

FUNCIONES DE OFERTA IRREVERSIBLES: LA OFERTA DE LECHE EN ESPAÑA

Por
ANTONIO ALVAREZ PINILLA (*)
JUAN PRIETO Y CEFERINO DE LA FUENTE (**)

EL fracaso de la Política Agraria Común para frenar el crecimiento de los stocks de ciertos productos agrarios, ha despertado el interés por otro tipo de medidas que sean capaces de corregir el desequilibrio existente entre oferta y demanda. Uno de los casos más preocupantes es el de los productos lácteos, cuyos excedentes han continuado creciendo a pesar de la aplicación de medidas estructurales como la tasa de corresponsabilidad o las cuotas de producción. Por ello, la CEE se ha planteado en más de una ocasión la posibilidad de reducir el precio de intervención de la leche, en un definitivo intento de disminuir la producción.

Sin embargo, la eficacia de esta medida depende de la elasticidad de la respuesta de la oferta ante disminuciones de los precios. Aunque normalmente se supone que la respuesta de oferta de los agricultores es simétrica, en el sentido de que una misma variación en el precio tiene el mismo efecto sobre la cantidad ofertada independientemente de la dirección de la variación, esto no siempre se cumple. Existen situaciones en las que los agricultores re-

(*) Unidad de Econometría e Informática, Centro de Experimentación Agraria, Villaviciosa (Asturias).

(**) Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Oviedo.

— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 153 (julio-septiembre 1990).

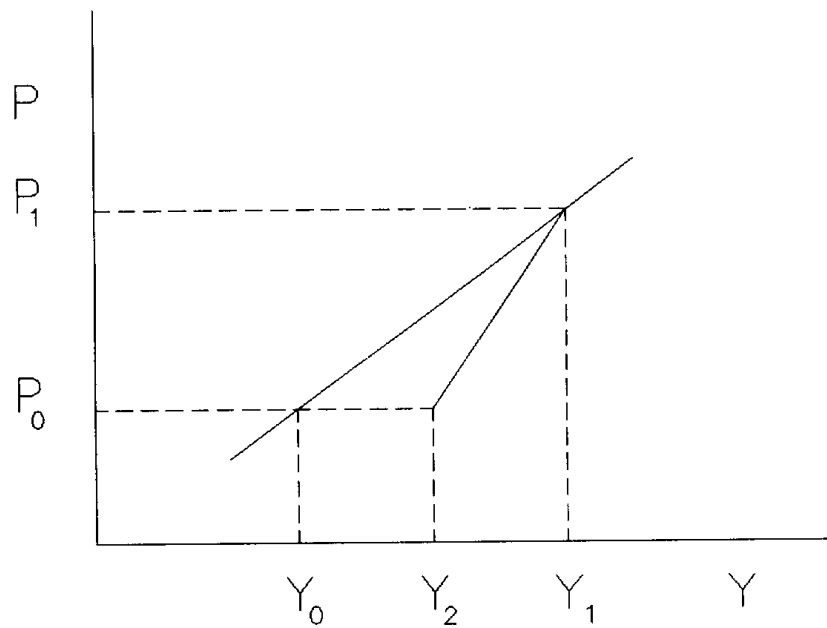
ducen su producción ante una caída del precio del output a una tasa menor que cuando la aumentan.

Esto se puede ver en la figura 1, donde un aumento del precio de P_0 a P_1 produce inicialmente un incremento de la cantidad producida de Y_0 a Y_1 . Sin embargo, si el precio se reduce otra vez hasta P_0 puede suceder que la cantidad ofrecida disminuya en una proporción menor, por ejemplo, hasta Y_2 .

A las funciones de oferta que exhiben este tipo de comportamiento asimétrico de los productores ante subidas y bajadas de los precios se las conoce como funciones de oferta irreversibles. Su principal característica es, pues, el permitir una distinta elasticidad de respuesta dependiendo del sentido de la variación del precio. El comportamiento esperado es que la pendiente de la función de oferta sea mayor para subidas en los precios que para bajadas de los mismos.

Por tanto, de cara a conocer la efectividad de la política de precios, parece importante estimar modelos que permitan contras-

FIGURA 1



tar la posible naturaleza irreversible de la oferta de ciertos productos agrarios. Sin embargo, los economistas agrarios no han prestado suficiente atención hasta el momento a este tipo de modelos. Si exceptuamos una serie de aplicaciones, la casi totalidad de los modelos de oferta han sido estimados bajo el supuesto de reversibilidad.

