

LA DEMANDA DE CARNE EN NICARAGUA Y COSTA RICA
EN EL PERIODO 1960 - 1969

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Francisco Barea Sandino



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Desarrollo Rural
Turrialba, Costa Rica
Febrero, 1971

LA DEMANDA DE CARNE EN NICARAGUA Y COSTA RICA
EN EL PERIODO 1960-1969

Tesis

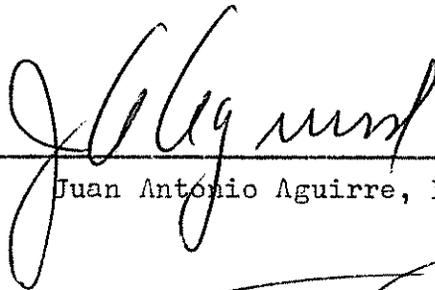
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Juan Antonio Aguirre, Ph.D.

Consejero



Gilberto Páez, Ph.D.

Comité



Oscar Hidalgo-Salvatierra, Ph.D.

Comité



Adalberto Gorbitz, Ing. Agr.

Comité

Febrero, 1971

DEDICATORIA

A mi esposa: Lily

A mi hijo : Otto Franciso

A mi madre

A mis hermanos

AGRADECIMIENTO

El autor agradece al Dr. Juan Antonio Aguirre, la desinteresada colaboración prestada durante el curso de esta investigación. Al Dr. Gilberto Páez, al Dr. Oscar Hidalgo y al Ing. Adalberto Gorbitz, miembros del Comité Consejero, quienes en todo momento prestaron su acertada asesoría con la mayor buena voluntad. Al Banco Central de Nicaragua, por haber financiado gran parte de esta investigación.

BIOGRAFIA

El autor nació en Juigalpa, departamento de Chontales, Nicaragua, en el año 1945. Llevó a cabo sus estudios universitarios en la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, habiendo obtenido el título de Ingeniero Agrónomo en 1967. A partir de esta fecha trabajó para el Ministerio de Obras Públicas de su país.

En setiembre de 1969 ingresó al departamento de Desarrollo Rural del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, habiendo obtenido el grado de Magister Scientiae en febrero de 1971.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCION	1
1.1. Importancia del estudio	1
1.2. Objetivos	2
2. LITERATURA REVISADA	3
2.1. Teoría de la demanda	3
2.1.1. Elasticidad de la demanda	5
2.1.2. Valores importantes de la elasticidad	7
2.1.3. Relación en los bienes de consumo	8
2.2. Estimación de funciones de demanda	9
2.2.1. Análisis de series cronológicas	10
2.2.1.1. Modelos de ecuaciones simultáneas	11
2.2.1.2. Modelos de ecuación única	12
2.2.1.2.1. Modelos estáticos	13
2.2.1.2.2. Modelos dinámicos	13
2.2.2. Problemas estadísticos en la estimación de mode- los de ecuación única	14
2.2.2.1. Errores en las variables	15
2.2.2.2. Autocorrelación	16
2.2.2.3. Multicolinealidad	17
2.2.2.4. Heterocedasticidad	17
2.3. Análisis de fluctuaciones estacionales	18
3. METODOLOGIA	19
3.1. Localización de la investigación	19
3.2. Recolección de la información	19
3.3. Variables consideradas en el estudio	19
3.4. Análisis de la información	21
3.4.1. Análisis de tendencias	22
3.4.2. Análisis de precios	23
3.4.3. Estimación de las elasticidades	27

	<u>Página</u>
3.4.3.1. Modelo Cobb-Douglas	27
3.4.3.2. Modelo de "desfasajes distribuidos"	30
3.4.4. Cálculo de las proyecciones	34
4. RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1. Análisis de tendencias	37
4.1.1. Tendencia de la producción, el consumo y las ex- portaciones de carne bovina	37
4.1.1.1. El caso de Nicaragua	37
4.1.1.2. El caso de Costa Rica	40
4.1.1.3. Comparación entre Nicaragua y Costa Rica	44
4.1.2. Tendencia del consumo de carne porcina	44
4.1.3. Tendencia de los precios a los consumidores	47
4.1.4. Tendencia del Ingreso Nacional <u>per capita</u>	51
4.2. Análisis de las fluctuaciones estacionales de los precios	53
4.3. Elasticidades de la demanda de carne	61
4.3.1. La demanda de carne en Nicaragua	64
4.3.1.1. El caso de la carne bovina	64
4.3.1.2. El caso de la carne porcina	66
4.3.2. La demanda de carne en Costa Rica	67
4.3.2.1. El caso de la carne bovina	67
4.3.2.2. El caso de la carne porcina	68
4.3.3. Comparación entre los modelos: Cobb-Douglas y "desfasajes distribuidos"	69
4.4. Proyecciones de la demanda de carne	69
4.4.1. El caso de Nicaragua	71
4.4.2. El caso de Costa Rica	73
5. CONCLUSIONES	75
6. RESUMEN	77
6a. SUMMARY	80
7. LITERATURA CITADA	83
APENDICE	87

