

EL MERCADO DE PAPA: UN ESTUDIO CUANTITATIVO

Alfredo Martín Navarro  
y Cristina Laura Opezzi  
(con la colaboración de Myriam Bergez)

Miembros del Instituto de Estudios  
Económicos de la Fundación de la Bolsa  
de Comercio de Mar del Plata

## 1. Introducción

El propósito de este trabajo es analizar cuantitativa - mente las principales variables relacionadas con el mercado de papa en nuestro país.

Se estudia el comportamiento temporal del precio y de las series de rendimiento, producción y área sembrada. Por último se incluyen dos modelos econométricos multiecuacionales alternativos.

## 2. Comportamiento de las series en el tiempo

La información estadística disponible sobre este tema no es muy abundante. Sin embargo se cuenta, para el período 1950-1983, con las series correspondientes al área sembrada y a la cantidad producida de papa clasificada en función de los cuatro períodos anuales de cultivo, que son las llamadas producción temprana, semitemprana, semitardía y tardía, que se diferencian en función de la época del año en que se realiza el cultivo. Nuestro estudio se orientó especialmente a la producción semitardía, que es la que corresponde al sudeste de la Provincia de Buenos Aires y que alcanza aproximadamente al 72% de la producción total. Del cociente entre ambas surgieron las series de rendimiento. Todas ellas pueden verse en las figuras 1 a 3. Previamente analizamos sus tendencias mediante el modelo de crecimiento exponencial, que estimamos en forma no lineal. Los resultados pueden observarse en el cuadro 1.

Cuadro 1: Tasas de crecimiento para las distintas variables.

	Papa Total	Papa Semitardía
Rendimiento Promedio	2.38	3.71
Producción	1.04	1.53
Area Sembrada	-2.10	-1.91

El área sembrada presenta una tendencia declinante durante el período 1950-1983 del 2.10% anual, mientras que la producción creció a una tasa del 1.04% anual, lo que es ligeramente inferior a la tasa de crecimiento demográfico que durante el período es de aproximadamente un 1.65% anual. El área y la producción semitardía tienen un comportamiento similar, pero la producción crece algo más, ya que su tasa de crecimiento alcanza al 1.53% y el área sembrada cae solamente a una tasa del 1.91%. Como lógica consecuencia de lo expuesto, el rendimiento crece en forma notoria, ya que el correspondiente a la producción total lo hace a una tasa del 2.28% y el de la producción semitardía lo hace a una tasa aun mayor, que alcanza al 3.71%. Esta mejora en el rendimiento se debe a la utilización creciente de fertilizantes, funguicidas, insecticidas, nuevas variedades genéticas y, sobretudo, al uso de sistemas de riego artificial (1)

La serie de precios disponible nos informa acerca de la evolución del precio promedio mensual para la bolsa de 50 kgs. Como primer paso procedimos a deflactar la serie con el índice de precios al consumidor, base 1974 = 100, y efectuamos la regresión de los valores obtenidos sobre un término de tendencia, una constante unitaria y variables ficticias para captar estacionalidad sin que se obtuvieran resultados satisfactorios. Sin embargo cuando dividimos el período total (1950-1983) en dos subperíodos (1950-1964 y 1965-1983) observamos que la media del precio para ambos períodos es diferente. El precio promedio para todo el período alcanza, a precios de 1974, a \$ 52.35, pero muestra una declinación, ya que el primer subperíodo arroja un promedio de \$ 58.54, frente a un promedio de \$ 46.79 para el segundo subperíodo. Las medias de ambas poblaciones resultaron significativamente diferentes al 1%, lo que indica que el precio del producto ha caído con el transcurso del tiempo durante el período analizado.

(1) Es interesante destacar que durante la última década el rendimiento en Argentina ha superado los promedios mundiales (ver VEDOVA y MEHRBALD, 1980, pág. 4)

La estacionalidad fue estudiada calculándose los índices correspondientes, que arrojaron los valores que pueden observarse en el cuadro 2, e indica que los precios del producto superan el promedio durante el período comprendido entre julio y noviembre, encontrándose ligeramente por debajo durante los otros meses. Las fluctuaciones debidas a este fenómeno no resultan demasiado importantes, aunque parecieran haberse acentuado en el segundo subperíodo respecto al primero (2).

**Cuadro 2:** Índices de estacionalidad del precio promedio de papa (bolsa de 50 kgs.) deflactado con el índice de precios al consumidor, (base 1974=100) Base Enero=100.

