aunque es un test para muestras grandes (Johnston se refiere a $n > 30$), lo aplicaremos a nuestras ecuaciones de $n = 29$ y $n = 36$, reconociendo que el poder del test se reduce levemente. ¹⁷

¹⁶ Si aplicamos el test standard de D-W a nuestras ecuaciones (3') y (4') de más arriba, obtenemos:

$$\text{Para (3')}: d = 2,46 \quad \text{y} \quad (4 - d) = 1,54$$

Los valores de la tabla para $n = 29$ y $k = 2$ son

$$d_l = 1,27 \quad \text{y} \quad d_u = 1,56$$

La hipótesis nula (H_0): no hay autocorrelación ($\rho = 0$). Para aceptar la H_0 se necesita que tanto "d" como "4 - d" sean mayores que d_u . Aquí vemos que $4 - d$ es levemente menor que d_u , y que d es mucho más grande que d_u , por lo tanto, estamos en una situación inconclusa.

$$\text{Para (4')}: d = 2,73 \quad \text{y} \quad (4 - d) = 1,27$$

Los valores de la tabla para $n = 29$ y $k = 2$, son

$$d_l = 1,27 \quad \text{y} \quad d_u = 1,56$$

Nuevamente, los valores caen en la región inconclusa. Pero ahora, $4 - d$ es igual a d_l ; en consecuencia, nuestros valores caen en el margen entre la región inconclusa y la de rechazo de la H_0 .

¹⁷ Véase J. Johnston, *Econometric Methods*, 2ª edición, p.313 y J. Durbin "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression when some of the Regressions are Lagged Dependent Variables", *Econometrica*, mayo 1970, vol.38 p.419, específicamente.

Para este test necesitamos estimar:

$$h = \hat{\rho} \sqrt{\frac{n}{1 - n\hat{\rho}^2}} \quad 18$$

Para nuestras ecuaciones estimadas la aplicación de este test de Durbin nos indicaría, que en el primer caso (3') se acepta la hipótesis nula de que no existe autocorrelación, y en el segundo caso (4') se rechaza la hipótesis nula (H_0) y, en consecuencia, aceptamos que existe autocorrelación de primer grado entre los errores.¹⁹

¹⁸ h = estadígrafo que se somete a test como un normal standard.
 n = tamaño de la muestra

$\hat{\rho}$ = estimación de la varianza muestral de π_2 (el coeficiente de y_{t-1})

$$\sum_{t=1}^n e_t \cdot e_{t-1}$$

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t \cdot e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \approx 1 - 1/2 d$$

ρ = coeficiente estimado de autocorrelación de primer orden de los residuos.

¹⁹ La hipótesis nula (H_0) es: $\rho = 0$ (no hay autocorrelación).

El valor crítico está dado por la tabla de "t". En esta situación se puede utilizar como valor crítico 1,645 correspondiente a los grados de libertad de una muestra grande y a un nivel de significación de 5 por ciento. (Véase Johnston, op.cit.)

Luego, si $h > 1,645$ rechazamos la H_0 al 5 por ciento de significación:

$$\text{Para (3')}: \quad h = -0,23 \sqrt{\frac{29}{1 - (29 \times 0,0077498)}}$$

$$h = -1,4067$$

En consecuencia, aceptamos la H_0

$$\text{Para (4')}: \quad h = -0,36 \sqrt{\frac{29}{1 - (29 \times 0,0642)}}$$

$$h = -2,149$$

En consecuencia, rechazamos la H_0 y concluimos que existe correlación seriada en los errores.

Es muy importante efectuar los test de hipótesis adecuados, ya que en ecuaciones con variables dependientes rezagadas la presencia de autocorrelación implica un serio problema porque, como se mencionó anteriormente, los estimadores (MCO) Mínimos Cuadrados Ordinarios serán inconsistentes. Por otro lado, si los errores son aleatorios y la ecuación contiene alguna variable dependiente rezagada, los estimadores MCO serán consistentes. Esta es una condición en que estamos especialmente interesados, ya que aunque los estimadores estén sesgados en muestras finitas, el sesgo tenderá a desaparecer al aumentar el tamaño de la muestra.