Este trabajo tiene un doble objetivo. Por un lado, se revisa la literatura existente sobre la asimetría en la respuesta de oferta. Por otro, se estudian, mediante la estimación de un modelo de oferta irreversible, las posibles consecuencias para los ganaderos españoles de una reducción del precio de intervención de la leche por parte de la CEE. Si la oferta de leche es irreversible, la política de precios no parece aconsejable para alcanzar el objetivo previsto de reducir la producción y sus únicas consecuencias se traducirían en una reducción de los ingresos reales de los ganaderos.

I. EL CONCEPTO DE IRREVERSIBILIDAD

El concepto de irreversibilidad es bastante antiguo. Young (1980) cita a Marshall como el primer economista que expuso con claridad este fenómeno: «... (la teoría estática) no está basada en las situaciones reales de la vida, en tanto en cuanto supone que si la producción normal de una mercancía aumenta y después disminuye hasta la primitiva cantidad, el precio de demanda y el precio de oferta volverán a sus posiciones iniciales para esa cantidad».

A pesar de esta temprana contribución, el primer trabajo aplicado sobre el tema tuvo que esperar cuarenta años. Farrell (1952) encontró que la modelización del consumo de ciertos bienes caracterizados por fuerte formación de hábitos (tabaco, té y cerveza) confirmaba la existencia de un comportamiento asimétrico de los consumidores. Su trabajo no encontró, sin embargo, continuación en el lado de la demanda y sólo recientemente han recuperado los economistas el interés por este tipo de modelos.

Por el lado de la oferta, el tema de la irreversibilidad aparece implícito en un artículo de Galbraith y Black (1938) en el que intentan explicar por qué la producción agraria permanece constante

en los años de depresión, es decir, cuando los precios están bajando. Las posibles explicaciones que encuentran son las siguientes (1):

1. Importancia de los costes fijos en la producción agraria.
2. Intentos de los agricultores de compensar los descensos en los precios mediante aumentos de la producción. Debido a que el descenso de los ingresos hace que aumente la utilidad marginal de la renta, el agricultor aumenta el número de horas trabajadas para mantener constante la relación marginal de sustitución entre renta y ocio.
3. Ciertas peculiaridades físicas o tecnológicas de la producción agraria, como el largo período de producción y los efectos accidentales del clima.
4. Presencia de un elevado grado de producción de subsistencia.
5. Reducción durante las depresiones de los precios de los factores de producción.
6. Diferencias en la estructura de mercado entre la agricultura y otros sectores.

Sin embargo, el primer planteamiento teórico serio de estos modelos se encuentra en un artículo de Glenn Johnson (1945). Su punto de referencia es la polémica existente en los años 40 para explicar por qué las estimaciones de funciones de oferta agregadas en el sector agrario daban unos resultados bastante pobres. Las principales explicaciones hasta ese momento se habían centrado en la ausencia de variables relevantes de difícil medida, tales como el cambio tecnológico, el riesgo o las mejoras en capital humano.

Glenn Johnson sugirió una aproximación alternativa para atajar este problema: «... lo que sigue está basado en la convicción de que el fracaso de nuestros anteriores intentos de entender la función de oferta agregada de la agricultura no está en las variables omitidas; en su lugar, la dificultad parece estar principalmente

(1) Algunos de estos argumentos han sido considerados en un artículo de Prieto Guijarro (1987) en el que relaciona el grado de disponibilidad relativa de los recursos con la eficiencia de las explotaciones agrarias.

en el apartado analítico... El aspecto más ignorado del actual análisis agregado de la oferta en la agricultura es la teoría de los activos fijos».