MES	PERIODO		
	1950-1983	1950-1964	1965-1983
ENERO	100	100	100
FEBRERO	99.43	102.87	94.51
MARZO	95.21	94.86	95.69
ABRIL	95.94	91.29	102.63
MAYO	93.62	89.52	99.52
JUNIO	96.08	93.74	99.47
JULIO	107.86	103.04	114.79
AGOSTO	116.97	109.30	128.01
SEPTIEMBRE	117.53	110.73	127.31
OCTUBRE	118.22	114.04	124.23
NOVIEMBRE	110.96	102.33	123.36
DICIEMBRE	78.63	67.02	95.28

Por último se estudió el comportamiento del precio en el tiempo por un medio de la estimación de un modelo del tipo descrito por Box y Jenkins (1976), es decir

$$\phi(B) \tilde{w}_t = \theta(B) a_t$$

donde

(2) Debe tenerse presente que los valores correspondientes a diciembre están afectados por la propia variación estacional del índice utilizado.

$\phi(B)$  y  $\theta(B)$  son operadores de rezagos.

$a_t$ , es un proceso estocástico conocido como ruido blanco.

$w_t$ , es la  $d$ -ésima diferencia de la serie  $z_t$ , siendo

$$\tilde{w}_t = w_t - \mu_w \text{ y } E(w_t) = E(\nabla^d z_t) = \mu_w$$

donde  $z_t$  la serie estudiada (3).

Se trabajó con la serie desestacionalizada para el período 1965-1983 y el análisis del correlograma y del correlograma parcial de la serie permitió suponer su estacionariedad, así como que las especificaciones más razonables eran del tipo ARMA (1,2), ARMA (2,1) y ARMA (2,2).

Se estimaron dichos modelos, mediante el algoritmo de Gauss-Newton, obteniéndose los mejores resultados para los dos primeros, los cuales figuran en la tabla 1., de la que surge que el modelo más apropiado es el ARMA (1,2), el cual convergió en la quinta iteración y ofrece además de un razonable ajuste, errores que son ruido blanco de acuerdo al test de BOX-PIERCE y a la inspección del correlograma de los errores.

Se estimó asimismo el mismo modelo para el período total, es decir para 1950-1983, que también incluimos en la tabla 1. El test de Chow, de acuerdo al procedimiento sugerido por FOMBY (1984) indicó que la hipótesis de estabilidad de los parámetros puede aceptarse al 1%. En la figura 4 pueden verse los valores observados (PREDESTO) y los valores ajustados (FIT) para el período 1972 a 1983, que confirman el buen ajuste del modelo.

### 3. Análisis de la demanda

La función de demanda que utilizamos fué

$$Q^d = f(\bar{p}, \bar{y})$$

donde  $Q^d$  es la cantidad demandada,  $p$  el precio del producto e  $y$  el ingreso real, donde los signos esperados son negativo para el pre-

(3) Este es el modelo propuesto por BOX y JENKINS, (ver pág. 92)

precio y positivo para el ingreso.

A los efectos de la estimación utilizamos como cantidad demanda la cifra que resulta de restar a la producción de papa semitardía la utilizada como semilla, que surge a su vez de multiplicar el área sembrada por la semilla utilizada que se estimó en tres toneladas por Ha. Realizamos la regresión de esta variable para el período 1970-84 sobre el precio promedio de los meses marzo a agosto y sobre el producto bruto del tercer trimestre de cada año, además de un término constante unitario y otro de tendencia, en valores logarítmicos.

Los resultados obtenidos, aparecen en el cuadro 3. Las estimaciones realizadas por MCO están afectadas por simultaneidad entre el término de error y la variable exógena, por lo que se realizó la estimación por el Método de Mínimos Cuadrados Bietápicos.

**Cuadro 3:** Cálculo de la elasticidad de la demanda respecto al precio y al ingreso, utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Mínimos Cuadrados Bietápicos (MC2E).

	MCO	MC2E
elasticidad-precio	-0.25	-0.37
elasticidad-ingreso	-1.31	-1.63

Los valores obtenidos son similares a los obtenidos por Fox (1958) para Estados Unidos, quien empleando el mismo procedimiento de estimación, que es el sugerido por Intriligator (1978) obtuvo una elasticidad precio de -0.28 e indican que la demanda del bien es relativamente poco sensible a cambios en el precio.

Con respecto a la elasticidad-ingreso los resultados presentan un signo diferente al esperado, lo que indica que cuando el ingreso crece, cae la demanda del bien, lo que solamente se explica si se acepta se trata de un bien inferior. El valor del coeficiente

es superior a la unidad y su nivel de significatividad pareciera confirmar esta hipótesis, pero el reducido tamaño de la muestra no permite extraer conclusiones definitivas.