En nuestro caso, el test de Durbin nos permite afirmar que la ecuación (3') no posee el problema de estimadores inconsistentes generado por la presencia de autocorrelación. Por el contrario, la ecuación (4') presenta el problema de autocorrelación en los errores.

4. 2. Estimación del efecto precio sobre los beneficios de ganado

Una característica general de los distintos modelos de beneficio de ganado que fueron estimados es el persistente valor negativo de los coeficientes precio-beneficio. Esto implica una elasticidad precio negativa para la parte destinada a beneficio. La validez de este resultado será discutida más adelante luego de observar algunas de las ecuaciones estimadas.

La estimación del modelo original considerando el beneficio como la variable dependiente, dio como resultado:

$$(3b) \quad y_t = 258,59 - 0,75 P_t + 0,79 y_{t-1}$$

(71,98)** (0,25)** (0,09)**

donde:

y_t = beneficio total año t

P_t = precio promedio del año t

$n_t = 29$

$R^2 = 0,77$

$d = 1,35$ (Test de D-W no concluyente)

$h = 2,02$ (Test de Durbin se rechaza la $H_0: \rho = 0$)

En forma alternativa se podría pensar que la variable pertinente para determinar los beneficios del año t es el precio del año anterior (P_{t-1}), sin embargo, al remplazar P_{t-1} por P_t , la ecuación estimada pierde poder explicativo y aun más el coeficiente precio se torna no significativo. El test de Durbin también indica la presencia de autocorrelación señalando que los estimadores MCO son inconsistentes, en consecuencia, se debe buscar técnicas alternativas de estimación o especificaciones diferentes del modelo.

Se especificaron varios modelos lineales que no incluyen la variable dependiente rezagada entre las variables explicatorias. Los resultados de estas estimaciones se presentan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

Estimaciones de funciones lineales que relacionan precio de ganado y beneficio

Variable Depend.	Constante	Variables explicatorias					R^2	d
		P_{t-1}	I_t	I_{t-1}	T			
y_t	125,42 (102,85)	-1,55 (0,32)**	-	0,25 (0,06)**	1,13 (1,99)	0,78	1,45	
y_t	97,71 (89,33)	-1,46 (0,27)**		0,28 (0,03)**		0,78	1,41	
y_t	154,87 (79,97)*	-2,04 (0,28)**	0,29 (0,03)**	-		0,79	1,44	

donde:

y_t = beneficio total de ganado vacuno en el año t

P_t = precio promedio ganado vacuno en el año t

I_t = inventario total de ganado vacuno en el año t

T = variable tendencia

Ninguna de las ecuaciones del Cuadro N° 1 está completamente libre del problema de correlación seriada. (Nótese que ahora el test de D-W es aplicable.) A pesar de que en estos casos la autocorrelación no genera estimadores inconsistentes, éstos son sesgados e ineficientes.

Al observar el coeficiente precio del beneficio, es evidente que la relación de corto plazo entre el precio y beneficio es negativa. Esto está apoyado por el valor de R^2 , los valores significativos de "t" y la estabilidad relativa del coeficiente precio (éste varía aproximadamente entre -1,5 y -2,0). No vemos tampoco cambios drásticos en los coeficientes al eliminar, agregar, o remplazar una variable.

