

ANALISIS DE LAS VARIABLES QUE INCIDEN EN LA OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS. UNA APLICACION AL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA EN ANDALUCIA

Por

RAMON ALONSO SEBASTIAN y JOSE ENRIQUE RODRIGUEZ BARRIO (*)

S U M A R I O

I. INTRODUCCION.—II. MODELO DE EXPECTATIVA DE ADAPTACION.
III. APLICACION AL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA EN
ANDALUCIA: III.1. EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA EN ANDALUCIA. III.2.
EL MODELO REDUCIDO DE OFERTA: MODELO DE NERLOVE. III.3. EL MODELO AMPLIADO DE
OFERTA.—IV. CONCLUSIONES.—BIBLIOGRAFIA.—ANEJOS.

I. INTRODUCCION

Se trata de explicar la oferta de un producto agrícola por parte de un empresario precio-aceptante, porque no hay que olvidar que, en general, en el sector agrario se trata de mercados en concurrencia en donde el agricultor no tiene capacidad para influir en el precio. No obstante, elabora sus expectativas con respecto al mismo y adopta una decisión en cuanto a la superficie a sembrar (*oferta planeada*).

(*) Del Departamento de Economía de la Empresa de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (Universidad Politécnica de Madrid).

La oferta de productos agrícolas habitualmente se ha determinado a través del análisis por series históricas. En este sentido destacan los trabajos de R. M. WALSH (1944) y PAARBERG (1950), y naturalmente el modelo dinámico de NERLOVE (1958) [7], cuya hipótesis, en forma de ecuación diferencial estableció con anterioridad Phillip CAGAN en su trabajo sobre la inflación. Especial referencia merece por su amplitud y rigor el modelo dinámico de BEHRMAN (1966) en el que, entre otras, se consideran nuevas variables como la repercusión en el cultivo de plagas y enfermedades, las lluvias, el rendimiento y el número de agricultores [3]. En nuestro país los primeros trabajos se deben a A. CAMILLERI y P. CALDENTEY (1967) sobre la oferta de productos hortofrutícolas [5], siguiendo el de SERRA (1969) para el arroz [8], el de CALDENTEY y LLORCA (1970) [4] para la alcachofa y posteriormente otros investigadores han determinado la oferta de otros productos agrícolas.

El análisis de la oferta por sección cruzada ha sido más escaso fundamentalmente por los problemas de información, tipificación y agregación que conlleva. En esta línea destacan los trabajos de BARKER (1963) [2] y SHARPLES (1969) [9]. Eludiendo los problemas mencionados, COWLING y GARDNER (1963) [6] determinan la oferta de un producto partiendo de una función de producción única a nivel nacional. En esta línea, pero a nivel empresarial está un apartado del trabajo de ALONSO y RODRIGUEZ BARRIO (*) en el que se determina la oferta individual de trigo T-85.

Hemos mencionado a sabiendas la *oferta planeada* que no hay que confundir con la *oferta efectiva* porque: a) Se encuentran separadas en el tiempo por la duración del ciclo vegetativo del cultivo; b) La oferta planeada, que se mide en unidades de superficie, es la que realmente expresa el comportamiento del agricultor; c) La oferta efectiva, que se mide en unidades físicas, es una variable aleatoria, sujeta a la influencia de las condiciones meteorológicas, plagas, enfermedades, innovaciones técnicas, mano de obra,...

En general, si llamamos Y_t a la superficie sembrada de cierto cultivo en el año t , Y_t será el reflejo del comportamiento

(*) ALONSO SEBASTIAN-RODRIGUEZ BARRIO: "Análisis económico de las funciones de producción agrícola. Una aplicación al cultivo del trigo." *Revista de Estudios Agrosociales*. N.º 112. Madrid, 1980.

del agricultor, lo que ya escapa a su control es la producción (Q_t) que va a obtener en el momento de la recolección. Esta será:

$$Q_t = Y_t \times R_t$$

donde R_t es el rendimiento físico del cultivo (variable aleatoria) en el año t . En definitiva, conocida la distribución de probabilidad de R_t podremos evaluar la oferta efectiva en términos probabilísticos. Como se ve el problema se complica porque sin haber aclarado aún la *decisión de sembrar*, hemos pasado por alto las dificultades de producir y acabamos de mencionar la influencia final. Esta se colocará en el mercado a un precio ya conocido, ya desconocido en el momento de la siembra. En este último caso durante el desarrollo del cultivo pudo producirse un movimiento en los precios previsto o no previsto de antemano. Si la expectativa (*) de precios resultó fallida, la oferta planeada pudo resultar insuficiente o más que suficiente. En este último caso la reacción a corto plazo del agricultor admite poca capacidad de maniobra, maniobra que a veces es desesperada: la no recolección o la destrucción del producto, la búsqueda de destinos diferentes (industrial, autoconsumo, reemplazo), la retención del producto si existe tal posibilidad con el fin de diversificar la oferta efectiva en el tiempo utilizando el servicio de almacenamiento, o los de transformación y almacenamiento si de productos perecederos se tratase.

El objeto de este trabajo consiste en explicar un modelo de expectativas de adaptación que permite analizar el comportamiento del agricultor en el momento de la siembra. A partir de aquí se llega a la función dinámica de la oferta planeada para un producto agrícola, que en la literatura sobre economía agraria se le conoce generalmente con el nombre de modelo de Nerlove. A continuación se aplica el modelo al cultivo de la remolacha azucarera en Andalucía, previa descripción panorámica de la importancia y estructura del cultivo en la región. En fase posterior se desarrolla un modelo ampliado de oferta para la remolacha teniendo en cuenta las peculiaridades del cultivo en secano y regadío, en este sentido se incluyen nuevas variables explicativas como el rendimiento, precios de los productos sustitutivos, precios de los distintos

(*) Sobre este punto y las expectativas de adaptación puede consultarse entre otros, BALLESTERO [1], capítulo 3.

factores de producción e innovaciones técnicas. Se termina con el apartado de conclusiones y los anejos que contienen los datos básicos y los cálculos y pasos intermedios del trabajo.

II. MODELO DE EXPECTATIVAS DE ADAPTACION

A pesar de lo dicho en el párrafo anterior, una expectativa fallida encierra una enseñanza para el futuro y es la base para la elaboración de expectativas más certeras. Esta sencilla filosofía que se apoya en los errores del pasado para evitar las equivocaciones futuras es la hipótesis en la que reposa el siguiente modelo de expectativas de adaptación que expresamos de la siguiente forma:

$$\hat{p}_t = \hat{p}_{t-1} + \alpha (p_{t-1} - \hat{p}_{t-1}) \quad [1]$$

donde \hat{p}_t y \hat{p}_{t-1} , son la expectativa de precio en el año correspondiente, p_{t-1} el precio efectivo en el año $t-1$ y α un parámetro que toma valores entre 0 y 1.

La explicación de [1] es la siguiente: en el momento de la siembra el agricultor cree que el precio al que podrá vender la producción será la expectativa de precio que elaboró el año pasado corregida (a través de α) por el error de previsión cometido en el precio el año anterior. Abreviadamente, el empresario se encuentra ante

$$\hat{p}_t = f(\alpha) \quad [2]$$

se pregunta, ¿qué me ha pasado la campaña anterior? En definitiva, ¿subjektivamente, qué importancia le doy al error de previsión?, o lo que es lo mismo, ¿qué valor le asigno a α ? Naturalmente, puede moverse entre 0 y 1 (véase figura 1). Si $p_{t-1} > \hat{p}_{t-1}$, el precio en expectativa se quedó corto, se cometió un error por defecto que corresponde al segmento BC en la figura. Por el contrario, el mismo error por exceso lo refleja el segmento BD. En ambos casos el empresario corrige el precio de expectativa incrementándolo o disminuyéndolo para paliar el error cometido. Si se mantiene la expectativa de precio del año anterior, puede ser que hayamos acertado plenamente o