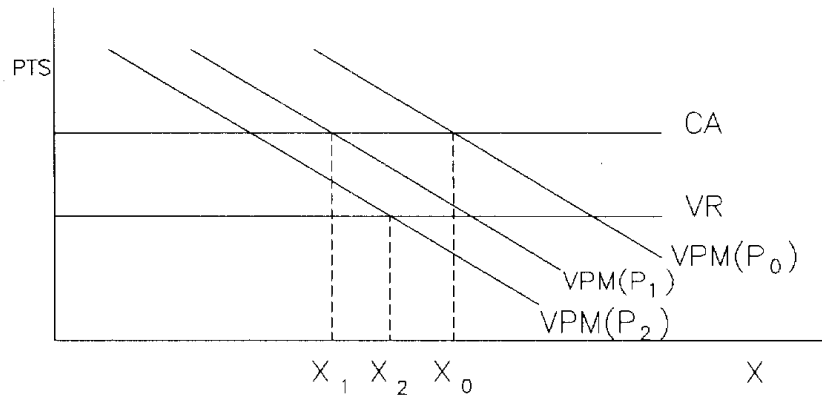
A continuación, siguiendo la idea original de Johnson, se desarrolla el marco analítico de la irreversibilidad de la oferta agraria dentro de un contexto estático.

II. LA TEORIA ECONOMICA DE LA RESPUESTA DE OFERTA ASIMETRICA

El análisis de Johnson señala como causa de la irreversibilidad de la oferta el que en determinadas ocasiones algunos inputs variables se vuelven fijos para el agricultor en el sentido de que no le es rentable deshacerse de ellos. Esto sucede cuando el precio del output cae y el agricultor tiene que reducir el uso de sus inputs variables para disminuir su producción hasta una nueva cantidad para la que el coste marginal sea igual al ingreso marginal.

En algunos casos este proceso no es tan sencillo, como se puede observar en la figura 2. Cuando el precio del output es P_0 el agricultor usa X_0 unidades del input X. Si el precio cae hasta P_1 , el agricultor no puede reducir la cantidad empleada del input X hasta X_1 , donde $VPM_X = P_X$ porque el valor de venta (VR) del

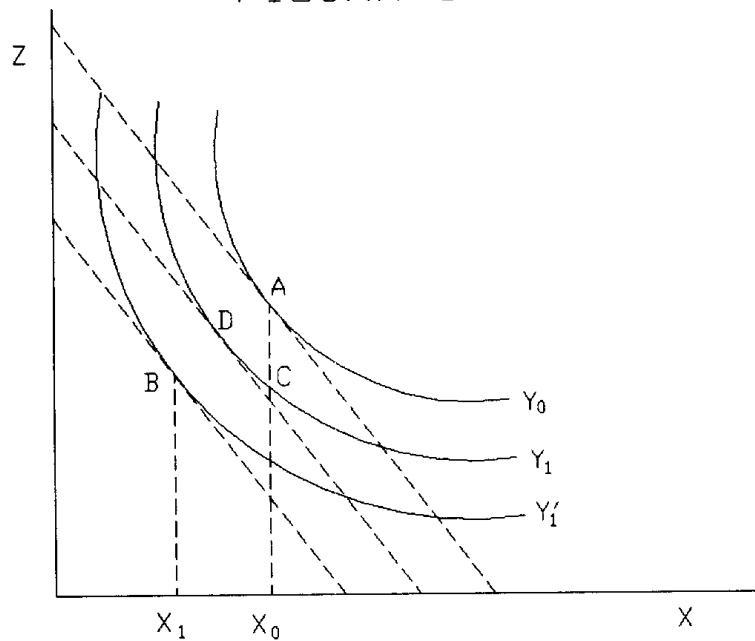
FIGURA 2



input X es menor que el valor de su producto marginal. Cuando el precio del output baja, se supone que todos los agricultores que emplean la misma tecnología tienen el mismo incentivo para reducir su producción, por lo que tendrán que vender sus inputs en otros mercados con precios más bajos. Un ejemplo claro es el de las vacas lecheras que alcanzan un precio muy inferior a su coste de adquisición si tienen que ser vendidas para carne. Si el precio sigue bajando hasta P_2 , entonces el agricultor reduce la cantidad empleada de X hasta X_2 .