Otro modelo estimado corresponde a uno en que el rezago se ajusta linealmente, como ya se describió. La ecuación que se estimará es la (7), habiéndose agregado a ella una variable tendencia (T) y definiendo un rezago de cuatro años.

$$Y_t = \alpha + \beta \sum_{i=0}^4 P_{t-i} + \lambda \sum_{i=0}^4 i P_{t-i} + \mu T + e_t$$

La ecuación estimada es:

$$y_t = 515,04 - 1,3 \sum_{i=0}^4 P_{t-i} + 0,40 \sum_{i=0}^4 i P_{t-i} + 9,22T$$

(75,66)** (0,18)** (0,07)** (1,39)**

$n = 26$

$R^2 = 0,76$

$d = 0,7$

La interpretación del rezago en este caso pierde sentido debido al signo del coeficiente. Si el coeficiente precio es efectivamente negativo, los modelos anteriores son más relevantes.

Existe una explicación racional para la existencia de una elasticidad precio negativa en el corto plazo: cuando el precio del ganado vacuno aumenta (en términos reales), los agricultores reaccionan aumentando la oferta en el plazo intermedio y en el largo plazo. Pero, para poder aumentar sus stocks deben disminuir sus ventas (beneficios) de hembras y terneros en el corto plazo. Si esta hipótesis es válida, deberíamos ser capaces de mostrar que el beneficio de hembras es el que disminuye al aumentar el precio. En cuanto al beneficio de novillos, esperaríamos obtener un coeficiente precio positivo.

En consecuencia, debemos estudiar la relación entre precio y beneficio para diferentes categorías o tipos de animales, lo que haremos a continuación.

5. EL ENFOQUE DESAGREGADO

5.1. Efecto precio sobre los beneficios

La información disponible permitió la consideración de dos categorías de animales, novillos y vacas. Se estimaron distintos modelos de rezagos distribuidos en un intento por detectar tanto el tipo de relación entre precio y beneficio como la magnitud de las elasticidades precio de corto y largo plazo. Desafortunadamente, las diferentes ecuaciones estimadas presentaron dos problemas serios, la no significación de los coeficientes precio y la existencia de autocorrelación. El signo del coeficiente precio fue negativo pero no significativo tanto para novillos como para vacas. Debido a estos problemas se cambió la especificación del modelo y se estimaron ecuaciones lineales simples, algunas de las cuales aparecen en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2

Funciones lineales entre el precio y el beneficio de novillos
y vacas

a) Novillos

Var. dep.	Constante	Variables explicatorias					R ²	d	E _P ^N
		P _t	P _{t-1}	I _t	T				
y _t	91,70 (50,47)*	-1,36 (0,24)**	-	-	8,83 (1,14)**	0,73	0,58	-1,19	
y _t	79,83 (44,62)*	-1,38 (0,22)**	-	0,24 (0,16)	7,00 (1,31)**	0,80	0,60	-1,25	
y _t	71,07 (52,26)	-	-1,40 (0,29)**	0,53 (0,21)**	4,63 (1,50)**	0,73	1,09	-1,25	

y_t = beneficio de novillos en el año "t"P_t = precio de novillos en el año "t"E_P^N = elasticidad precio de novillosI_t = inventario de novillos en el año "t"

T = variable tendencia

R² = coeficiente de correlación múltiple

d = coeficiente de Durbin-Watson

b) Vacas

Var. dep.	Constante	Variables explicatorias				R ²	d	E _P ^V
		PN _{t-3}	PN _{t-4}	I _{t-1}	T			
y _t	-54,29 (26,08)	0,63 (0,12)**	-	0,23 (0,06)**	-1,88 (0,77)*	0,81	1,23	0,82
y _t	-47,97 (27,95)	-	0,60 (0,13)**	0,24 (0,06)**	-2,00 (0,83)*	0,78	1,53	0,80

R² = coeficiente de correlación múltiple

d = coeficiente de Durbin-Watson

y_t = beneficio de vacas año "t"PN_{t-3} = precio de novillos rezagado 3 años con respecto a "t"PN_{t-4} = precio de novillos rezagado 4 años con respecto a "t"I_{t-1} = inventario de vacas año t-1E_P^V = Elasticidad precio de las vacas

T = variable tendencia

En la parte (a) del Cuadro N°2 se presentan tres de las ecuaciones para la categoría de novillos. Se puede observar que el único coeficiente que no tiene el signo esperado es el de la variable precio, y la magnitud de este coeficiente fue bastante estable en éstas y otras ecuaciones estimadas.