#### 4. Un modelo econométrico

Con las series disponibles elaboramos dos modelos multiecuacionales con el objeto de describir la evolución de las variables estudiadas y poder realizar pronósticos. Por las razones antes expuestas trabajamos con las variables correspondientes a la producción semitardía, cuyo período de siembra es en los meses de octubre y noviembre y el período de comercialización el comprendido entre febrero y octubre del año siguiente, extendiéndose ocasionalmente, en años de gran producción, a noviembre. En los meses restantes, el consumo se cubre con la producción del resto del país.

Las estimaciones se realizaron para el período total 1950-1983 y para el subperíodo 1965-1983. Teniendo en cuenta estas peculiaridades, se han formulado las siguientes ecuaciones, las que darán lugar a los modelos mencionados:

$$\begin{aligned}
 \text{I} \quad & \text{AST}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{TREND} + \alpha_2 \text{AST}_{t-1} + \alpha_3 \text{PMARAGO}_t + u_t \\
 \text{II} \quad & \text{QST}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{TREND} + \beta_2 \text{AST}_t + \beta_3 \text{LLE}_t + \beta_4 \text{QST}_{t-1} + v_t \\
 \text{III}_a \quad & \text{PMARAGO}_t = \gamma_0 + \gamma_1 \text{PDEF}_t + \gamma_2 \text{PMARAGO}_{t-1} + \gamma_3 \text{QST}_t + w_t \\
 \text{III}_b \quad & \text{PMAM}_t = \zeta_0 + \zeta_1 \text{PDEF}_t + \zeta_2 \text{PMAM}_{t-1} + \zeta_3 \text{QST}_t + z_t \\
 \text{III}_c \quad & \text{PJJA}_t = \psi_0 + \psi_1 \text{PMAM}_t + \psi_2 \text{PMARAGO}_{t-1} + s_t
 \end{aligned}$$

donde:

- AST : Área sembrada, en hectáreas, de papa semitardía.
- TREND : Tendencia.
- PMARAGO : Precio promedio de papa por bolsa de 50 kgs., en el semestre marzo-agosto, deflactado con el índice de precios al consumidor.
- QST : Producción en toneladas, de papa semitardía.
- LLE : Lluvia caída, en milímetros, durante el mes de enero.
- PDEF : Precio promedio de papa por bolsa de 50 kgs., en el trimestre diciembre-febrero, deflactado con el índice de precios al consumidor.

- PMAN : Precio promedio de papa por bolsa de 50 kgs., -  
en el trimestre diciembre-febrero, deflactado -  
con el índice de precios al consumidor.
- t : tiempo
- PJJA : Precio promedio de papa por bolsa de 50 kgs., -  
en el trimestre junio-agosto, deflactado con el  
índice de precios al consumidor.
- u, v, w, z, s, : Términos de error aleatorio de las respectivas  
ecuaciones.
- $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i, \psi_i$  : Parámetros a estimar.

Los modelos alternativos antes mencionados son:

- Modelo A  $\left\{ \begin{array}{l} I \\ II \\ III_a \end{array} \right.$
- Modelo B  $\left\{ \begin{array}{l} I \\ II \\ III_b \\ III_c \end{array} \right.$

Con ello se ha pretendido realizar una descripción glo -  
bal del período de comercialización (Modelo A) y diferenciar sus --  
subperíodos (Modelo B).

Dado que no existen problemas de subidentificación ni de  
simultaneidad, se estimaron los modelos en forma recursiva, empleán -  
dose el método minimocuadrático habitual.

Las estimaciones seleccionadas, así como las correspon -  
dientes al período total se incluyen en las tablas 2 a 6.

Tanto el test de Durbin-Watson como el test h de Durbin -  
cuando fue menester calcularlo indicaron la inexistencia de autoco -  
rrelación de primer orden, sin perjuicio de que hay que tener en --  
cuenta las limitaciones de este último test cuando se aplica a mues -  
tras pequeñas. Además se realizó la prueba de secuencia que confir -  
mó los resultados. Los autocorrelogramas de los errores indicaron -

la no existencia de autocorrelación de orden superior al primero y  
los valores del estadístico Q de Box-Pierce, confirman ésta hipóte -  
sis.

En la tabla 2 se exponen los resultados obtenidos al es -  
timarse la ecuación I, resultando significativas todas las varia -  
bles. La tendencia tiene signo negativo ya que el área sembrada se  
ha reducido durante el período considerado.