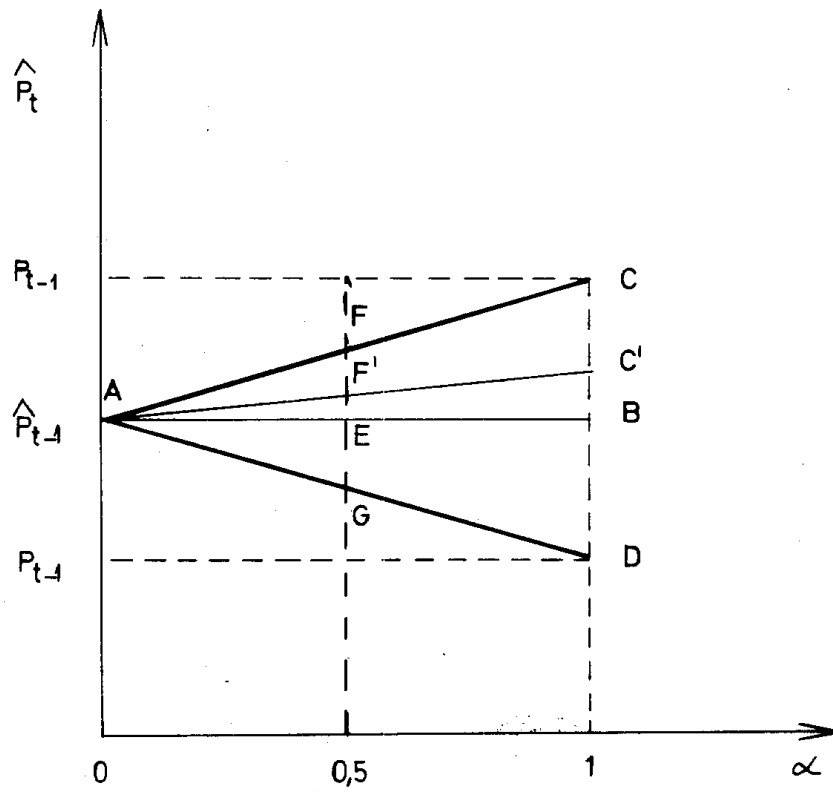


Figura 1

que se asigne a α el valor cero, en cualquier caso, nos encontramos sobre la recta AB. De seguir el *criterio de persistencia* estaremos en C o D según el sentido del error. La corrección en el precio de expectativa para el año anterior aumenta con el valor de α , en la figura vendría significada por los segmentos EF o EG, según el caso, para $\alpha = 1/2$. Cuanto menor sea el error de previsión —por ejemplo BC'— menor es la magnitud de la corrección —por ejemplo EF'— para un determinado valor de α ($\alpha = 1/2$).

Hemos analizado las enseñanzas que pueden extraerse de la campaña anterior, pero ¿repercuten los resultados de campañas pretéritas en el valor de \hat{p}_t ? Veamos que sí. Retardando periódicamente la ecuación [1] y mediante sustituciones sucesivas en la misma se llega a

$$\hat{p}_t = \alpha p_{t-1} + \alpha (1 - \alpha) p_{t-2} + \alpha (1 - \alpha)^2 p_{t-3} + \alpha (1 - \alpha)^3 p_{t-4} + (1 - \alpha)^4 \hat{p}_{t-4} \quad [3]$$

si consideramos, por ejemplo, los cuatro últimos años. La expresión generalizada sería:

$$p_t^n = \alpha \sum_{j=0}^{n-1} (1 - \alpha)^j p_{t-(j+1)} \quad [4]$$

Como se ve en [3], la influencia de los precios de expectativa de años anteriores disminuye a medida que están más alejados del momento presente. También en [3], o mejor, en [4], se aprecia que la repercusión de los precios efectivos de años anteriores se va atenuando con el paso del tiempo (crecimiento de j). Así pues, el empresario, al elaborar expectativas da más importancia a los precios efectivos próximos al momento actual. Nótese que para valores de α próximos a la unidad, el factor $\alpha (1 - \alpha)^j$ decrece rápidamente y sin embargo, tal decrecimiento se ralentiza para valores de α cercanos a cero; en este caso, se da más importancia a los precios pasados.

Nótese que en líneas anteriores hemos dicho: "en el momento de la siembra el agricultor cree..."; esto es, la decisión de sembrar cierta superficie viene condicionada por

p_t , así pues la oferta planeada puede expresarse a través de la siguiente relación de comportamiento:

$$y_t = F(\hat{p}_t) \quad [5]$$

Nerlove, al ocuparse de este problema, postuló una relación lineal:

$$y_t = a + b \hat{p}_t \quad [6]$$

De este modo, estamos en condiciones de establecer la ecuación a estimar, para ello se sustituye [4] en [6] y se obtiene:

$$y_t = a + b \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1-\alpha)^j p_{t-(j+1)} \quad [7]$$

Así se puede obtener la superficie sembrada en función de los precios efectivos de años anteriores. No obstante, la ecuación [7] se puede simplificar eliminando los infinitos valores de $p_{t-(j+1)}$ mediante la conocida transformación de Koyck. Planteando [7] para el año anterior, multiplicando la ecuación por $(1-\alpha)$ y restándola de [7] se llega a (*).

$$y_t = a \alpha + b \alpha p_{t-1} + (1-\alpha)y_{t-1} \quad [8]$$

que determina la oferta planeada en función del precio efectivo en el año anterior y de la superficie sembrada en dicho año; ésta es la ecuación dinámica de la oferta planeada que vamos a determinar en el §(3.2) mediante el análisis de regresión, sin olvidar que, como ya hemos dicho, en y_t influirán otras variables no especificadas en [8] que se engloban en la perturbación aleatoria. En la aplicación, después de este análisis, formularemos un modelo más amplio que consideré nuevas variables explicativas.

(*) La hipótesis del ajuste parcial, como observó agudamente Nerlove, conduce más sencillamente a idéntico resultado. El lector interesado puede consultar cualquier tratado de econometría, por ejemplo, el Wallis [10, cap. 3].

III. APLICACION AL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA EN ANDALUCIA

III.1. EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA EN ANDALUCIA

En la región andaluza, desde hace años, se siembra en torno a la tercera parte de la superficie que nuestro país dedica al cultivo de la remolacha azucarera. Particularmente, el cultivo se encuentra concentrado en las provincias de Cádiz, Sevilla y Córdoba, que en 1978 le dedicaron 39,8, 19,2 y 10,3 miles de Ha. respectivamente. Tan sólo la superficie sembrada en Cádiz representó en dicho año el 17 por ciento de la superficie remolachera total (235 miles de Ha.).

En 1979, el panorama varió sustancialmente: se contrajo el área de cultivo de la remolacha. A nivel nacional, la reducción de superficie fue del 30,6 por ciento con respecto al año anterior (163 miles de Ha. en 1979). Cádiz dedicó 24.000 Ha., Sevilla 13.100 Ha. y Córdoba 5.790 Ha.; es decir, con respecto al 78, redujeron las siembras el 39,7 por ciento, 31,8 por ciento y 43,8 por ciento respectivamente. No podía ser de otro modo, debido al incremento incesante del precio de los inputs y al estancamiento del precio de la remolacha. El precio de campaña de 3.450 ptas./Tm., en pesetas constantes estaba por debajo de los precios de las cuatro últimas campañas, rebasaba ligeramente el de la campaña 73/74 y se mantenía, en general, inferior a los precios que rigieron en las campañas de la década del 60. La respuesta en la producción no se hizo esperar, en cuestión de meses pasamos de una producción nacional de 8.290 miles de Tm. de remolacha en 1978 a 5.318 miles de Tm. en 1979.

La remolacha azucarera en Andalucía se siembra en otoño —principios de invierno, fundamentalmente en secano, aprovecha las lluvias de primavera y se recolecta en verano; por esta razón, en ocasiones el agricultor realiza las siembras sin conocer el precio de regulación de campaña, como ocurrió en la presente. Sin embargo, no deja de tener importancia el cultivo en regadío. En el *cuadro n.º 1* se muestra la evolución de la superficie sembrada en regadío y secano para el período 1970-78. Como se aprecia en el cuadro, la importancia de la remolacha en regadío ha ido creciendo en los últimos años, en el año 76 llegó a suponer el 85,2 por ciento de la remolacha sembrada en secano y en el 77 y 78 rebasaba el 50 por ciento.