LISTA DE CUADROS

		<u>Página</u>
Cuadro Nº		
1	Exportaciones de ganado bovino entre 1960-69. Costa Rica	43
2	Análisis de precios. Nicaragua. Contribución relativa de cada armónico a la variación total	56
3	Análisis de precios. Costa Rica. Contribu- ción relativa de cada armónico a la variación total	60
4	Elasticidades de la demanda de carne en Nicara- gua	62
5	Elasticidades de la demanda de carne en Costa Rica	63
6	Proyecciones de la demanda de carne en Nicara- gua y Costa Rica	70
7	Ecuaciones para predicción	71
8	Datos básicos utilizados en el estudio	99

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o		<u>Página</u>
1	Tendencia de la producción, el consumo y las exportaciones de carne bovina en Nicaragua ...	38
2	Tendencia del consumo <u>per capita</u> de carne bovina en Nicaragua y Costa Rica	41
3	Tendencia de la producción, el consumo y las exportaciones de carne bovina en Costa Rica ..	42
4	Tendencia del consumo total de carne porcina en Nicaragua y Costa Rica	45
5	Tendencia del consumo <u>per capita</u> de carne porcina en Nicaragua y Costa Rica	46
6	Tendencia de la población en Nicaragua y Costa Rica	48
7	Tendencia de los precios al por menor de la carne en Nicaragua	49
8	Tendencia de los precios al por menor de la carne, en Costa Rica	50
9	Tendencia del Ingreso Nacional <u>per capita</u> en Nicaragua y Costa Rica	52
10	Periodograma del precio de la carne bovina en Nicaragua	54
11	Periodograma del precio de la carne porcina en Nicaragua	55
12	Periodograma del precio de la carne bovina en Costa Rica	58
13	Periodograma del precio de la carne porcina en Costa Rica	59

1. INTRODUCCION

1.1. Importancia del estudio

El proceso de desarrollo económico ha originado cambios fundamentales en la economía de Nicaragua y Costa Rica. En los últimos años su Ingreso Nacional ha presentado un crecimiento sostenido y se han producido cambios en la dieta de la población, acelerados por el mejoramiento de su nivel educativo. A esto hay que agregar que, ante la creciente necesidad de divisas, las exportaciones de carne bovina constituyen una estable fuente de divisas para la economía nacional.

Conscientes de esto los gobiernos de ambos países han tratado de desarrollar el sector pecuario, a través de fuertes inversiones, con el fin de aprovechar sus abundantes recursos físicos, aptos para la producción de carne. El monto total de los créditos ganaderos habilitados por el BID en dichos países, durante la década 1960-69, asciende a 36,2 millones de dólares repartidos así: 28,6 millones para Nicaragua y 7,6 millones para Costa Rica.*

El efecto inmediato de esas inversiones, se refleja en el aumento registrado por la producción de carne bovina en el período 1960-69. En Nicaragua la tasa de incremento fue de 10,4% anual y en Costa Rica, de 6,0%. El consumo interno de carne, por otra parte, no ha registrado el incremento que era de esperar. En efecto el consumo per cápita de carne bovina presentó un incremento de 2,3% anual en Nicaragua; en cambio en Costa Rica se observó una tasa decreciente de 1,6% anual

* Aguirre, J.A. Un esquema de elaboración de proyectos ganaderos. In Gorbitz, A. ed. Seminario sobre desarrollo ganadero tropical. Turrialba, Costa Rica, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, 1970. p. irr.

posiblemente porque en este último parece haberse dado una mayor importancia al incremento de las exportaciones de carne bovina.