Es interesante señalar el hecho de que el precio eleva -  
do del producto en el momento de tomarse la decisión de sembrar in -  
fluye negativamente en el área sembrada. Esto puede ser motivado  
por el hecho de que el producto tiene el doble carácter de insumo -  
para la producción y de bien de consumo y cuando el precio es ele -  
vado actúa motivando que el bien sea vendido a precios que, se su -  
pone, son superiores al promedio en lugar de ser utilizado para u -  
na nueva siembra, lo que surge de la tabla 2 donde el coeficiente  
de la variable PMARAGO es negativo y significativo.

La estimación de la ecuación II del modelo, cuyos resul -  
tados pueden verse en la tabla 3, indica que las variables exóge -  
nas resultan con aceptables grados de significatividad. La tenden -  
cia es creciente y el área sembrada influye obviamente en la canti -  
dad producida. La lluvia caída en el mes de enero también tiene el  
signo esperado y resulta significativa al 10%. Los tests realiza -  
dos descartan la presencia de autocorrelación de primer orden o de  
orden superior.

Analizaremos ahora los modelos alternativos.

Como señalamos anteriormente, los dos modelos tienen en  
común las dos primeras ecuaciones. Las ecuaciones correspondientes  
al precio incluyen, en el modelo A, el precio promedio del período  
marzo-agosto, que corresponde al período pico de comercialización  
de papa semitardía. Se probaron distintas variables explicativas, -  
igual que en las otras estimaciones de precios, pero las variables  
significativas fueron la propia variable endógena rezagada, la can -  
tidad producida y el precio promedio del trimestre diciembre-febre -  
ro.

Los resultados figuran en la tabla 4.

En el modelo B se estimaron dos ecuaciones de precio. Una para el precio promedio de los meses de marzo, abril y mayo, y de otra para el trimestre de junio, julio y agosto, cuyos resultados están contenidos en las tablas 5 y 6 respectivamente.

En la ecuación  $III_c$ , en donde el precio promedio de junio a julio es la variable endógena, no se incluyó como variable explicativa la producción para evitar el problema de multicolinealidad ante la presencia del precio del trimestre marzo-mayo que, a su vez, incluye a esta última como explicativa en la ecuación  $III_b$ .

En las ecuaciones estimadas se analizó la estabilidad de los coeficientes mediante el test de Chow, y en las dos ecuaciones primeras resultó confirmada la hipótesis de estabilidad de los coeficientes, pero no así en las que el precio figura como variable endógena.

El modelo que hemos estimado puede utilizarse para realizar pronósticos, de acuerdo al procedimiento siguiente:

1. Antes de la siembra puede estimarse el área que ha de sembrarse en función de variables que son conocidas en ese momento, mediante la ecuación I.

2. En base a esta estimación, puede estimarse la cantidad que va a ser producida, utilizando la ecuación II.

3. Una vez conocida el área sembrada puede recalcularse la cantidad que va producirse y obtener un mejor pronóstico, el cual podrá mejorarse aún más al finalizar enero y conocerse la cantidad de lluvia caída en dicho mes.

4. Estos datos permiten calcular una primera estimación del precio promedio para el período marzo-agosto, utilizando la ecuación  $III_a$  o para los trimestres marzo-abril y mayo, con la ecuación  $III_b$  y para junio-julio y agosto mediante la ecuación  $III_c$ .

#### Conclusiones

El trabajo realizado opera en un campo que hasta ahora

no había sido analizado con técnicas econométricas, posiblemente porque el alto grado de dispersión de las series estudiadas hace pensar en un alto componente aleatorio en su comportamiento, y porque la información es escasa y no demasiado confiable.

Sin embargo, las estimaciones realizadas, tanto mediante el modelo tipo ARIMA como por medio de los modelos econométricos presentados ofrecen ajustes que pueden considerarse satisfactorios.

El conocimiento de las relaciones entre las variables puede orientar tanto la conducta de los productores como la política gubernamental para evitar las fluctuaciones del precio y de la producción que tienen serias consecuencias sociales y económicas para el sector productor y para la población, en general. Es posible que un comportamiento más estable de las variables que hemos analizado permita mejorar las dramáticas condiciones de vida que los trabajadores rurales soportan durante la siembra y la recolección del producto.