Cuadro núm. 1

**SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA AZUCARERA
EN ANDALUCIA
Años 1970-1978)**

Año	Superficie sembrada		Porcentaje del regadío sobre el secano
	Regadío (Ha.)	Secano (Ha.)	
1970	16.468	94.730	17,4
1971	10.132	79.188	12,8
1972	10.836	78.190	13,8
1973	6.700	81.105	8,3
1974	12.176	45.225	26,9
1975	34.267	44.458	77,1
1976	58.465	68.615	85,2
1977	28.901	53.129	54,4
1978	25.150	48.942	51,4

Con respecto a la superficie sembrada en secano puede afirmarse que se encuentra concentrado en Andalucía Occidental, particularmente en Cádiz, Sevilla y Córdoba, en este orden de importancia. En el *cuadro n.º 2* se detalla la estructura de la superficie sembrada de remolacha azucarera, en secano, en Andalucía Occidental que, como puede apreciarse, corrobora lo dicho en el sentido de que en los últimos años en Cádiz se ha sembrado anualmente más del 50 por ciento de la remolacha de secano. La estructura de la superficie en el período 70/78 ha evolucionado con un avance del 17,6 por ciento en Cádiz, y una disminución del orden del 11 por ciento en Sevilla. La superficie en Huelva sigue sin llegar al 2 por ciento, y en Córdoba se mantiene la trayectoria con altibajos a lo largo del período. En Andalucía Oriental, prácticamente, no existe el cultivo, ya que la superficie sembrada rara vez alcanza el 1 por ciento de la superficie cultivada de remolacha en la otra Andalucía. Este extremo aparece recogido en el *cuadro n.º 3*, donde figura la superficie sembrada de remolacha en secano durante el período 1964/78.

Cuadro núm. 2

**SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA AZUCARERA
EN SECAÑO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL, EN PORCENTAJES**

Año 1970-78

Año	Cádiz	Córdoba	Huelva	Sevilla
1970	51,5	15,6	1,3	31,6
1971	55,9	9,2	1,1	33,8
1972	59,0	13,8	1,2	26,0
1973	53,1	19,5	1,1	26,3
1974	64,1	5,9	0,5	29,5
1975	65,7	9,3	1,2	23,8
1976	64,1	11,2	1,9	22,8
1977	63,8	14,3	1,7	20,2
1978	69,1	8,8	1,7	20,4

Por la incidencia que tienen en la siembra de remolacha hay que destacar los cultivos sustitutivos de la misma en el secano andaluz. Los de mayor relevancia son: el trigo, girasol y la cebada.

Respecto al cultivo en regadío, cabe afirmar que en las primeras campañas de la década del 70 existía un equilibrio entre las siembras en ambas Andalucías. Sin embargo, en los últimos años se ha expandido el cultivo, pero tal expansión se ha llevado a cabo en los regadíos de Andalucía Occidental (véase cuadros n.º 4 y 5). Sirva de ejemplo la comparación entre las superficies sembradas en el 70 y 78: casi se triplicaron las siembras en Andalucía Occidental, y se redujeron a menos de la mitad las de Andalucía Oriental. Esto ha modificado profundamente la estructura del área de cultivo pues, de una situación casi equilibrada se ha pasado en los últimos años a una relación del orden 6/1, favorable a Andalucía Occidental. Naturalmente, cultivos como el maíz, algodón y trigo han sentido en mayor o menor grado la expansión en las siembras de remolacha azucarera.

OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS. CULTIVO DE R. AZUCARERA

Cuadro 3

SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA EN SECANO, EN ANDALUCIA, EN HECTAREAS

Años 1964-1978

Año	Andalucía Oriental					Andalucía Occidental					Total
	Almería	Granada	Jaén	Málaga	Total	Cádiz	Córdoba	Huelva	Sevilla	Total	
1964	—	—	—	100	100	6.000	980	—	6.260	13.240	
65	—	—	—	40	40	10.000	1.270	—	4.050	15.320	
66	—	—	—	380	380	8.500	1.025	—	7.200	16.725	
67	—	—	—	190	190	13.500	1.680	—	7.700	22.880	
68	—	—	—	260	260	16.500	6.000	—	21.500	44.000	
69	—	—	81	48	48	7.000	31.854	1.250	19.543	59.647	
1970	—	—	32	75	156	48.714	14.760	1.200	29.900	94.574	
71	—	64	—	17	113	44.175	7.300	900	26.700	79.075	
72	—	108	—	—	108	46.046	10.769	930	20.337	78.082	
73	30	2.540	200	335	3.105	41.400	15.200	900	20.500	78.000	
74	—	48	192	62	302	28.817	2.652	200	13.154	44.923	
75	—	68	240	—	308	29.017	4.100	533	10.500	44.150	
76	—	112	445	19	576	43.652	7.606	1.281	15.500	68.019	
77	—	—	56	33	576	33.835	7.586	879	10.740	53.040	
78	—	—	31	16	47	33.800	4.300	845	9.950	48.895	

Cuadro núm. 4

ESTRUCTURA DE LA SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA AZUCARERA EN REGADÍO, EN ANDALUCÍA, EN PORCENTAJES

Años 1970-78

Años	Andalucía	
	Oriental	Occidental
1970	53,8	46,2
1971	50,9	49,1
1972	48,2	51,8
1973	21,3	78,7
1974	31,3	68,7
1975	21,0	79,0
1976	13,9	86,1
1977	14,6	85,4
1978	14,6	85,4

En Andalucía Oriental, la remolacha de regadío se cultiva fundamentalmente en Granada (alrededor del 75 por ciento), siguiendo en orden de importancia Jaén, Almería y Málaga (véase *cuadro n.º 6*). En Andalucía Occidental, la distribución del cultivo es más equilibrada, aparece en primer lugar Sevilla, pero sin llegar al 50 por ciento de la superficie sembrada, y le siguen Córdoba con más o menos el 30 por ciento, y el resto se cultiva en Cádiz, porque las siembras en Huelva pocas veces alcanzan el 1 por ciento de la superficie sembrada en Andalucía Occidental (véase *cuadro n.º 7*).

Así pues, no cabe duda que el cultivo de la remolacha azucarera en Andalucía se encuentra concentrado en Cádiz, Sevilla y Córdoba, si bien es preciso aclarar que tal ordenación provincial en regadío es: primero Sevilla, luego Córdoba y después Cádiz. Es decir, la provincia de Cádiz está a la cabeza en la tríada significativa de siembras en secano y a la cola en la tríada de regadío. Destacando estos extremos y la preponderancia del secano, se han elaborado los *gráficos n.º 1 y n.º 2* relativos a la estructura de las siembras en 1977 y 1978.

Cuadro 5
**SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA AZUCARERA EN REGADIO, EN ANDALUCIA,
 EN HECTAREAS**

Años 1964-78

Años	Andalucía Oriental					Andalucía Occidental					Total
	Almería	Granada	Jaén	Málaga	Total	Cádiz	Córdoba	Huelva	Sevilla		
1964	900	6.200	710	2.050	9.860	1.000	2.700	—	3.420	7.120	
65	920	6.000	620	2.230	9.770	700	2.720	—	4.100	7.520	
66	550	6.100	500	1.950	9.100	2.000	1.046	—	750	3.796	
67	140	6.000	850	1.910	8.900	3.330	2.960	—	2.400	8.690	
68	67	5.000	1.230	1.420	7.717	3.500	3.000	180	2.800	9.480	
69	67	5.500	1.500	1.155	8.222	1.150	2.050	150	1.602	4.952	
1970	239	6.000	1.793	825	8.857	3.021	1.900	50	2.640	7.611	
71	12	4.092	419	640	5.163	1.769	1.100	100	2.000	4.969	
72	22	3.980	373	650	5.225	1.889	1.607	100	2.015	5.611	
73	—	—	800	800	1.600	1.600	1.800	—	2.500	5.900	
74	179	2.648	526	462	3.815	2.223	3.628	30	2.470	8.361	
75	326	3.914	1.983	916	7.199	8.300	397	14.500	27.068	50.317	
76	202	4.649	2.766	531	8.148	7.907	17.527	383	24.500	24.669	
77	194	3.200	705	133	4.232	6.138	7.613	268	10.650	21.493	
78	190	2.200	1.199	68	3.657	6.000	6.000	193	9.300	21.493	

Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura. Distintos años.