En la parte (b) aparecen dos de las ecuaciones estimadas para la categoría vacas. Cuando el beneficio de vacas se explicaba por variables que incluían el precio actual o rezagada del mismo tipo de animales (vacas), los coeficientes precio siempre fueron no significativos. Esto se puede explicar por la siguiente hipótesis: el beneficio de vacas en cualquier año "t" es el resultado de decisiones en cuanto a cambiar inventarios, decisiones hechas tres o cuatro años antes en base al precio que tenían los novillos en esa época. Para comprobar esta hipótesis se estimaron varias estructuras de rezago y algunas de ellas se presentan en la parte (b) del Cuadro N°2, en que se observa que los coeficientes precio son altamente significativos y sus signos son consistentes con la hipótesis recién establecida. Las otras variables explicatorias también tienen coeficientes significativos. El coeficiente de correlación múltiple tiene un nivel aceptable, y el test de D-W no nos permite afirmar en forma concluyente que existe autocorrelación.

5.2. La hipótesis del beneficio y el problema de identificación en econometría

Se estableció la hipótesis de que el coeficiente precio del

beneficio de novillos debería ser positivo. Sin embargo, las relaciones estimadas indican claramente que este coeficiente es negativo ¿Es ésta una indicación de que la hipótesis inicial no se cumple? Probablemente no, porque debemos considerar que estamos trabajando con puntos de intersección de oferta y demanda y, en consecuencia (dependiendo de los cambios relativos de oferta y demanda) podríamos estar estimando un esquema que se aproxime a una función de demanda. Este problema de identificación podría solucionarse considerando otros factores que afecten la oferta, como sería el caso del clima, en nuestro problema, o bien, planteando un sistema simultáneo de oferta-demanda.²⁰

De acuerdo a nuestra hipótesis también esperábamos que el coeficiente precio para beneficio de hembras fuera negativo para un período corto de tiempo. Dentro de las hembras, las vaquillas y vacas jóvenes que se mantienen en el rebaño (en vez de venderlas) cuando los precios aumentan, sería la principal razón para obtener un coeficiente precio negativo. De hecho esta hipótesis no pudo ser analizada. La información disponible incluía beneficio de vacas, sin especificación de la edad. Esta es probablemente la razón por la cual los coeficientes estimados (para períodos corrientes o no rezagados) fueran muy pequeños en magnitud y no significativos. Para un año dado, la cantidad de vacas (viejas) enviadas al mercado no está muy relacionada con el precio en ese año. Esto es lo que la realidad sugiere y está de acuerdo con lo encontrado en este trabajo.

El beneficio de vacas en un año dado es una función directa del precio de los novillos tres o cuatro años antes, cuando los agricultores decidieron cambiar sus inventarios de acuerdo a los precios prevalecientes. Los coeficientes estimados son consistantes con esta hipótesis como se advirtió anteriormente.

²⁰ Véase Karl A. Fox, *Intermediate Economic Statistics*, 1968. Capítulo 11, específicamente pp. 373-389.

Estos resultados también son consistentes con lo que Yver encontró para la Argentina, trabajando con un modelo simultáneo, él estimó elasticidades precio de ventas para hembras en: el año dado y con uno, dos, tres, cuatro, cinco años de rezago y en el largo plazo. Las elasticidades precio son negativas hasta el segundo año rezagado, y se tornan positivas y crecientes empezando del tercer año de rezago para atrás. La estimación de la elasticidad precio para las ventas de hembras que obtuvo Yver fue de 0,53 para un rezago de cuatro años. En este trabajo para el mismo período de rezago y para vacas la elasticidad precio es de 0,82.