En la figura 3 se pueden ver las combinaciones de inputs que minimizan el coste para los distintos precios del output P_0 (A) y P_1 (B). Cuando el precio cae hasta P_1 , el agricultor necesita reducir su output para igualar coste marginal e ingreso marginal. Si no hubiera irreversibilidad se situaría en B para producir Y'_1 , pero como el input X está atrapado en su nivel actual de uso X_0 , la reducción en el output es menor, hasta Y_1 . Se observa que el

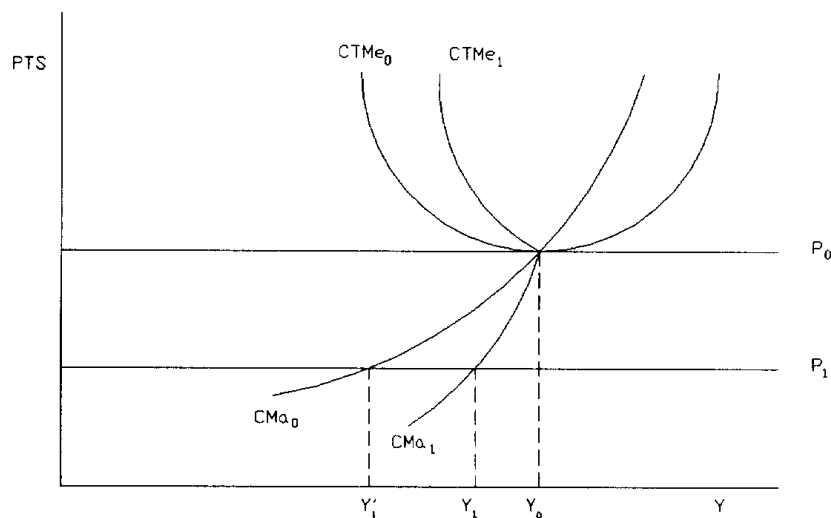
FIGURA 3



nuevo output maximizador del beneficio (Y_1) se obtiene con la combinación de inputs C , que no minimiza el coste de la producción de producir Y_1 (D), por lo que sus costes unitarios son ahora mayores.

En la figura 4 se observa lo que sucede a los costes marginales durante el proceso descrito anteriormente. Cuando el precio del output aumenta, el agricultor se enfrenta a una estructura de costes típica, pero cuando el precio disminuye parte de los inputs se vuelven rígidos, modificando la estructura de costes de una manera similar a una vuelta a un plazo de producción inferior en el que los inputs fijos han aumentado y los variables disminuido. La nueva estructura de costes viene dada por las curvas CMA_1 y $CTMe_1$. El coste total de producir Y_0 o un output superior no ha cambiado, pero para niveles inferiores el coste total es ahora superior ya que el agricultor tiene un nivel de inputs fijos por encima del óptimo para su producción actual (Y_1). La nueva curva de costes marginales tiene una pendiente mayor y está situada por debajo de la primitiva curva. Los costes marginales son ahora menores porque hay exceso de capacidad, siendo posible producir unidades adicionales de output a un coste menor.

FIGURA 4



III. MODELOS EMPIRICOS DE IRREVERSIBILIDAD DE OFERTA

El primer intento de estimar la irreversibilidad de la oferta agraria fue realizado por Tweeten y Quance (1969). El método que emplearon para especificar un modelo de oferta irreversible consistía en segmentar la variable precio en dos nuevas variables: una, para subidas de precios (PS) y otra para bajadas (PB). Cuando el precio sube, PS toma valor del precio mientras que PB toma el valor 0, y cuando el precio baja ocurre lo contrario. La ecuación que estimaron es la siguiente:

$$Y_t = b_0 + b_1PS_t + b_2PB_t \quad [1]$$

Si los coeficientes de PS y PB son estadísticamente diferentes, entonces la respuesta de oferta debe ser asimétrica ante subidas y bajadas de los precios.

Este modelo es equivalente al siguiente:

$$Y_t = b_0 + b_1P_t + b_2DxP_t \quad [2]$$

donde se incluye una variable dummy que tiene en cuenta si el precio está subiendo o bajando. Si b_2 es significativamente distinto de cero, la oferta es irreversible.