La determinación de funciones de demanda de alimentos desde el punto de vista de la política agropecuaria ocupa un papel preponderante, ya que ayuda a fijar las metas de producción específicas en un período determinado. De ahí se deriva la importancia de este tipo de investigación y su influencia en las decisiones de política agropecuaria.

El presente estudio pretende determinar las funciones de demanda de carne bovina y porcina en Nicaragua y Costa Rica, en el período 1960-69 y, proyectar su demanda para el período 1970-75. Para conseguir esto se llevó a cabo un análisis de series cronológicas, en base a informaciones obtenidas de fuentes secundarias en ambos países.

1.2. Objetivos

Los objetivos de esta investigación son:

- a) Determinar la función de demanda de carne en Nicaragua y Costa Rica, en el período 1960-69.
- b) Proyectar la demanda de carne en dichos países, para el período 1970-75.
- c) Comparar la eficiencia de dos diferentes modelos matemáticos (Cobb-Douglas vs modelo de "desfasajes distribuidos"), en la estimación de funciones de demanda.*

* Se compararon estos dos modelos porque han sido ampliamente usados en los trabajos consultados y se desea determinar cual de los dos ofrece mayores ventajas.

2. LITERATURA REVISADA

2.1. Teoría de la demanda

De acuerdo con la teoría clásica, la cantidad demandada de un bien varía en función de su precio, del precio de los otros bienes que el consumidor compra, del ingreso y del gusto del consumidor. En la práctica econométrica esta formulación se condensa en una ecuación más manejable, que relaciona la cantidad demandada con el precio del bien estudiado, el nivel general de precios, los precios de uno, dos o tres otros productos sustitutivos o complementarios del principal y la renta del consumidor; los precios de los demás bienes no tienen importancia suficiente para justificar su tratamiento explícito en los estudios prácticos (27, 31).

En los estudios de demanda de carne generalmente se incluyen los precios de carne bovina, carne porcina, carne de pollo y la renta, pues se supone que estas variables influyen en mayor grado sobre el consumo de carne.

Según Henderson y Quandt (27) las curvas de demanda pueden deducirse del análisis de la maximización de la utilidad. Considerando el caso simplificado en el que las adquisiciones del consumidor están limitadas a dos artículos, su función de utilidad ordinal será:

$$U = q_1 q_2 \quad [1]$$

donde q_1 y q_2 son las cantidades consumidas de los productos Q_1 y Q_2 . El consumidor racional desea adquirir aquella combinación de Q_1

y Q_2 con la que obtenga el mayor nivel de satisfacción; pero su renta es limitada y no puede adquirir una cantidad ilimitada de productos. La ecuación de balance del consumidor puede representarse de la siguiente forma:

$$Y = P_1q_1 + P_2q_2 \quad [2]$$

o sea:

$$Y - P_1q_1 - P_2q_2 = 0 \quad [3]$$

donde Y es su renta y P_1 y P_2 son los precios de Q_1 y Q_2 respectivamente. Usando los multiplicadores de Lagrange, de [1] y [3], se forma la expresión:

$$V = q_1q_2 + \lambda(Y - P_1q_1 - P_2q_2)$$

e igualando a cero sus derivadas parciales:

$$\frac{\partial V}{\partial q_1} = q_2 - \lambda P_1 = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial q_2} = q_1 - \lambda P_2 = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial \lambda} = Y - P_1q_1 - P_2q_2 = 0$$

resolviendo por q_1 y q_2 se obtienen las funciones de demanda:

$$q_1 = \frac{Y}{2P_1} \text{ y } q_2 = \frac{Y}{2P_2}$$

Estas funciones de demanda son un caso especial en el que la demanda de cada artículo depende solamente de su precio y de la renta del consumidor.

Según Klein (32) las funciones teóricas de demanda se pueden escribir:

$$q_1 = \varepsilon_1 \left(\frac{P_2}{P_1}, \frac{P_3}{P_1}, \dots, \frac{P_n}{P_1}, \frac{Y}{P_1} \right)$$

$$q_2 = \varepsilon_2 \left(\frac{P_1}{P_2}, \frac{P_3}{P_2}, \dots, \frac{P_n}{P_2}, \frac{Y}{P_2} \right)$$

$$q_n = \varepsilon_n \left(\frac{P_1}{P_n}, \frac{P_2}{P_n}, \dots, \frac{P_{n-1}}{P_n}, \frac{Y}{P_n} \right)$$

y decir que la cantidad demandada depende de todos los precios relativos que figuran en el sistema y de la renta real.