Cuadro núm. 6

**SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA AZUCARERA,
EN REGADIO, EN ANDALUCIA ORIENTAL, EN PORCENTAJES**

Años 1970-78

Años	Almería	Granada	Jaén	Málaga
1970	2,7	67,7	20,3	9,3
1971	0,2	79,2	8,1	12,5
1972	4,2	76,2	7,1	12,5
1973	—	—	50,0	50,0
1974	4,7	69,4	13,8	12,1
1975	4,5	55,2	27,6	12,7
1976	2,5	57,1	33,9	6,5
1977	4,6	75,6	16,7	3,1
1978	5,2	60,1	32,8	1,9

Cuadro núm. 7

**SUPERFICIE SEMBRADA DE REMOLACHA AZUCARERA,
EN REGADIO, EN ANDALUCIA OCCIDENTAL, EN PORCENTAJES**

Años 1970-78

Años	Cádiz	Córdoba	Huelva	Sevilla
1970	39,7	25,0	0,6	34,7
1971	35,6	22,1	2,0	40,3
1972	33,7	28,6	1,8	35,9
1973	27,1	30,5	—	42,4
1974	26,7	43,4	0,4	29,5
1975	14,3	30,7	1,5	53,5
1976	15,7	34,8	0,8	48,7
1977	24,9	30,8	1,1	43,2
1978	27,9	27,9	0,9	43,3

OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS. CULTIVO DE R. AZUCARERA 95

Gráfico n.º 1

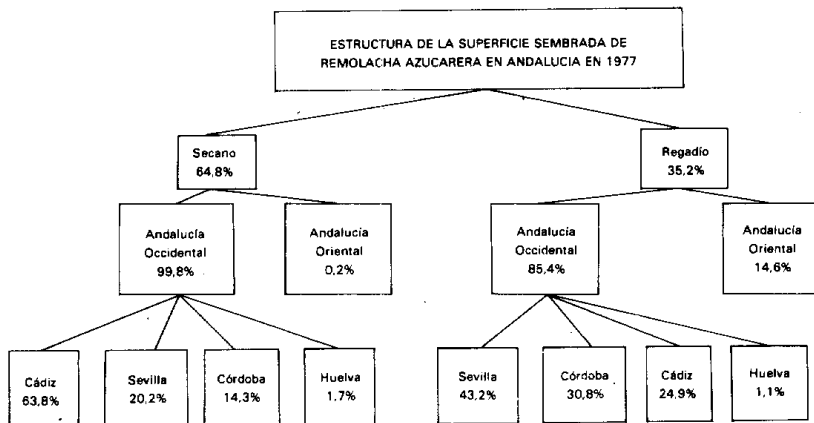
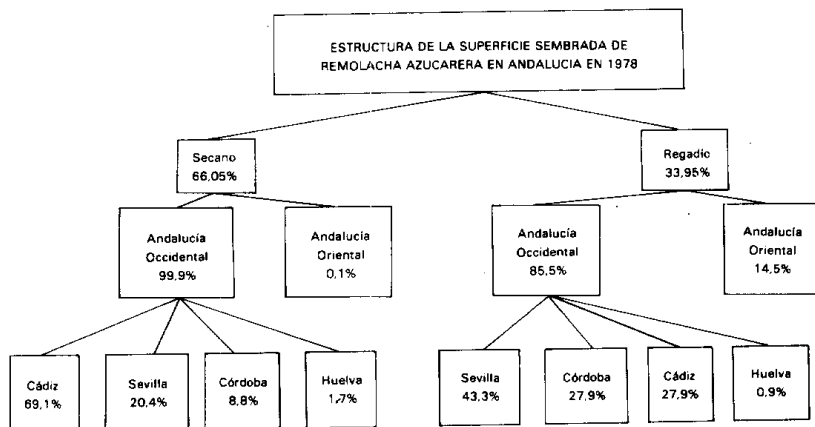


Gráfico n.º 2



III.2. EL MODELO REDUCIDO DE OFERTA: MODELO DE NERLOVE (*)

Aplicando el modelo explicitado en [8] se llega a la conclusión de que la variable P_{t-1} no explica correctamente el comportamiento de los agricultores en el momento de la siembra, debido a que generalmente ya conocen el precio de regulación de la campaña actual (variable P_t). A título de ejemplo comentamos los ajustes obtenidos, para la oferta de remolacha azucarera en secano y regadío, aplicando el modelo original:

a) *Secano*

$$\log Y_t = -0,795 + 1,639 \log Y_{t-1} - 0,052 \log P_{t-1}$$

(R² = 0,21; F = 1,34)

b) *Regadío:*

$$Y_t = -466.382 + 112.488 \log Y_{t-1} + 21.206 \log P_{t-1}$$

(R² = 0,55; F = 6,9)

Analizando estas funciones se ve a primera vista que en secano el precio de regulación de campaña del año anterior influye negativamente sobre la oferta planeada del año siguiente, lo cual está en contradicción con la evidencia empírica. Esto no ocurre en regadío, pero en ambos casos se manifiesta la baja significatividad de las funciones y sus reducidos coeficientes de determinación.

En consecuencia, se procedió a la modificación del modelo [8] sustituyendo la variable P_{t-1} por P_t . Con este nuevo planteamiento, se ensayaron funciones del tipo:

- a) Lineal: $Y_t = a + b Y_{t-1} + c P_t$
- b) Logarítmica: $\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log P_t$
- c) Semilogarítmica: $Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log P_t$

Los resultados obtenidos con los distintos tipos de funciones aparecen en el *anexo n.º 2*, donde puede verse que en secano el mejor ajuste corresponde a la función logarítmica y en regadío a la semilogarítmica. Con el fin de mejorar estos resultados se incluyó una nueva variable en el modelo: la

(*) Nuestro agradecimiento a los profesores Enriqueta GARCIA MOUTON y Ramón ALONSO SANZ, por la ayuda prestada en la realización de los cálculos numéricos contenidos en este apartado.

variable tendencia (t). En este nuevo planteamiento se volvieron a ajustar los tipos de funciones antedichos, llegándose a los resultados que se detallan en el *anejo n.º 2*. A la vista del mismo, puede afirmarse que en seco se produce un ligero aumento en el coeficiente de determinación reduciéndose, sin embargo, la significatividad de la función al 5 por mil. Por el contrario, en regadío, la nueva variable motiva el cambio de la función semilogarítmica por la logarítmica, pasándose de un coeficiente de determinación del 65,5 por ciento al 77,7 por ciento y no deteriorándose la significatividad de la función que se mantiene al nivel inicial del 5 por mil.

III.3. EL MODELO AMPLIADO DE OFERTA

Tratando de mejorar los resultados anteriores se introdujeron nuevas variables explicativas en el modelo inicial. En el caso del seco, las variables fueron:

- R_{t-1} = rendimiento de la remolacha en seco el año $t-1$ (Tm/Ha.).
- X_1 = precio percibido por el agricultor por el trigo el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_2 = precio percibido por el agricultor por el girasol el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_3 = precio percibido por el agricultor por la cebada el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_4 = precio pagado por la semilla de remolacha el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_5 = índice de precios de los abonos el año $t-1$.
- X_8 = precio pagado por jornada de peón eventual en Andalucía el año $t-1$ (ptas./día).

Estas nuevas variables corresponden a los cultivos sustitutos de la remolacha azucarera en el seco andaluz y a los principales factores de producción que intervienen en su cultivo.

Procediendo como antes, se ajustaron los tipos de funciones mencionados que se reseñan en el *anejo n.º 2* compilando, únicamente, los que condujeron a mejores resultados. Del análisis estadístico de estos ajustes, se llega a la conclusión de que la función de oferta para la remolacha azucarera en seco es:

$$\log Y_t = 5,528 + 0,579 \log Y_{t-1} - 2,526 \log X_2$$

Paralelamente a lo expuesto para el secano, en regadío también se introdujeron nuevas variables explicativas; éstas fueron:

- R_{t-1} = rendimiento de la remolacha en regadío el año $t-1$ (Tm./Ha.).
- X_1 = precio percibido por el agricultor por el algodón el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_2 = precio percibido por el agricultor por el maíz el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_3 = precio percibido por el agricultor por el trigo el año $t-1$ (ptas./Kg.).
- X_4 = precio pagado por la semilla de remolacha el año $t-1$.
- X_5 = índice de precios de los abonos el año $t-1$.
- X_6 = precio pagado por jornada de peón eventual en Andalucía el año $t-1$ (ptas./día).