AREA TOTAL. SEMITARIA Y OTRAS ZONAS

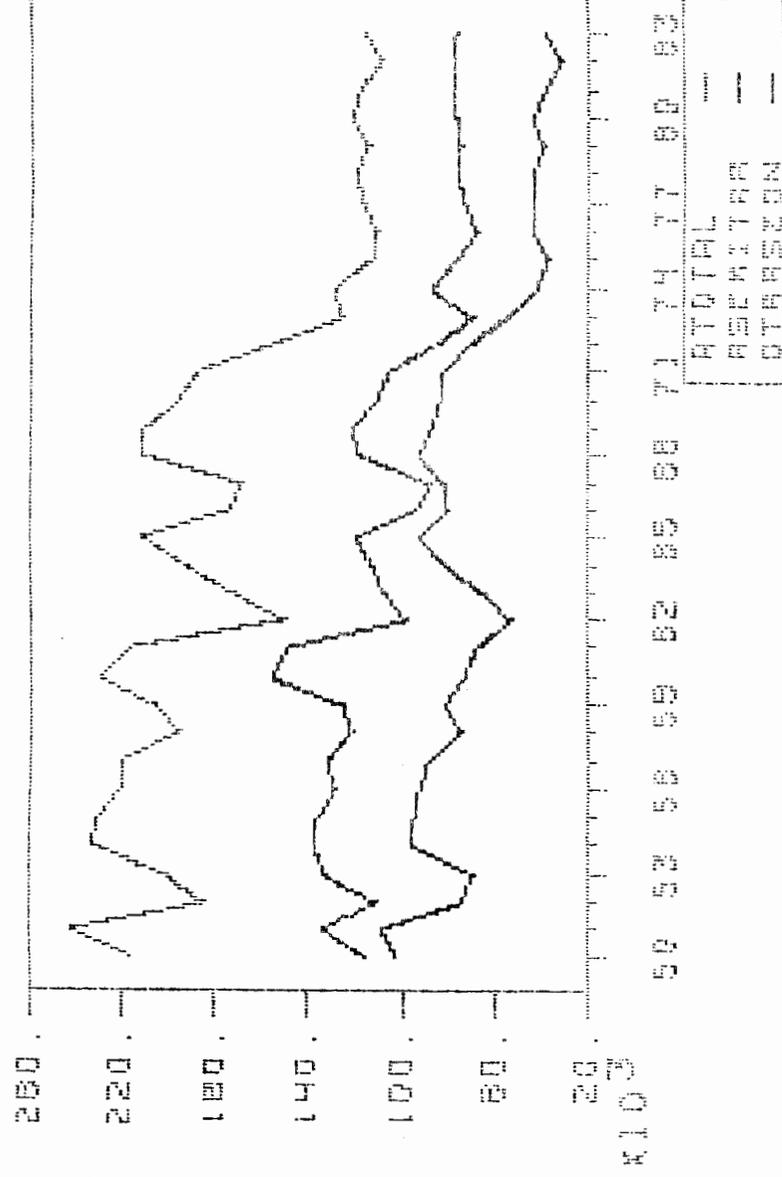


Fig. 1: Area sembrada. Total del país (ATOTAL), semitaria (ASEMITAR) y otras zonas (OTRASZON). 1950-1983. Fuente: Secretaría de Agricultura de la Nación (en miles de hectáreas).