En general la curva de demanda del consumidor de un producto Q_1 se escribe:

$$q_1 = f (P_1, P_2, \dots, P_n, Y)$$

o suponiendo que P_2, \dots, P_n e Y son parámetros dados (condición de ceteris paribus)

$$q_1 = f (P_1)$$

La forma de la función de demanda depende de las propiedades de la función de utilidad del consumidor. Generalmente se supone que tienen pendiente negativa; pero en casos excepcionales puede sostenerse lo contrario, Ej.: el consumo de lujo. Si el consumidor deriva utilidad de pagar un precio alto, la función de demanda puede tener pendiente positiva (27).

2.1.1. Elasticidad de la demanda

Según Lange (32) Marshall introdujo el concepto de elasticidad de la demanda, definiéndola como "la relación que existe entre un cambio relativo de la cantidad demandada y el cambio relativo en su

precio". Su representación matemática es:

$$\eta = \frac{P}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial P}$$

donde Q es la cantidad demandada del bien y P es su precio, bajo la condición de ceteris paribus.

En los estudios econométricos que tratan de cuantificar la elasticidad de la demanda, se considera además el precio de uno o más bienes que se supone sean sustitutivos o complementarios y el ingreso del consumidor. De este modo es factible estimar las elasticidades cruzadas y la elasticidad ingreso, las cuales son de gran importancia desde el punto de vista de la política agrícola, porque permiten cuantificar la influencia de otros bienes y del ingreso sobre la demanda.

La elasticidad cruzada se puede definir como la razón entre la variación relativa de la cantidad demandada (Q) y el correspondiente cambio proporcional unitario del precio del bien que se supone puede ser sustitutivo o complementario (P') y matemáticamente se representa como:

$$E_c = \frac{P'}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial P'}$$

El mismo concepto se emplea para definir la elasticidad ingreso, cuya representación matemática es:

$$E_y = \frac{Y}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial Y}$$

donde Y representa el ingreso del consumidor.

2.1.2. Valores importantes de la elasticidad

En la interpretación de la elasticidad con fines prácticos, deben considerarse ciertos valores importantes, los cuales son indicativos de las características propias de la función. Dichos valores son (49):

- a) $E = \infty$: Perfectamente elástica. Cualquier incremento de la variable independiente producirá un incremento infinito de la cantidad demandada.
- b) $\infty > E > 1$: Relativamente elástica. Un incremento de la variable independiente producirá un incremento proporcionalmente mayor de la cantidad demandada.
- c) $E = 1$: De elasticidad 1. Un incremento de la variable independiente, provocará un aumento proporcionalmente igual de la cantidad demandada.
- d) $0 < E < 1$: Relativamente inelástica. Un aumento de la variable independiente provocará un aumento proporcionalmente menor de la cantidad demandada.
- e) $E = 0$: Perfectamente inelástica. Un aumento de la variable independiente no tendrá ningún efecto sobre la cantidad demandada.

Cuando la elasticidad presenta valores negativos, se considera que la cantidad demandada tiene una variación relativa, inversamente proporcional a la variación de la variable independiente, estableciéndose los mismos límites que para sus valores positivos.

2.1.3. Relación entre los bienes de consumo

Desde el punto de vista de la teoría de la demanda, los bienes de consumo pueden catalogarse en cuatro categorías (27):

a) Sustitutivos. Cuando dos bienes pueden satisfacer la misma necesidad del consumidor, Ej.: Café y té. En este caso:

$$\frac{P_2}{Q_1} \frac{dQ_1}{dP_2} > 0$$

b) Complementarios. Si ambos se consumen conjuntamente para satisfacer una necesidad particular. Ej.: Café y azúcar. En este caso:

$$\frac{P_2}{Q_1} \frac{dQ_1}{dP_2} < 0$$

c) Independientes. Cuando los bienes no guardan ninguna relación entre sí; por lo tanto:

$$\frac{P_2}{Q_1} \frac{dQ_1}{dP_2} = 0$$

d) Inferiores. Si la demanda se comporta de tal manera que las adquisiciones de un bien decrecen, a medida que aumenta el ingreso del consumidor, o sea que:

$$\frac{Y}{Q_1} \frac{dQ_1}{dY} < 0$$

Corrientemente se considera que la carne es un bien superior, debido a que es un alimento de primera necesidad (una de las mayores fuentes de proteínas) en la dieta humana. También se considera que la carne bovina y la carne porcina son bienes sustitutivos entre sí,

porque ambos son capaces de satisfacer la misma necesidad del consumidor.