Wolfram (1971) critica el modelo de Tweeten y Quance porque supone que la ordenada en el origen es única, como en el caso de la oferta asimétrica. Para solventar este problema Wolfram propuso un sistema de segmentación de la variable precios distinto. Las nuevas variables se calculan sumando al precio inicial los sucesivos incrementos del precio para la variable de subida de precios (PS^w) y los sucesivos decrementos para la variable de bajada de precios (PB^w). Su modelo es pues:

$$Y_t = b_0 + b_1PS_t^w + b_2PB_t^w \quad [3]$$

Gollnick (1972) propuso un cambio en el modelo de Wolfram que permite una estimación más sencilla de la existencia de irreversibilidad. Dado que:

$$P_t = PS_t^w - PB_t^w + P_0 \implies PB_t^w = P_0 + PS_t^w - P_t$$

Por lo que sustituyendo en la ecuación [3]:

$$\begin{aligned} Y_t &= b_0 + b_1 PS_t^w + b_2 (P_0 + PS_t^w - P_t) \\ Y_t &= a_0 + a_1 PS_t^w + a_2 P_t \end{aligned}$$

donde

$$\begin{aligned} a_0 &= b_0 + b_2 P_0 \\ a_1 &= b_1 + b_2 \\ a_2 &= -b_2 \end{aligned}$$

Por tanto, si a_1 es significativo, se admite la hipótesis de existencia de irreversibilidad, ya que, por definición de PF^w , b_2 se espera negativo.

Houck (1977) desarrolló un modelo similar al de Wolfram pero con una mayor fundamentación teórica. Su punto de partida es que un incremento unitario del precio podría tener un efecto sobre la cantidad ofertada diferente al de un descenso unitario. Es decir:

$$\Delta Y_t = b_1 \Delta P_t + b_2 \nabla P_t \quad [5]$$

donde:

$$\begin{aligned} \Delta Y_t &= Y_t - Y_{t-1} \\ \Delta P_t &= P_t - P_{t-1} \quad \text{si } P_t > P_{t-1} \quad \text{y } 0 \text{ en otro caso} \\ \nabla P_t &= P_t - P_{t-1} \quad \text{si } P_t < P_{t-1} \quad \text{y } 0 \text{ en otro caso} \end{aligned}$$

Por otro lado, el valor de Y en cualquier momento del tiempo es:

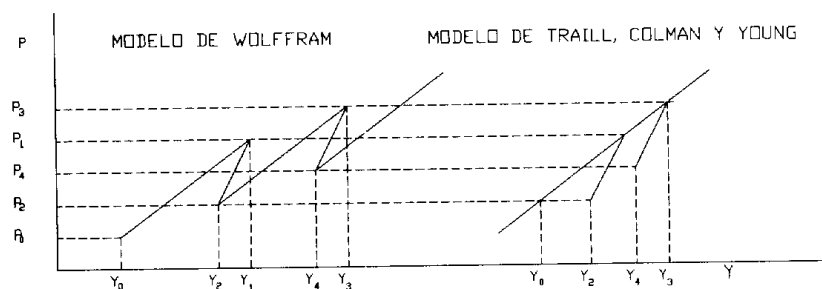
$$Y_t = Y_0 + \Sigma \Delta Y_i \quad \text{ó} \quad Y_t - Y_0 = \Sigma \Delta Y_i \quad [6]$$

Sustituyendo la ecuación [5] en [6], se obtiene la formulación final del modelo de Houck.

$$Y_t - Y_0 = b_1 \Sigma \Delta P_i + b_2 \Sigma \nabla P_i \quad (i = 1, \dots, t) \quad [7]$$

Traill, Colman y Young (1978) señalan un problema en el modelo de Wolfram y Houck. Sugieren que cuando el precio ha caído, para que el output crezca por encima del máximo histórico, el precio actual debe superar el máximo anterior. Esto implica que la irreversibilidad de la oferta supone un modelo «ratchet» y no de serrucho como en el caso de Wolfram o Houck. La diferencia entre ambos modelos puede verse en la figura 5.

FIGURA 5



La estimación de este modelo «ratchet» la realizan mediante una segmentación de precios distinta. Ahora, a la variable de subida sólo se acumulan los incrementos del precio por encima del nivel máximo anterior. Los incrementos del precio por debajo del nivel máximo o las disminuciones se recogen en la variable de bajada. Este modelo, con las nuevas variables segmentadas, es equivalente a estimar:

$$Y_t = b_0 + b_1 P_t + b_2 P_t^{\max} \quad [8]$$

donde P_t^{\max} es el precio más alto habido hasta el momento.

Por otra parte, Traill, Colman y Young también hacen notar que la fijación de activos es un fenómeno a corto plazo, ya que, a largo plazo, la depreciación de los activos hace que vayan disminuyendo hasta que el valor de su producto marginal sea igual a su coste de adquisición. Para que la función de oferta pueda exhibir asimetría en el corto plazo pero ser simétrica en el largo

plazo, sugieren aplicar un polinomio de Almon a cada serie de precios.