PRODUCCION TOTAL. SEMITARIA Y OTRAS ZONAS

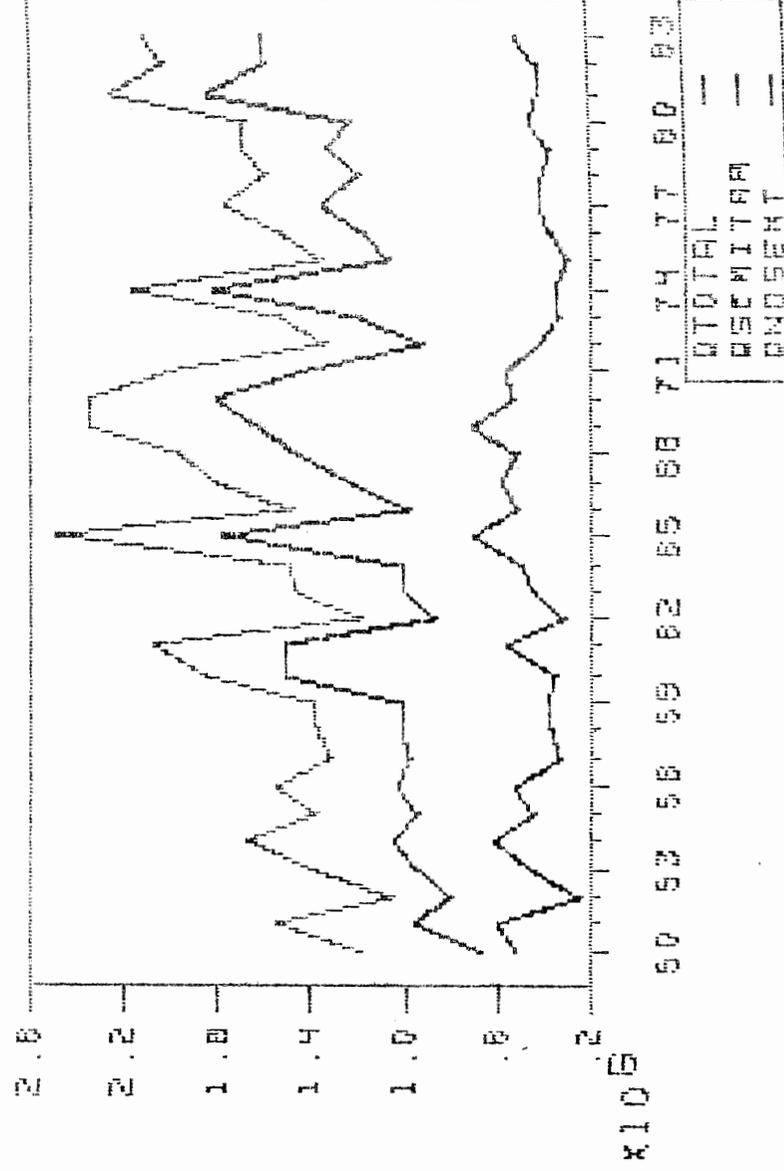


Fig. 2: Producción. Total del país (QTOTAL), Producción Semitaria (QSEMITAR) y Producción de otras zonas (QNOSEMIT). 1950-1983. Fuente: Secretaría de Agricultura de la Nación (en millones de toneladas).

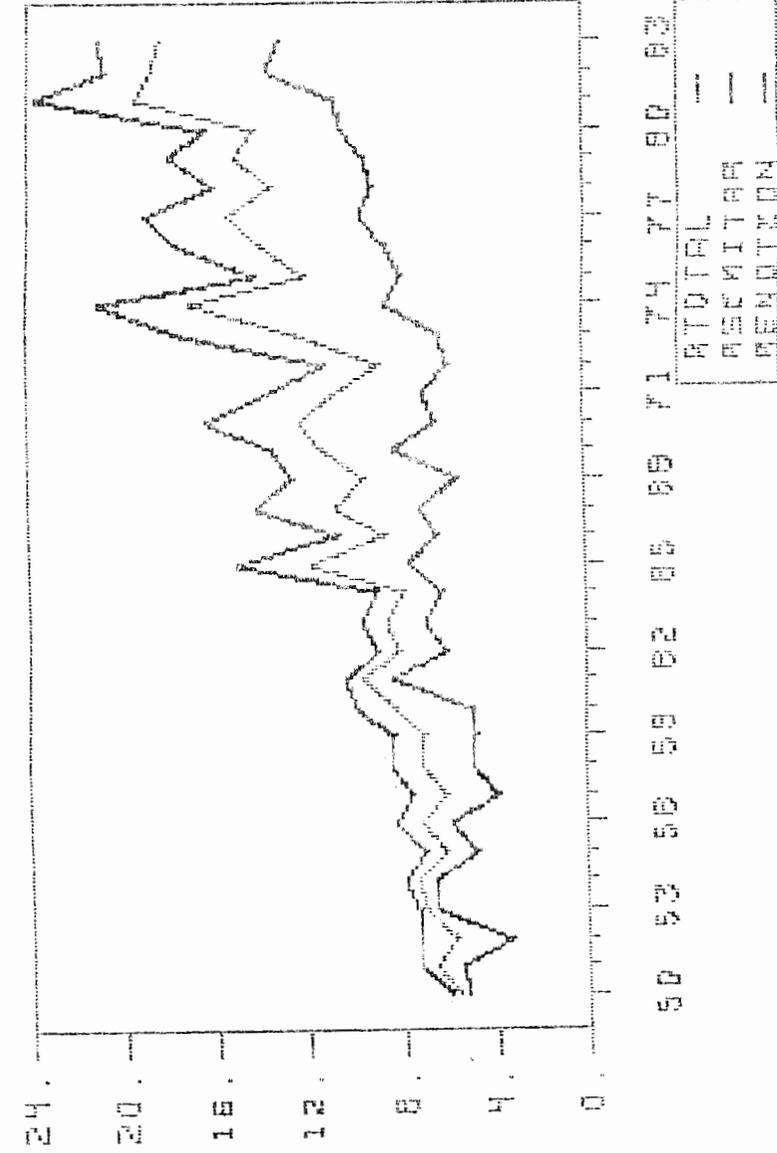


Fig. 3: Rendimiento promedio por hectárea. Total del país, (TOTAL), Producción semiaridía (SEMIÁRIDA) y de otras zonas (PROPIA). Fuente: Elaboración propia (en toneladas por hectárea).