2.2. Estimación de funciones de demanda

Según Lange (32) Cournot dio por primera vez una formulación matemática de la ley de la oferta y la demanda en 1838, indicando que la demanda (d) es cierta función del precio (P).

$$d = f (P)$$

Posteriormente Marshall consideró la demanda como una variable independiente:

$$P = f (d)$$

Esta función determina el precio (P) al cual puede venderse en el mercado una cierta cantidad (d) de la mercancía.

El primero que trató de determinar funciones empíricas de demanda fue Moore, citado por Lange (32), en 1917 y sus trabajos fueron intensamente desarrollados por Schultz (44). Este usó el modelo de ecuación única, estimado por Mínimos cuadrados.

Los principales métodos usados en la estimación de funciones de demanda son:

- a) Análisis de series cronológicas
- b) Análisis de sección transversal o de presupuestos familiares
- c) Experimentos controlados

En este estudio se utiliza el primer método, por lo cual se hace una referencia más detallada con respecto a él.

2.2.1. Análisis de series cronológicas

Este sistema trata de cuantificar las relaciones existentes entre las variables que afectan la demanda de un bien, utilizando datos agregados basados en observaciones realizadas en períodos constantes de tiempo (anuales, semestrales, trimestrales, etc.).

Rojko (43) cita los siguientes factores como "ingredientes necesarios" en el análisis de la demanda, a través de series cronológicas:

- a) La variabilidad de los datos debe ser suficiente para permitir la observación del efecto de cambio de una variable sobre otras.
- b) Los datos en los cuales están basados los resultados, deben tener mayor variabilidad que el error asociado con los datos.
- c) Es necesario un número mínimo de observaciones para tener confianza en los coeficientes estimados.
- d) La intercorrelación entre las variables explicativas debe ser mínima, porque reduce la significancia de los coeficientes estimados y afecta su valor.
- e) No debe existir correlación serial en los residuos.
- f) Debe evitarse el error de especificación.*

* Se comete el error de especificación, cuando no se cumple con alguna de las condiciones especificadas en el modelo económico. Ej.: La estimación del modelo por mínimos cuadrados, en base a datos autocorrelacionados.

Existen dos tipos de modelos matemáticos para medir relaciones de demanda: Modelos de ecuaciones simultáneas y modelos de ecuación única.

2.2.1.1. Modelos de ecuaciones simultáneas

Estos modelos se basan en la supuesta simultaneidad de las relaciones económicas. O sea que los valores observados de las variables económicas están determinados mediante la interacción simultánea de las relaciones que existen entre ellas. Consideran al sistema económico como un ente dinámico y tratan de cuantificar las interrelaciones económicas que supuestamente existen, a través de una serie de ecuaciones simultáneas.

Actualmente se ha desarrollado una metodología estadística bastante elaborada, con el objeto de estimar simultáneamente los parámetros de todas las relaciones que se especifican en el modelo. Los principales métodos de estimación son (28): "Mínimos cuadrados indirectos", "Información limitada para una sola ecuación", "Mínimos cuadrados en dos y tres etapas", "Máxima verosimilitud con información completa" y "Ecuación de forma reducida".

En la literatura existen varios estudios (2, 33, 35, 41, 45, 46, 50, 51) en los que se hace uso de modelos de ecuaciones simultáneas en el análisis del sector de carne bovina, los cuales presentan los argumentos en que se basa la identificación de las relaciones económicas existentes en dicho sector.

2.2.1.2. Modelos de ecuación única

Este sistema trata de cuantificar en una sola ecuación las relaciones entre las variables independientes, que se suponen predeterminadas, y la variable dependiente, en el supuesto de que ésta es el resultado de la interacción de aquéllas.

Según Fox (21) la ecuación única estimada por Mínimos cuadrados, puede dar un estimado insesgado, si y sólo si, la oferta y otras variables relevantes no son grandemente afectadas por el precio durante el período de mercadeo. Estas condiciones son aproximadamente satisfechas por muchos productos agrícolas.