Gemmill (1978) utiliza funciones de oferta irreversibles para modificar el modelo de la telaraña y estimar ciclos de producción de productos agrarios. El modelo de la telaraña presenta dos problemas. Primero, lleva a ciclos cuya duración es el doble de la que presenta el retardo de la inversión, es decir, del tiempo que la inversión tarda en ser productiva. Segundo, al trabajar con funciones de oferta perfectamente reversibles no se adecúa a aquellas producciones que presentan funciones irreversibles. Modificando este modelo introduciendo funciones de demanda continuamente cambiantes y funciones irreversibles de oferta, se pueden estimar ciclos de más larga duración aplicables a sectores con respuestas asimétricas en la producción.

Hallam (1984) ha sugerido un método de superar el problema expuesto por Traill, Colman y Young de la necesidad de especificar una función que permitía una respuesta simétrica a largo plazo pero asimétrica a corto plazo. Su método consiste en incorporar un mecanismo de ajuste parcial al modelo «ratchet» de TCY. Su ecuación es:

$$Y_t = b_0 + b_1P_t + b_2P_t^{\max} + b_3Y_{t-1} - DXY_{t-1} \quad [9]$$

donde D es una variable dummy que toma el valor 1 si el precio sube y 0 cuando baja.

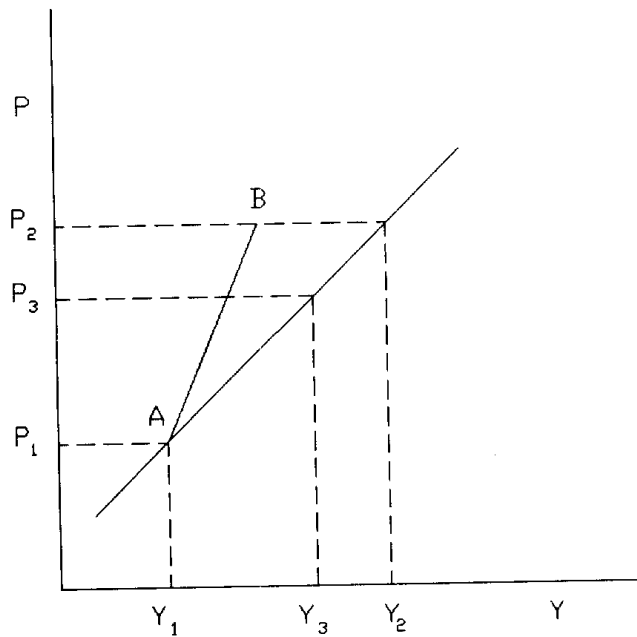
Los últimos avances en este tipo de modelos se deben a M. Burton (1986, 1988). Su aproximación es distinta a la de los anteriores autores ya que intenta modelizar la irreversibilidad dentro del contexto de modelos de ajuste parcial y no a partir de segmentación de variables. Sus modelos son relativamente complicados tanto a nivel de formulación como de estimación, por lo que no se expondrán en este trabajo, debiendo los lectores interesados referirse a los artículos originales. A continuación se expone brevemente su crítica a los anteriores modelos y el planteamiento del suyo.

Burton critica el modelo de TCY porque no tiene en cuenta la depreciación de los activos. Así, si el precio máximo ocurre al principio de la serie, por larga que sea ésta, el modelo supone que

el activo existe para siempre, lo que aparte de carecer de fundamento lógico tiene el problema adicional de que desde el punto de vista econométrico, la variable pierde capacidad explicativa al convertirse en una constante. Para solucionar este problema, Burton sugiere tomar P_t^{\max} como el máximo de $P_{t-1}^{\max} (1 - r)$ y P_t , donde r es una tasa de depreciación que tiene que ser estimada empíricamente.