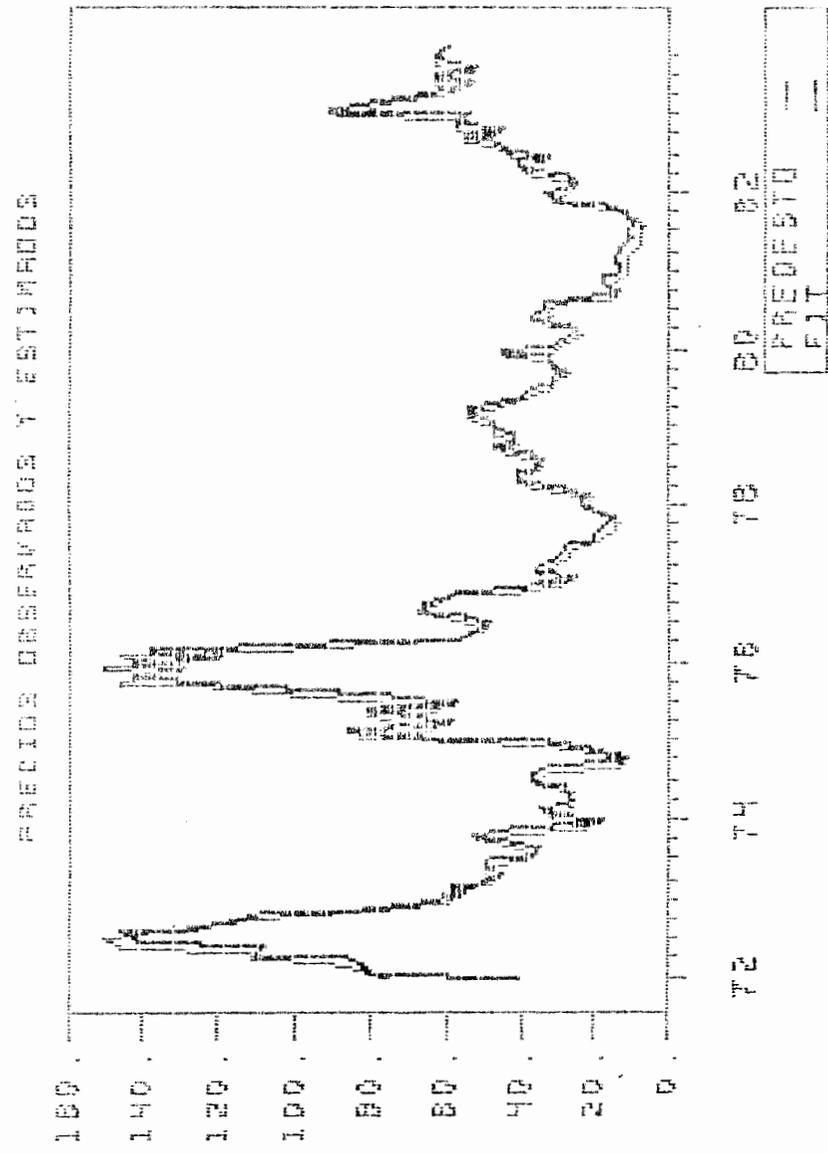


Fig. 4: Valores observados del precio promedio mensual deflactado con el Índice de Precios al Consumidor (Base 1974=100) y desestacionalizados, (PREPES TO), Fuente: Secretaría de Agricultura de la Nación. Valores estimados mediante el modelo ARMA (1,2), tabla 1, ecuación N° 1 (FIT).

TABLA 1

Resultado de las estimaciones de modelos ARMA para la serie de precios mensuales.

Nº	Período	Constante	$\hat{\phi}_1$	$\hat{\phi}_2$	Q	R <sup>2</sup>	IV
1	65-83	4.76 (2.68)	0.89 (25.58)	0.19 (2.66)	0.15 (2.04)	0.88	1.97
2	50-83	6.33 (3.44)	0.87 (29.46)	0.18 (3.18)	0.06 (1.20)	0.84	1.96

Nº	Período	Constante	$\hat{\phi}_1$	$\hat{\phi}_2$	$\hat{\delta}_1$	Q	R <sup>2</sup>	IV
3	65-83	2.70 (2.75)	1.45 (8.79)	-0.51 (-3.55)	-0.34 (-1.85)	34.37	0.88	2.02

$\phi_1, \phi_2$  : Parámetros autorregresivos.

$\delta_1, \delta_2$  : Parámetros de medio móvil.