5.3. Efecto precio sobre los inventarios

Con respecto a este efecto cuando se considera separadamente cada tipo de animal (novillos, vaquillas y vacas) el modelo de rezagos distribuidos proporciona coeficientes significativos y con el signo esperado (véase Anexo). Esto tiende a confirmar los resultados obtenidos, en el enfoque agregado. Sin embargo están presentes los problemas de autocorrelación y baja magnitud del coeficiente de ajuste.²¹

Considerando estas limitaciones, se presentan las elasticidades precio obtenidas por tipo de vacuno en el corto (E_{cp}) y largo plazo (E_{LP}).

	E_{cp}	E_{LP}
Novillos	0,25	1,47
Vaquillas	0,18	-*
Vacas	0,22	1,29

*En este caso el coeficiente de ajuste es demasiado reducido en relación con las otras ecuaciones estimadas, lo que influye en que el valor de la elasticidad sea poco realista.

²¹La estimación de un modelo más simple no proporciona estimadores libres del problema de autocorrelación (Véase Anexo).

Los valores de las elasticidades de corto plazo para vaquillas y vacas son bastante similares a los obtenidos por Barros (op. cit.) para hembras. Para novillos es mayor la elasticidad de corto plazo estimada en este trabajo. Para el largo plazo no se encontraron estimaciones de otros estudios que pudieran compararse.²²

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El objetivo central de este trabajo es estudiar la respuesta de producción y stocks de ganado vacuno ante cambios de precios, poniendo un énfasis especial en la discusión de los aspectos econométricos relacionados con la especificación y estimación de un modelo.

Primeramente, se argumenta que un modelo de tipo recursivo puede representar las relaciones existentes entre las principales variables en estudio cuando la unidad de tiempo considerada es relativamente corta (un año).²³ Luego se especifica un modelo de rezagos distribuidos del tipo de ajuste parcial. También se deja espacio para modelos alternativos más simples.

²²C. Barros, (op.cit.) trabajando con un sistema simultáneo de oferta y demanda estimó elasticidades de corto plazo para machos y hembras, obteniendo valores de 0,11 y 0,18, respectivamente.

Para el largo plazo Barros no estimó directamente elasticidades sino que coeficientes de flexibilidad precio ($\frac{dq}{dp} \cdot \frac{p}{q}$), que corres-

ponden exactamente a $\frac{1}{E}$ sólo en el caso que no existan efectos cruzados. En todo caso, las magnitudes de los coeficientes de flexibilidad obtenidos son tan pequeños que cualquiera sea la magnitud y dirección de los efectos cruzados presentes, los valores implícitos de las elasticidades no son realistas.

²³Este período se refiere a la unidad en que se expresan las variables y no la duración de la serie de tiempo que se estudia.

Se estimó la respuesta a precios tanto del beneficio de ganado como del nivel de inventarios o stocks para el período 1935-1965. Se utilizaron dos enfoques para estimar los modelos especificados: (a) un enfoque agregado, donde las variables se definen para el total de todas las categorías de ganado vacuno, y (b) un enfoque desagregado, donde los modelos se estiman para diferentes categorías o tipos de animales (novillos, vaquillas y vacas).

Al estimar la respuesta de los inventarios ante cambios en los precios, los coeficientes del modelo de ajuste parcial son significativos y tienen el signo esperado. Sin embargo, el coeficiente de ajuste es pequeño, lo que indica que la estructura del rezagó es demasiado larga.

Las elasticidades precio del inventario indican que en el corto plazo la respuesta de los inventarios es pequeña y que, sin embargo, en el largo plazo esta respuesta es proporcionalmente igual o mayor que el cambio proporcional en el precio.²⁴ Este es un resultado importante en que los antecedentes empíricos confirman lo que a menudo se sostiene sobre la necesidad de una adecuada política de precios para lograr aumentos sustanciales de la masa ganadera.