Por otra parte, Burton señala que el método propuesto por Hallam de combinar la especificación de TCY con un modelo de ajuste parcial es incorrecto, lo que se puede observar en la figura 6. La situación inicial es la definida por el punto A, que es una posición de equilibrio a largo plazo. Si el precio sube hasta P_2 , debido a problemas de ajuste, el output no aumenta a corto plazo hasta Y_2 sino que a corto plazo el nuevo equilibrio debe estar en el punto B. Si a continuación el precio se reduce hasta P_3 , y el agricultor desea incrementar su output hasta Y_3 , sin embargo,

FIGURA 6



en el modelo de Hallam el descenso en el precio implicaría una reducción del output. Burton señala que la causa de este problema es la creencia de que un nivel máximo de precios va asociado a un máximo en el nivel de activos fijos.

IV. RESULTADOS DE LOS MODELOS DE OFERTA IRREVERSIBLE

La mayoría de los modelos estimados han dado buenos resultados y, en general, se ha confirmado la hipótesis de la irreversibilidad de la oferta, aunque se han detectado problemas de multicolinealidad, difíciles de corregir por la forma de segmentación de las variables.

Aunque las primeras estimaciones de la irreversibilidad de la oferta agraria se realizaron para el output agregado, los mejores resultados se han obtenido para ciertos productos cuyas características productivas hacen que la respuesta de oferta de los agricultores se ajuste bien a este tipo de modelos. Entre esas características se pueden citar:

1. Que no existan sustitutivos cercanos en la producción, bien porque la producción sea especializada o por la existencia de inputs específicos. Este es el caso de las producciones ganaderas y de algunos cultivos hortícolas, donde si el precio del producto baja, algunos inputs no podrán ser utilizados en producciones alternativas. Por este motivo, no se espera que los cereales se ajusten bien a estos modelos, ya que si, por ejemplo, cae el precio de la cebada, el agricultor puede producir trigo con los mismos inputs, debido a que tienen funciones de producción similares.
 2. Que las características del cultivo no permitan modificaciones a corto plazo. Esto sucede en el caso de los cultivos perennes, como los frutícolas. Paradójicamente, no se han aplicado estos modelos al caso de los frutales y, sin embargo, sí hay estudios para algunos cultivos de tipo arbustivo (café, caña de azúcar).
-

El caso más estudiado ha sido el de la oferta de leche. Houck (1977) encontró que en los Estados Unidos la elasticidad de la oferta era mayor ante subidas en los precios que ante bajadas. Oskam y Osinga (1982) estimaron, para el caso de Holanda, curvas de oferta irreversibles con diferentes retardos en los precios, encontrando una respuesta asimétrica distinta según la estructura temporal considerada. Hallam (1984) también confirmó la existencia de irreversibilidad para el sector lechero en Inglaterra. Por último, Burton (1988), en su crítica al modelo de Hallam, no concluye que la respuesta de oferta en el sector lechero en Inglaterra sea asimétrica.

Otros estudios en los que se confirma la hipótesis de la irreversibilidad son los de Saylor (1974) para el caso del café en Brasil, aunque llega a resultados mejores con modelos nerlovianos, y el de Traill, Colman y Young (1978) para la cebolla en USA. Por el contrario, los trabajos de Houck (1977) para las alubias (USA) y de Heady y Yoon (1983) para los pollos de engorde (USA) rechazaron la existencia de la irreversibilidad.

V. ESTIMACION DE LA OFERTA DE LECHE EN ESPAÑA

Como se ha sugerido anteriormente, la producción de leche es una actividad en la que la respuesta de oferta puede presentar un carácter asimétrico debido a la presencia de un input especializado, las vacas lecheras.

A continuación se presentan los resultados de una estimación para el caso español del modelo de Houck. El modelo de Traill, Colman y Young no se pudo estimar debido al problema ya mencionado de que el precio máximo tuvo lugar casi al principio de la serie. Los datos corresponden al período 1960-1985 y han sido tomados del Anuario de Estadística Agraria. Para este período ha sido imposible conseguir datos sobre el precio del pienso, por lo que la ecuación está sujeta a los posibles errores derivados de la omisión de variables relevantes. El precio de la carne (Mayor) es precio en vivo percibido por los ganaderos. Todos los precios han sido deflactados y retardados un período.