Al igual que en secano estas variables corresponden a los cultivos sustitutivos de la remolacha azucarera en el regadío andaluz y también a los principales factores de producción que intervienen en el cultivo.

Los mejores ajustes realizados, utilizando los tipos de funciones habituales se recogen en el anejo n.º 2. Cabe destacar que se ensayaron variables agregadas como, por ejemplo, el precio medio ponderado de los productos sustitutivos, pero en todos los casos se producía una gran distorsión en el modelo. Del correspondiente análisis estadístico se llega en este caso a la conclusión de que la función de oferta para la remolacha azucarera en el regadío andaluz es:

$$\log Y_t = -10,608 + 7,219 \log P_t - 6,218 \log X_2 - 3,297 \log X_3$$

IV. CONCLUSIONES

La función de oferta para la remolacha azucarera en el secano andaluz nos indica que la superficie sembrada en el año anterior y el precio del girasol explican en un 84 por ciento la oferta planeada del cultivo. En el caso del regadío son los precios del maíz y trigo y el precio de regulación de la campaña actual los que explican en un 85,5 por ciento la oferta planeada de remolacha. Así pues, las diferencias en uno y otro caso son notables: mientras que en secano la superficie del

año anterior ejerce su influencia denotando un comportamiento de persistencia, en regadío es el precio de regulación de campaña el que rige las nuevas siembras. En lo que respecta a los cultivos sustitutivos, en seco se constata la existencia de un único sustitutivo: el girasol; en regadío, por el contrario, son el maíz y el trigo los que influyen significativamente en las siembras de remolacha.

En seco se observa que un aumento, por ejemplo, del 10 por ciento en la superficie sembrada en el año anterior induce un aumento en la oferta planeada del 5,79 por ciento. Sin embargo, un aumento del 10 por ciento en el precio percibido por el girasol provoca una disminución del 25,2 por ciento en la superficie sembrada de remolacha para la campaña siguiente.

En regadío, cuando aumenta, por ejemplo, al precio de regulación de campaña el 10 por ciento se produce un incremento en la superficie sembrada de remolacha del 7,2 por ciento; si tal aumento del 10 por ciento se lleva a cabo en los precios percibidos por el maíz y trigo se originan descensos del 6,2 y 3,2 por ciento respectivamente en la oferta planeada de remolacha. Bien entendido que en todos estos pronósticos, efectuados en base a las elasticidades, se considera únicamente variable el factor al que se refiere la elasticidad, permaneciendo, naturalmente, por un razonamiento "ceteris paribus", constantes todas las demás. En estas líneas, si suponemos constantes los precios del maíz y trigo en los niveles de 1978 ($X_2 = 11,04$ y $X_3 = 12,28$) se llega a la siguiente función simplificada de oferta para regadío que relaciona la oferta planeada con el precio de regulación de campaña de la remolacha azucarera:

$$\log Y_t = -20,6842 + 7,219 \log P_t$$

o lo que es lo mismo:

$$Y_t = 10^{-20,6842} P_t^{7,219}$$

que aparece representada en la *figura n.º 2*.

Las funciones de oferta anteriormente calculadas pueden servir de pauta para la realización de pronósticos sobre la expansión de la remolacha azucarera en Andalucía, sin más que realizar las oportunas sustituciones en las variables exógenas de las respectivas ecuaciones. Sin embargo, se advierte que en ocasiones tales predicciones pueden apartar-

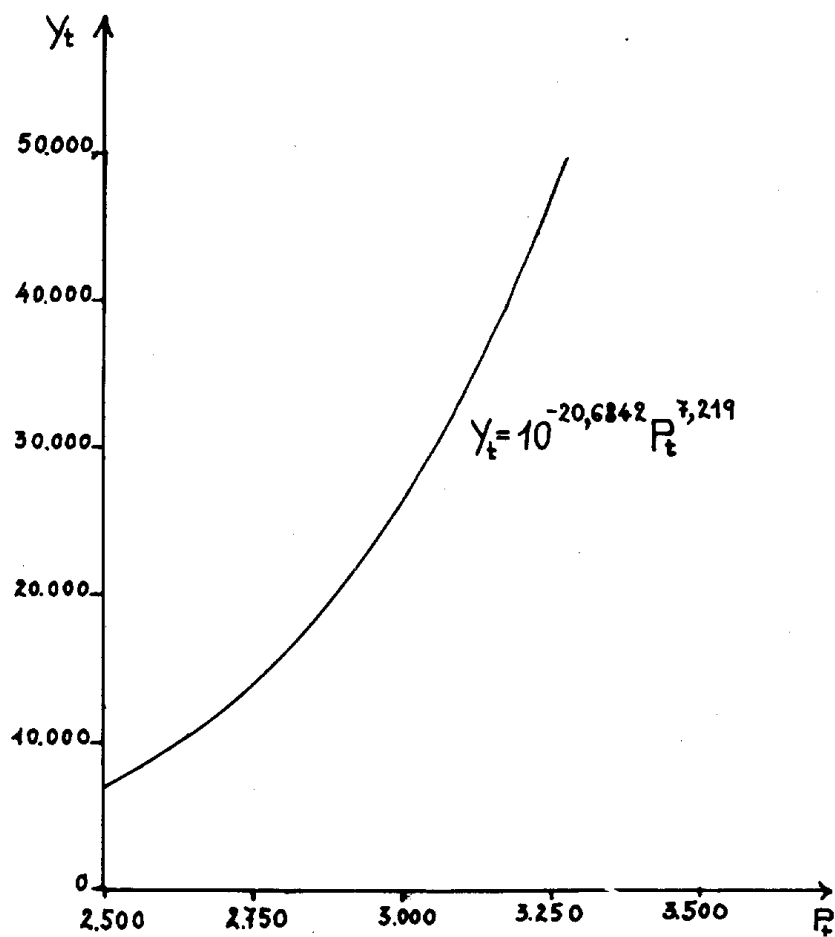


Figura 2

se notablemente de la realidad debido a cambios bruscos en las tendencias.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BALLESTERO, E.: "*Principios de Economía de la Empresa*", Alianza Textos, n.º 10. Madrid, 1978.
 - [2] BARKER, R.: "*The Estimation of Regional Supply Functions*". Interregional Competition Research Methods. R. King. The Agricultural Policy Institute. 1963.
 - [3] BHERMAN, J. R.: "*Supply Response in Underdeveloped Agriculture*". North-Holland/American Elviesier, 1968.
 - [4] CALDENTY-LORCA: "Análisis del mercado interior de la alcachofa". *Revista de Estudios Agrosociales*, n.º 71. Madrid, 1970.
 - [5] CAMILLERI, A., CALDENTY, P.: "*Análisi e proiezione al 1970 e 1975 della domanda e della offerta dei principali prodotti ortofrutticoli*". Conferenza Nazionale per l'ortoflorofruticoltura, 1967.
 - [6] COWLING, K., GARDNER, T.: "Analytical Models for Estimating Supply Relations in the Agricultural Sector: A Survey and Critique". *Journal of Agricultural Economics*. Vol. 15, 1963.
 - [7] NERLOVE, M.: "Estimates of the elasticity of supply of selected agricultural commodities". *Journal of Farm Economics*, vol. 40, mayo, 1958.
 - [8] SERRA, R.: "*Estudio econométrico de la demanda y oferta española dde arroz*". Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Valencia, 1969.
 - [9] SHARPLES, J. A.: "The Representative Farm Approach to Estimation of Supply Response". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 51, n.º 2, 1969.
 - [10] WALLIS, K. E.: "*Introducción a la Econometría*". Alianza Universidad. Madrid, 1976.
-

ANEJO PRIMERO*Cuadro núm. 8***SUPERFICIE Y RENDIMIENTO DE LA REMOLACHA
EN ANDALUCIA OCCIDENTAL
Años 1964-78**

Años	Regadío		Secano	
	Superficie (Has.)	Rendimiento (Tm./Ha.)	Superficie (Has.)	Rendimiento (Tm./Ha.)
1964	7.120	29,13	13.240	16,85
1965	7.520	24,79	15.320	15,76
1966	3.796	25,34	16.725	18,36
1967	8.690	37,24	22.880	19,50
1968	9.480	42,19	44.000	16,40
1969	4.952	38,16	59.647	21,72
1970	7.611	26,53	94.574	20,94
1971	4.969	33,37	79.075	27,11
1972	5.611	27,13	78.082	16,15
1973	5.900	35,97	78.000	27,25
1974	8.361	33,00	44.923	26,60
1975	29.068	37,92	44.150	19,26
1976	50.317	36,62	68.039	20,62
1977	24.669	38,40	53.040	23,87
1978	21.493	42,33	48.895	34,55

Fuente: Anuario de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura.

OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS.CULTIVO DE R. AZUCARERA 103

Cuadro núm. 9

PRECIOS DE REGULACION DE CAMPAÑA DE LA REMOLACHA AZUCARERA
Años 1964-78

Año	Pesetas corrientes	Pesetas constantes (1977)
1964	1.245	3.367
1965	1.345	3.302
1966	1.345	3.219
1967	1.345	3.202
1968	1.480	3.445
1969	1.515	3.440
1970	1.525	3.407
1971	1.525	3.224
1972	1.565	3.095
1973	1.605	2.878
1974	2.046	3.105
1975	3.000	4.049
1976	3.100	3.629
1977	3.250	3.250
1978	3.450	2.982

Fuente: Anuario de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura.

Cuadro núm. 10

PRECIOS PERCIBIDOS POR LOS AGRICULTORES (Años 1964-78)
(Pesetas corrientes)

Año	Algodón (ptas./Kg.)	Maíz (ptas./Kg.)	Cebada (ptas./Kg.)	Trigo (ptas./Kg.)	Girasol (ptas./Kg.)
1964	15,92	5,03	4,77	6,46	—
1965	16,93	5,28	4,77	6,68	12,11
1966	16,41	5,39	5,05	6,69	10,22
1967	18,74	5,66	5,19	6,70	10,58
1968	19,93	5,85	5,16	6,70	10,22
1969	19,76	6,15	5,15	6,70	9,36
1970	19,96	6,39	5,25	6,70	11,45
1971	25,09	6,42	5,54	6,70	11,99
1972	24,60	6,42	5,33	7,04	12,41
1973	30,63	7,43	5,79	7,16	14,99
1974	32,28	9,24	7,88	8,01	17,03
1975	33,82	9,49	7,84	9,54	17,50
1976	46,41	10,58	8,34	10,84	19,48
1977	54,00	11,25	9,48	11,95	24,76
1978	59,91	12,59	10,29	14,00	25,79

Fuente: Precio percibido por los Agricultores. Boletín mensual de Estadística. Ministerio de Agricultura.

ANEJO SEGUNDO
MODELO DE NERLOVE

A) Secano

ECUACIONES	n	ESTIMACIONES			F	R ²
		a	b	c		
$Y_t = a + b Y_{t-1} + c P_t$	13	-29.019	.703,0 ^v (0,795)	14.403 ^w (0,145)	6,081 ^z	0,549
$Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log P_t$	13	-491.103	69.557,03 ^v (0,796)	63.299,9 ^w (108)	7,651 ^z	0,605
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log P_t$	13	-2,242	0,727 ^u (0,875)	1,0109 ^w (0,179)	13,116 ^u	0,724

B) Regadío

ECUACIONES	n	ESTIMACIONES			F	R ²
		a	b	c		
$Y_t = a + b Y_{t-1} + c P_t$	14	-64.593	623 ^w (315)	21.311 ^z (415)	9,170 ^z	0,625
$Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log P_t$	14	-589.262	26.477 ^v (653)	141.579 ^w (400)	10,467 ^v	0,655
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log P_t$	14	-10,513	0,689 ^v (0,663)	3,348 ^w (0,369)	9,872 ^v	0,645

u = significativo al 1%.

v = significativo al 5%.

z = significativo al 1%.

w = significativo a más del 1%.

* significado económico incorrecto por el signo del coeficiente de la variable.

MODELO DE NERLOVE CON ANALISIS DE TENDENCIA

A) Secano

ECUACIONES	n	ESTIMACIONES				F	R ²
		a	b	c	d		
$Y_t = a+b Y_{t-1}+c P_t+dt$	13	-43.412	-0,791 ^z (0,883)	17,334 ^w (0,230)	-0,998 ^w (-0,170)	3,966 ^w	0,569
$Y_t = a+b \log Y_{t-1}+c \log P_t+dt$	13	-705,405	91,428,64 ^v (1,045)	99,608 ^w (169)	-2,217,91 ^w (-377)	6,638 ^z	0,689
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1}+c \log P_t+dt$	13	-3,532	0,8383 ^v (1,009)	11,196 ^w (0,212)	-0,011 ^w (-0,202)	8,806 ^v	0,748

t

B) Regadio

$Y_t = a+b Y_{t-1}+c P_t+dt$	14	-61,502	364 ^w (361)	21,165 ^z (472)	1,275 ^w (408)	8,813 ^z	0,726
$Y_t = a+b \log Y_{t-1}+c \log P_t+dt$	14	-600,300	15,987 ^w (394)	153,907 ^w (435)	1,232 ^w (394)	9,747 ^v	0,745
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1}+c \log P_t+dt$	14	-10,861	0,559 ^w (0,345)	3,737 ^w (0,412)	0,039 ^w (0,485)	11,616 ^v	0,777

u = significativo al 1%.
v = significativo al 5%.
z = significativo al 1%.

w = significativo a más del 1%.
* -2 significado económico incorrecto por el signo del coeficiente de la variable.

MODELO AMPLIADO

A) Secano

ECUACIONES	n	a	b	c	d	e	f	F	R ²
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1} + c \log P_t + d \log R_{t-1} + e \log X_1 + f \log X_2$	13	2,428 (0,902)	0,749 ^u (0,902)	0,816 ^z (0,145)	-0,236 ^{z*} (-0,092)	-2,305 ^w (-0,372)	-0,216 ^z (-0,178)	10,179 ^u	0,879
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1} + c \log P_t + d \log X_1 + e \log X_2$	13	3,121 (0,863)	0,717 ^u (0,863)	0,660 ^z (0,117)	-2,456 ^w (-0,396)	-0,251 (-0,207)		13,893 ^u	0,874
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1} + c \log R_{t-1} + d \log X_1 + e \log X_2$	13	5,766 (0,825)	0,686 ^u (0,825)	-0,087 ^{z*} (-0,034)	-2,571 ^w (-0,415)	-0,214 ^z (-0,177)		12,581 ^u	0,863
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1} + c \log P_t + d \log X_1$	13	3,307 (0,727)	0,604 ^u (0,727)	0,544 ^z (0,096)	-2,390 ^w (-0,386)			16,970 ^u	0,880
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1} + c \log X_1 + d \log X_2$	13	5,789 (0,815)	0,677 ^u (0,815)	-2,612 ^y (-0,422)	-0,229 ^z (-0,189)			18,750 ^u	0,882
$\log Y_t = a+b \log Y_{t-1} + c \log X_1$	13	5,528 (0,697)	0,579 ^u (0,697)	-2,526 ^y (-0,408)				26,531 ^u	0,841

u = significativo a un nivel inferior al 1%.
 v = significativo al 1%.
 w = significativo al 5%.
 z = significativo a un nivel superior al 5%.
 * = significado económico incorrecto dado el signo del coeficiente.

OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS.CULTIVO DE R. AZUCARERA107

MODELO AMPLIADO

B) Regadio

ECUACIONES	n	a	b	c	d	e	f	g	h	F	R ²
$Y_t = a + b \log X_{t-1} + c \log Y_{t-1} + d \log R_{t-1} + e \log Z_t + f \log X_t + g \log Y_t + h \log X_t + \text{tr}$	14		-14.200 ^u (1.102)	300.114 ^u (1.024)	41.352 ^u (244)	302.665 ^u (4.877)	53.9342 ^u (4.872)	182.020 ^u (5.422)	4.048 ^u (1.205)	9.413 ^u	0.8072
$Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Y_{t-1} + d \log Z_t + e \log X_t$	14	-688.399	6.928 ^z (171)	251.684 ^u (711)	-104.612 ^z (-357)	-108.675 ^z (-405)				6.506 ^u	0.8490
$Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Y_{t-1} + d \log R_{t-1} + e \log Z_t + f \log X_t + \text{tr}$	14	-561.359	10.580 ^z (10.109)	521.333 ^u (95.000)	-44.796 ^z (33.866)	-126.974 ^z (120.505)	-310.403 ^z (231.000)	2.078 ^z (2.505)		13.033 ^u	0.7961
$Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Z_t + d \log X_t$	14	591.102	281.651 ^u (57.785)	-214.817 ^z (92.347)	-124.244 ^z (48.133)					8.013 ^u	0.7984
$Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Z_t + d \log X_t + \text{tr}$	14	578.147	298.223 ^u (61.398)	-210.815 ^z (102.600)	-188.904 ^z (23.312)	732 ^z (2.387)				8.513 ^u	0.8087
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Y_{t-1} + d \log R_{t-1} + e \log Z_t + f \log X_t + g \log Y_t + h \log X_t + \text{tr}$	14	-23.958	-0.265 ^z (0.255)	8.101 ^u (0.203)	-0.441 ^z (0.101)	-8.099 ^z (0.645)	2.521 ^z (0.364)	2.782 ^z (0.432)	-0.006 ^z (1.108)	11.561 ^u	0.8577
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Y_{t-1} + d \log Z_t + e \log X_t$	14	-10.877	0.077 ^z (0.077)	6.201 ^u (0.234)	-5.635 ^z (-0.400)	-3.111 ^z (-0.492)				7.506 ^u	0.8064
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Y_{t-1} + d \log R_{t-1} + e \log Z_t + f \log X_t + \text{tr}$	14	-10.932	0.104 ^z (0.106)	7.081 ^u (0.280)	-0.492 ^z (-0.133)	-5.484 ^z (-0.438)	-1.050 ^z (0.483)	0.006 ^z (0.060)		10.760 ^u	0.855
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Z_t + d \log X_t$	14	-10.608	7.210 ^u (0.225)	-6.210 ^z (-0.406)	-3.289 ^z (-0.479)					13.566 ^u	0.857
$\log Y_t = a + b \log Y_{t-1} + c \log Z_t + d \log X_t + \text{tr}$	14	-11.064	6.701 ^u (0.247)	-6.314 ^z (-0.504)	-1.412 ^z (-0.234)	0.019 ^z (0.240)				13.566 ^u	0.857

u = significativo a un nivel inferior al 1%.
 v = significativo al 1%.
 w = significativo al 5%.
 z = significativo a un nivel superior al 5%.
 = significativo económico incorrecto dado el signo del coeficiente.

Cuadro núm. 11

PRECIOS PERCIBIDOS POR LOS AGRICULTORES (Años 1964-78)
(Pesetas constantes de 1977)

Año	Algodón (ptas./Kg.)	Maíz (ptas./Kg.)	Cebada (ptas./Kg.)	Trigo (ptas./Kg.)	Girasol (ptas./Kg.)
1964	43,1	13,60	12,89	17,47	—
1965	41,6	12,96	11,71	16,40	29,73
1966	39,3	12,90	12,09	16,01	24,46
1967	45,1	13,48	12,36	15,95	23,79
1968	46,4	13,62	12,01	15,59	23,79
1969	44,9	13,97	11,69	15,21	21,25
1970	44,6	14,28	11,73	14,97	25,58
1971	53,0	13,57	11,71	14,16	25,34
1972	48,6	12,70	10,54	13,92	24,54
1973	54,9	13,32	10,38	12,84	26,88
1974	49,0	14,02	11,96	14,48	25,85
1975	45,6	12,78	10,58	12,88	22,63
1976	54,3	12,39	9,76	12,69	22,80
1977	54,0	11,25	9,48	11,95	24,76
1978	52,6	11,04	9,03	12,28	22,62

Cuadro núm. 12

PRECIOS PAGADOS POR LOS AGRICULTORES EN ANDALUCIA
(Años 1964-78)

Año	Salario de un peón eventual (ptas./día, en ptas. corrientes)	Salario de un peón eventual (ptas./día, en ptas. constantes 1977)
1964	87,22	236,1
1965	98,54	235,9
1966	98,54	235,9
1967	116,22	276,7
1968	127,82	297,5
1969	144,41	327,9
1970	177,50	396,5
1971	198,41	419,4
1972	228,71	452,3
1973	269,30	482,9
1974	340,54	516,8
1975	406,42	601,1
1976	601,57	704,2
1977	813,60	813,6
1978	1.086,10	952,6

Fuente: Salario. Precios pagados. Precios percibidos por los agricultores. *Boletín mensual de Estadística*.

OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS. CULTIVO DE R. AZUCARERA 109

Cuadro núm. 13

NUMEROS INDICES (Años 1964-78)

Año	Indice de precios al por mayor	Indice precio fertilizantes	Indice precio fertilizantes deflactado
1964	168,7	100,0	270,42
1965	185,8	104,1	255,60
1966	190,6	104,5	250,62
1967	191,6	103,2	245,72
1968	196,0	105,4	245,32
1969	200,9	107,1	243,20
1970	204,2	109,9	245,52
1971	215,8	113,0	238,88
1972	230,7	115,5	228,29
1973	254,4	124,5	223,26
1974	300,6	173,3	263,01
1975	338,0	194,5	262,51
1976	389,7	200,6	234,83
1977	456,2	210,2	210,20
1978	520,1	246,5	216,22

Fuente: I.N.E. Boletín de Estadística. Precios pagados por los agricultores.

ANEJO TERCERO

AUTOCORRELACION EN EL MODELO DE OFERTA EN SECANO

$$\log Y_t = 5,528 + 0,579 \log Y_{t-1} - 2,526 \log X_2$$

Años	Y_t	Y_{t-1}	u_t	Signo
1966	4,223	4,230	-0,0072	—
1967	4,359	4,467	-0,1079	—
1968	4,643	4,513	0,1302	+
1969	4,776	4,740	0,0356	+
1970	4,976	4,941	0,0348	+
1971	4,898	4,852	0,0456	+
1972	4,893	4,817	0,0757	+
1973	4,892	4,850	0,0422	+
1974	4,662	4,751	-0,0987	—
1975	4,645	4,655	-0,0097	—
1976	4,833	4,749	0,0839	+
1977	4,725	4,895	-0,1709	—
1978	4,689	4,742	-0,0534	—

A continuación aplicamos diversos tests para determinar la autocorrelación.

a) *Test de secuencias:*

número de observaciones: $n = 13$
 número de desviaciones positivas: $n^1 = 7$
 número de desviaciones negativas: $n^2 = 6$
 número de secuencias: $s = 5$

Buscando en las tablas para $n^1 = 7$ y $n^2 = 6$, tenemos el intervalo (3, 12). En nuestro caso $s = 5$ queda dentro del intervalo correspondiente, con lo cual no existe autocorrelación.

b) *Test de Durbin-Watson:*

Para aplicar este test es necesario calcular:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n u_t^2}$$

En nuestro caso, $d = 3,33$. Extrapolando la tabla de Durbin-Watson para $n = 13$ y para una probabilidad del 0,01, el valor anteriormente calculado queda comprendido dentro de la zona de indeterminación.