Al estimar la respuesta de los beneficios ante cambios en el precio del ganado, una característica común de los diferentes modelos del enfoque agregado fue la obtención de coeficientes precio negativos. Sólo en el caso de las hembras y terneros se esperaría este tipo de relación en el corto plazo, y se puede explicar por la reacción de los agricultores que ante variaciones de precio varían la composición de su "portfolio" de animales. La hipótesis es que al aumentar el precio del ganado los agricultores disminuirían su venta de hembras y aumentarían sólo la de machos o animales viejos. Esta hipótesis no pudo ser verificada por fal

²⁴ Los resultados de este trabajo muestran que las elasticidades precio del inventario de ganado son aproximadamente de 0,11 en el corto plazo y 1,00 en el largo plazo (Véase sección 4.1).

ta de información y porque los coeficientes precio del modelo de rezagos distribuidos no fueron significativos. En el mediano y largo plazo la relación precio-beneficio de vacas debería ser positiva. Esto se confirma al trabajar con un modelo para vacas que contiene precios rezagados en tres y cuatro años. Este modelo deja en claro que el beneficio de vacas en un año dado es una función directa del precio de tres y cuatro años antes. Yver, trabajando con un modelo simultáneo para Argentina encontró esta misma relación, más la existencia de una relación negativa para los años previos al tercer año de rezago. Con respecto al coeficiente precio del beneficio de novillos, los diferentes modelos rindieron valores negativos. Este no es el signo esperado. La explicación más razonable de este problema de signos diferentes a los esperados parece ser que por estar trabajando de hecho con precios y cantidades de equilibrio, las estimaciones se aproximan más a un esquema de demanda. Es decir, estaríamos frente a lo que en econometría se define como el problema de identificación. En un período de tiempo tal como un año (nuestras observaciones son anuales) es posible pensar en un cierto grado de simultaneidad en términos de la determinación de precio - cantidad. Los agricultores dentro de este período pueden modificar sus envíos al mercado entre ciertos límites y así pueden estar en una posición de afectar al precio. La simultaneidad y recursividad son una materia de grado en el mundo real. Otra consideración de importancia en relación con los problemas observados se refiere a la dudosa calidad de los antecedentes de precio y beneficio. Antes de estimar modelos adicionales sería necesario encontrar medios de corregir estas series de tiempo.

Finalmente, cabe destacar que el conocimiento de la magnitud de las elasticidades de oferta de productos agrícolas es de gran relevancia para poder diseñar políticas de precios y proyectar sus efectos sobre la producción. Por este motivo, estimaciones adicionales que sirvan para corroborar y/o corregir las actualmente disponibles serán de gran utilidad.

7. ANEXO

El efecto precio sobre los inventarios por tipo de animal

La información disponible sobre inventarios permitió dividir el total de ganado vacuno en tres grupos: novillos, vacas y vaquillas. En el Cuadro A-1 se presentan los resultados de las ecuaciones estimadas.

Cuadro A-1

Novillos

Variable Depend.	Constante	Variables explicatorias			R ²	d
		X _t	X _{t-1}	Y _{t-1}		
Y _t	-33,34 (40,0)	0,50 (0,16)**	-	0,83 (0,08)**	0,86	2,72
Y _t	-32,08 (38,4)		0,60 (0,18)**	0,79 (0,08)**	0,87	2,6

Vaquillas

Variable Depend.	Constante	Variables explicatorias			R ²	d
		X _t	X _{t-1}	Y _{t-1}		
Y _t	-43,41 (36,43)	0,31 (0,13)**	-	0,96 (0,08)**	0,84	2,31
Y _t	-68,87 (32,41)	-	0,47 (0,12)**	0,95 (0,07)**	0,88	2,51

(Continuación Cuadro A-1)

Vacas

Variable Depend.	Constante	Variables explicatorias			R ²	d
		X _t	X _{t-1}	Y _{t-1}		
Y _t	-23,83 (103,7)	0,88 (0,38)**		0,83 (0,10)**	0,74	2,48
Y _t	19,05 (36,43)		0,81 (0,13)**	0,79 (0,11)**	0,72	2,56

El análisis por tipo de animal proporciona coeficientes en el signo esperado (una relación positiva entre precios e inventario). Sin embargo, vemos que, a excepción del grupo vaquillas, el problema de autocorrelación está presente. Otra limitación es el valor demasiado pequeño del coeficiente de ajuste, especialmente en el caso de las vaquillas. Cuando se estimó un modelo lineal simple, la magnitud de los coeficientes de la variable precio experimentan cambios de importancia, como se aprecia en el Cuadro A-2.