Utilizando como variable dependiente la producción de leche, se obtiene:

$$Y_t = -912 + 1.082 PS_{t-1} + 486 PB_{t-1} + 36,1 PCARNE_{t-1}.$$

(-1,75)
(6,09)
(6,55)
(2,70)

Como se puede ver, los resultados obtenidos son satisfactorios. Todas las variables son significativas, el ajuste es bueno ($R^2 = 97,8\%$) y la hipótesis de la irreversibilidad parece aceptable. El signo del precio del ganado vacuno para carne no era esperado ya que, normalmente, se considera que la producción de carne es un sustitutivo de la producción de leche. Sin embargo, como ha señalado Oskam (1984), ambas producciones también pueden considerarse complementarias, por lo que el signo sería correcto. De todas formas, dado el alto grado de multicolinealidad existente en el modelo, no parece que se pueda hacer ninguna conjetura fiable sobre el signo de la variable.

VI. CONCLUSIONES

La respuesta de oferta asimétrica es un fenómeno poco estudiado pero de gran interés. Así lo parecen indicar tanto la literatura presentada en este artículo como la aplicación a la oferta de leche en España. Los resultados obtenidos en este trabajo deben considerarse únicamente como ilustrativos de las posibilidades de este tipo de modelos.

Por último, hay que destacar que las posiciones de equilibrio que supone la fijación de activos son eficientes, ya que la toma de decisiones en economía debe tener en cuenta el coste de oportunidad de los recursos.

BIBLIOGRAFIA

- BURTON, M. P. (1986): «Asymetry in Milk Supply Response: Dynamic Ad Hoccery», *Oxford Agrarian Studies*, págs. 139-148.
-

- BURTON, M. P. (1988): «Irreversible Supply Functions Revisited», *J. Agr. Econ.*, 39 (1), págs. 113-120.
- FARREL, M. J. (1952): «Irreversible Demand Functions», *Econometrica*, 20, págs. 171-186.
- GALBRAITH, J. K. y BLACK, J. D. (1938): «Maintenance of agricultural production during depression years», *J. Pol. Eco.*, 46, págs. 305-323.
- GEMMILL, G. (1978): «Asymmetric Cobwebs and the International Supply of Cane Sugar», *J. Agr. Econ.*, 29, págs. 9-22.
- GOLLNICK, H. (1972): «Zur statistischen Schätzung und Prüfung irreversibler Nachfragefunktionen», *Agrarwirtschaft*, 21, págs. 227-331.
- HALLAM, D. (1984): «Asymmetry in Milk Supply Response», *Oxford Agrarian Studies*, 13, pp. 152-155.
- HEADY, E. O. y YOON, H. (1983): Functional form, irreversibility and elasticity changes in the supply of broilers, Card Report 122, Iowa State University Press.
- HOUCK, J. P. (1977): «An approach to identifying and estimating nonreversible functions», *Amer. J. Agr. Econ.*, 59, págs. 570-572.
- JOHNSON, G. L. (1959): Supply functions - some facts and notions, en Heady y Diesselin, *Agricultural Adjustment Problems in a Growing Economy*, Ames: Iowa State College Press.
- OSKAM, A. J. (1984): «Supply response in the Irish dairy sector: a comment», *Eur. Rev. Agr. Econ.*, 11, págs. 343-351.
- OSKAM, A. J. y OSINGA, E. (1982): «Demand and supply in the dairy sector of the Netherlands», *Eur. Rev. Agric. Econ.*, 9, págs. 365-413.
- PRIETO GUIJARRO, A. (1987): «Disponibilidad de Recursos y Eficiencia Productiva», *Revista de Estudios Agrosociales*, 142, págs. 47-82.
- SAYLOR, R. G. (1974): «Alternative measures of supply elasticities: the case of Sao Paulo coffee», *Amer. J. Agr. Econ.*, 56, págs. 98-106.
- TRAILL, B.; COLMAN, D. y YOUNG, T. (1978): «Estimating irreversible supply functions», *Amer. J. Agr. Econ.*, 60, págs. 528-531.
- TWEETEN, L. G. y QUANCE, C. L. (1969): «Positivistic measures of aggregate supply elasticities: some new approaches», *Amer. J. Agr. Econ.*, 51, págs. 342-352.
- WOLFFRAM, R. (1971): «Positivistic measures of aggregate supply elasticities: some new approaches - some critical notes», *Amer. J. Agr. Econ.*, 53, págs. 356-359.
- YOUNG, T. (1980): «Modelling Asymmetric Consumer Response, with an Example», *J. of Agr. Eco.*, 31, págs. 175-185.