Igualmente se puede calcular la autocorrelación de residuos mediante la fórmula:

$$r = \frac{\sum_{t=2}^n u_t \cdot u_{t-1}}{\sum_{t=1}^{n-1} u_t^2} = -0,10$$

AUTOCORRELACION EN EL MODELO DE OFERTA EN REGADIO

$$\log Y_t = -10,608 + 7,219 \log P_t - 6,218 \log X_2 - 3,297 \log X_3$$

Años	Y _t	Y _t	u _t	Signo
1965	3,8760	3,6590	0,2710	+
1966	3,5790	3,7990	-0,2200	-
1967	3,9390	3,8260	0,1130	+
1968	3,9770	3,9423	0,0347	+
1969	3,6950	3,9505	-0,2555	-
1970	3,8810	3,8790	0,0020	+
1971	3,6960	3,6701	0,0259	+
1972	3,7490	3,7631	-0,0141	-
1973	3,7710	3,7352	0,0358	+
1974	3,9220	3,9585	-0,0365	-
1975	4,4320	4,4806	-0,0486	-
1976	4,7020	4,5578	0,1442	+
1977	4,3920	4,3213	0,0707	+
1978	4,3320	4,4007	-0,0687	-

A continuación aplicamos distintos tests para determinar la autocorrelación.

a) *Test de secuencias:*

- n.º de observaciones: n = 14.
- n.º de desviaciones positivas: n₁ = 8.
- n.º de desviaciones negativas: n₂ = 6.
- n.º de secuencias: s = 10.

Buscando en las tablas para n₁ = 8 y n₂ = 6, tenemos el intervalo (3,12). En nuestro caso s = 10 queda dentro del intervalo.

b) *Test de Durbin-Watson:*

Para aplicar este test calculamos.

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n u_t^2}$$

En este caso, $d = 2,51$.

Extrapolando la tabla de Durbin-Watson para $n = 14$ y para una probabilidad del 0,01, el valor anteriormente calculado indica la ausencia de autocorrelación.

La autocorrelación de los residuos viene dada por

$$r = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} u_t \cdot u_{t+1}}{\sum_{t=1}^{n-1} u_t^2} = -0,39$$

ANEJO CUARTO

Para el análisis de la multicolinealidad de las variables utilizadas en secano y regadío, se han calculado las correspondientes matrices de correlación. A la vista de las mismas, puede comprobarse la inexistencia de multicolinealidad entre las variables que intervienen en los modelos de oferta en secano y regadío.

MATRIZ DE CORRELACION DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL MODELO DE SECANO

	$\log Y_t$ (1)	$\log Y_{t-1}$ (2)	$\log P_t$ (3)	$\log R_{t-1}$ (4)	$\log X_2$ (5)	$\log X_3$ (6)	t (7)
(1)	1'000						
(2)	0'8329	1'0000					
(3)	-0'0274	-0'2359	1'0000				
(4)	0'2722	0'4769	0'1521	1'0000			
(5)	-0'6402	-0'3337	-0'1236	-0'0053	1'0000		
(6)	0'4575	0'6480	-0'0491	0'5073	-0'2819	1'0000	
(7)	0'4273	0'6234	0'0056	0'5172	-0'2700	0'9947	1'000

MATRIZ DE CORRELACION DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL MODELO DE REGADIO

	$\log Y_t$ (1)	$\log Y_{t-1}$ (2)	$\log P_t$ (3)	$\log R_{t-1}$ (4)	$\log X_1$ (5)	$\log X_2$ (6)	$\log X_3$ (7)	$\log X_5$ (8)	t (9)
(1)	1'0000								
(2)	0'7124	1'0000							
(3)	0'4572	0'1331	1'0000						
(4)	0'4501	0'4693	0'2958	1'0000					
(5)	0'3246	0'4264	-0'2241	0'5372	1'0000				
(6)	-0'4055	-0'5781	0'4753	-0'1292	-0'3413	1'0000			
(7)	-0'6068	-0'6082	0'2141	-0'4523	-0'8058	0'6004	1'0000		
(8)	-0'3672	-0'0616	-0'3274	-0'1722	-0'4915	0'0342	0'3935	1'0000	
(9)	0'7070	0'6445	-0'0010	0'4707	0'7907	-0'4831	-0'9578	-0'5531	1'0000

RESUMEN

En este artículo se analiza la oferta de un producto agrícola por parte de un empresario precio-aceptante. Se da una panorámica de los trabajos realizados sobre el tema, haciendo especial referencia a aquellos que han estudiado la realidad de nuestro país. Se explica un modelo de expectativas de adaptación que permite analizar el comportamiento del agricultor en el momento de la siembra. Se aquí, se llega a la ecuación dinámica de la oferta planeada que la explica en función del precio efectivo en el año anterior y de la superficie sembrada en dicho año. Este modelo en la literatura de economía agraria se le conoce habitualmente con el nombre de modelo de Nerlove. Seguidamente se describe la importancia y la estructura del cultivo de la remolacha azucarera en Andalucía, aplicándose el modelo anterior al cultivo de la remolacha azucarera en esta zona. Se determina, en primer lugar, la oferta en secano y en regadío y posteriormente se amplía el modelo introduciendo nuevas variables explicativas como el rendimiento, precios de los productos sustitutos, precios de los distintos factores de producción. Así se obtienen dos nuevas funciones de oferta para la remolacha azucarera en el secano y en el regadío andaluz.

Se constata la existencia del cultivo del girasol como sustitutivo de la remolacha azucarera en secano; por el contrario, en regadío, son el maíz y el trigo los que influyen significativamente en las siembras de remolacha. Se indica también una función simplificada de oferta para el regadío que relaciona únicamente la oferta planeada de la remolacha con el precio de regulación de campaña que aparece representada gráficamente.

Al final, se incluyen los anejos que contienen los datos básicos, los ajustes estadísticos y otros cálculos complementarios.

RESUME

On analyse dans cet article l'offre d'un produit agricole par un exploitant qui accepte le prix. On donne un panorama des travaux faits sur cette question, en se référant particulièrement à ceux qui ont étudié la situation de notre pays. On explique un modèle d'expectatives d'adaptation qui permet d'analyser le comportement de l'agriculteur au moment des semences. De là on arrive à l'équation dynamique de l'offre planifiée qui l'explique en fonction du prix effectif de l'année précédente et de la superficie semée dans l'année. Ce modèle se connaît habituellement dans la littérature de l'économie agricole sous le nom de "modèle de Nerlove". On décrit ensuite l'importance et la structure de la culture de la betterave sucrière en Andalousie, en appliquant le modèle précédent à la culture de la betterave sucrière dans cette zone. On détermine, en premier lieu, l'offre en terrain non irrigué et en terrain irrigué, puis on élargit le modèle en introduisant de nouvelles variables explicatives comme le rendement, les prix des produits de remplacement, les prix des différents facteurs de production. On obtient ainsi deux nouvelles fonctions de l'offre pour la betterave sucrière dans les zones non irriguées et dans les terrains irrigués d'Andalousie.

On constate l'existence de la culture de tournesol comme produit de

remplacement de la betterave sucrière en terrain non irrigué; au contraire dans les terrains irrigués ce sont le maïs et le blé qui ont une influence significative sur les champs de betterave. On indique aussi une fonction simplifiée d'offre pour les terrains irrigués qui met en rapport uniquement l'offre planifiée de la betterave avec le prix de régulation de la campagne qui apparaît représenté graphiquement.

Enfin, on inclut les annexes qui contiennent les données essentielles, les ajustements statistiques et d'autres calculs complémentaires.

S U M M A R Y

This article analyses the supply of an agricultural product by a priceaccepting employer. It gives a survey of the work carried out on this subject, making special reference to those who have studied how things are in Spain. It explains a model of expectations of adaptation which enables us to analyse the behaviour of the farmer at the moment of sowing. From here it arrives at the dynamic equation of the planned supply which explains it in function of the price effective in the previous year and of the area sown in that year. This model is usually known in the literature of agrarian economy as the Nerlove model. It goes on to describe the importance and structure of the beet sugar crop in Abdalusia and applies the model to the growing of beet sugar in this region. It first determines the supply in unirrigated and irrigated land and then amplifies the model by introducing new explicatory variables such as the yield, prices of substtute products, prices of the different production factors. It thus obtains two new functions of supply for beet sugar in unirrigated and irrigated land in Andalusia.

The sunflower crop is mentioned as a substitute for beet sugar in unirrigated land; in irrigated land, on the contrary, it is maize and wheat that have a significant influence on beet sowing. A simplified function of supply for irrigated land is also indicated, which only relates the planned supply of beet to the regulation harvest price; this is shown in a graph.

At the end there are appendices that contain the basic data, the statistical adjustments and other relevant calculations,