Cuadro A-2

	Variab. Depend.	Constante	Variables explicatorias		R ²	d
			X _t	S _t		
Novillos	Y _t	-11,46 (60,96)	1,29 (0,21)**	0,73 (0,12)**	0,73	0,53
Vacas	Y _t	199,94 (133,57)	1,39 (0,53)**	2,05 (0,46)**	0,52	0,94
Vaquillas	Y _t	60,99 (56,58)	0,52 (0,23)*	1,08 (0,19)**	0,59	0,81

Subsiste el problema de correlación seriada, es decir, los estimadores son ineficientes y sesgados. También podrían ser inconsistentes si una variable relevante hubiese sido omitida. Al explicar cambios en el inventario de ganado las condiciones climáticas son un factor importante en un país como Chile, y en el momento de hacer este trabajo no existía un índice adecuado para incluir esta variable. La mala calidad de los datos especialmente las estimaciones de inventarios para algunos años, se refleja en los modelos estimados.

BIBLIOGRAFIA

1. BALLESTEROS, Marto. Cuadernos de Economía N° 5 Instituto de Economía, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 1965.
2. BARROS, César. "Respuesta de la Producción Bovina ante Cambios de Precios: Un Enfoque Económico", Serie A, Trabajos de Investigación N° 8, Depto. Economía Agraria, Universidad Católica de Chile, noviembre, 1973.
3. BENTZEL, Ragnar y Bent Hansen. "On Recursiveness and Interdependency in Economic Models", Review of Economic Studies XXII, 1954-55.
4. DURBIN, James. "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression When Some of the Regressors are Lagged Dependent Variables", Econometrica, mayo 1970, vol. 38, o véase James Durbin, "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression When Some of the Regressors are Lagged Dependent Variables", Econometrica, vol. 8, mayo 1970.
5. FOX, Karl. "Intermediate Economic Statistics", Nueva York, 1968.
6. HILDRETH, Clifford F. G. y Jarrett. "A Statistical Study of Livestock Production and Marketing", Cowles Commission, Monografía N° 15, New York, John Wiley and Sons, 1955.
7. JOHNSTON, John. Econometric Methods, segunda edición, 1963, 1972.

8. LANGEMEIER, Larry y Russell G. Thompson. "Demand, Supply and Price Relationships for the Beef Sector, Post World War II Period", *Journal of Farm Economics*, febrero, 1967.
9. NERLOVE, Marc. "Distributed Lags and Estimation of Long Run Supply and Demand Elasticities", *Journal of Farm Economics*, mayo, 1958.
10. NERLOVE, Marc. "Estimates of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities", *Journal of Farm Economics*, mayo, 1956.
11. THEIL, Henri. "Principles of Econometrics", John Wiley & Sons, Inc., 1971.
12. TOMEK, William & Kenneth L. Robinson. "Agricultural Product Prices", Cornell University Press, 1972.
13. WALLACE, T. D. y Judge, G. G. "Econometric Analysis of the Beef and Pork Sector of the Economy", *Technical Bulletin T-75*, Oklahoma State University, agosto, 1958.
14. WALTERS, Forrest. "Predicting the Beef Cattle Inventory", *Agricultural Economics Research*, *USD Journal*, enero, 1965.
15. IVER, Raúl. "The Investment Behavior and the Supply Response of the Cattle Industry in Argentina", Ph. D. disertación para optar al grado de doctor, University of Chicago, septiembre, 1971.