Nota: Q es el estadístico de Box Pierce y IV el estadístico de Durbin Watson. Los valores entre paréntesis corresponden al estadístico t de Student.

TABLA 2

Estimación del área sembrada de papa semitardía (AST)

$$AST_t = \alpha_0 + \alpha_1 TREND + \alpha_2 AST_{t-1} + \alpha_3 PMARAGO_t + u_t$$

Nº	Período	Constante	TREND	AST <sub>t-1</sub>	PMARAGO	R <sup>2</sup>	FTE	Q	h
1	50-83	98216.96 (4.76)	-1327.39 (-3.88)	0.42 (3.09)	-243.67 (-3.04)	0.80	11941.10	10.07	0.21
2	65-83	87019.05 (2.52)	-1189.07 (-1.75)	0.46 (2.26)	-190.49 (-2.25)	0.72	10449.97	4.22	0.18

TABLA 3

Estimación de la producción de papa semitardía (QST)

$$QST_t = \beta_0 + \beta_1 TREND + \beta_2 AST_t + \beta_3 LLE_t + \beta_4 QST_{t-1} + v_t$$

Nº	Período	Constante	TREND	AST	LLE	QST <sub>t-1</sub>	R <sup>2</sup>	FTE	Q	h
1	50-83	-87656.5 (-2.61)	46616.14 (6.27)	12.21 (5.00)	1155.53 (1.56)	-0.15 (-1.19)	0.72	182148.32	11.52	0.35
2	65-83	-748930.4 (-1.16)	36702.43 (2.44)	15.71 (3.60)	1974.25 (1.71)	-0.30 (-1.86)	0.68	187515.9	5.00	-0.06

Nota: En las tablas 2 a 6 FTE es el error típico de estimación, Q es el estadístico de Box-Pierce y h el estadístico de Durbin. Los valores entre paréntesis corresponden al estadístico t de Student.

TABLA 4

Estimación del precio por bolsa de 50 Kgs. durante el semestre marzo-agosto (PMARAGO)

$$PMARAGO_t = \gamma_0 + \gamma_1 PDEF_t + \gamma_2 PMARAGO_{t-1} + \gamma_3 OST_t + w_t$$

Nº	Período	Constante	PDEF	PMARAGO <sub>t-1</sub>	QST	R <sup>2</sup>	ETE	Q	h
1	50-83	72.53 (4.55)	0.68 (4.79)	-0.56 (-5.06)	-0.003 (-3.00)	0.65	16.04	7.66	1.75
2	65-83	102.24 (3.75)	0.53 (2.85)	-0.32 (-1.97)	-0.005 (-2.74)	0.66	18.55	5.90	0.13

TABLA 5

Estimación del precio por bolsas de 50 kgs. durante el trimestre marzo-mayo (PMAM)

$$PMAM_t = \zeta_0 + \zeta_1 PDEF_t + \zeta_2 PMAM_{t-1} + \zeta_3 OST_t + z_t$$

Nº	Período	Constante	PDEF	PMAM <sub>t-1</sub>	QST	R <sup>2</sup>	ETE	Q	h
1	50-83	63.44 (5.94)	0.59 (6.57)	-0.29 (-3.20)	-0.002 (-3.84)	0.77	10.60	6.37	0.27
2	65-83	83.13 (4.62)	0.51 (4.25)	-0.30 (-2.27)	-0.004 (-3.23)	0.78	12.11	5.50	-0.05

TABLA 6

Estimación del precio para bolsas de 50 kgs. durante el trimestre junio-agosto (PJJA)

$$PJJA_t = \psi_0 + \psi_1 PMAM_t + \psi_2 PMARAGO_{t-1} + s_t$$

Nº	Período	Constante	PMAM	PMARAGO	R <sup>2</sup>	ETE	Q	DW
1	50-83	-0.21 (-0.03)	1.42 (14.61)	-0.27 (-3.47)	0.87	11.72	7.23	1.78
2	65-83	-1.42 (-0.20)	1.40 (11.90)	-0.21 (-2.21)	0.90	11.73	3.03	2.19

### Referencias

- BOX, G. y JENKINS, G.: Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden Day. 1976.
- FOMBY, T., CARTER HILL, R. y JOHNSON, S.: Advanced Econometric Methods. Springer - Verlag. 1984.
- FOX, K.A.: Econometric Analysis for Public Policy. Iowa State College Press.
- INTRILIGATOR, M.D.: Econometric Models. Techniques and Applications North Holland Pub. 1978.
- VEDOVA, O.D. y MEHRBALD, M.H.: Papa: Proceso de comercialización - (Sudeste Provincia de Buenos Aires). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Informes Regionales. - 1980.