Foote y Fox (19) manifiestan que si los precios son establecidos por la acción del gobierno, el precio debería usarse como la variable independiente y el consumo como la variable dependiente, en un análisis destinado a medir la elasticidad de la demanda. Esto se debe a que, en este caso, los precios funcionarían como variables predeterminadas y su interacción determinaría el consumo.

Según Tomek y Cochrane (47) la evidencia empírica ha demostrado que se obtienen mejores resultados usando el consumo como variable dependiente.

En la literatura existen estudios que utilizan modelos estáticos (20, 34) y dinámicos (23, 39, 47); estos últimos introducen el concepto de "desfasajes distribuidos" (distributed lags) en el estudio de la demanda de carne.

2.2.1.2.1. Modelos estáticos

Son los que consideran al sistema económico dentro de un período de tiempo, tomando en cuenta sólo los valores presentados por las variables en el momento que se hizo la observación. Generalmente se usan ecuaciones lineales (34) y logarítmicas (26, 47).

El uso de ecuaciones lineales o logarítmicas, depende del tipo de relaciones que supuestamente existen entre las variables consideradas. Según Foote (18) las ecuaciones logarítmicas tienen la ventaja mecánica de producir curvas de elasticidad constante y, en muchos análisis, parece que los datos ajustan mejor que en las relaciones aritméticas. Esta última aseveración ha sido comprobada en nuestro estudio.

2.2.1.2.2. Modelos dinámicos

El modelo de "desfasajes distribuidos" (distributed lags) desarrollado por Nerlove (36), se basa en la suposición de que una causa dada, que ocurre en un momento determinado, ejerce su acción sobre un período futuro, de tal modo que su efecto se distribuye sobre todo ese período. Ej.: Si ocurre un cambio en el precio, la reacción de los consumidores no se manifestará inmediatamente, sino que será necesario cierto período de tiempo para que se restablezca el equilibrio; a ese período se le llama "período de ajuste".

En estos modelos se introduce, como variable independiente, el valor que tomó la variable dependiente en el período anterior al considerado (Y_{t-1}), siendo esto lo que les comunica el carácter diná

mico. Presentan la ventaja de estimar las elasticidades a corto y largo plazo y, reducen o eliminan la correlación serial positiva en los residuales (39).

Lo anterior sin embargo, ha producido criterios discordantes. Varios autores (24, 25, 47) están de acuerdo en que estos modelos producen una sobrestimación de la elasticidad a largo plazo, cuando los errores están autocorrelacionados positivamente. Fuller y Martin (24) manifiestan que en vez de eliminar la autocorrelación serial, sirven meramente para enmascararla y que el criterio de Durbin-Watson* no debe ser usado con modelos de "desfasajes distribuidos" para medir autocorrelación.

Tomek y Cochrane (47) encontraron que la elasticidad precio basada en datos trimestrales y modelos "desfasajes distribuidos", tuvo valores similares a la estimación basada en observaciones anuales y modelos Cobb-Douglas.

2.2.2. Problemas estadísticos en la estimación de modelos de ecuación única

Los modelos de ecuación única se han utilizado en el trabajo econométrico, frecuentemente sin un examen estricto de la validez de la técnica para su aplicación al caso de estudio. Tales aplicaciones fueron inevitables porque dicho modelo fue desarrollado basándose en análisis de datos experimentales, referentes a situaciones

* Para una exposición detallada acerca de este criterio, véase la sección 3.4.3.1.

en que las variables explicativas podían mantenerse a niveles designados de antemano por el investigador. Además este modelo asume una serie de hipótesis que en muchos casos no son satisfechas por las relaciones económicas, y si se aplica directamente se incurre en el error de especificación (28, 43).

Los principales problemas que se presentan en la estimación de modelos de ecuación única a partir de datos económicos son: Errores en las variables, autocorrelación, multicolinealidad y heterocedasticidad.

El estado actual de desarrollo de la econometría no permite abordar simultáneamente todos estos problemas. Existen métodos aplicables a cada caso en particular, pero si varios problemas se presentan simultáneamente, no es posible tratarlos uniéndolos a la vez, los métodos apropiados para cada caso. En lugar de ello se necesita un tratamiento de integración ideado para el caso en cuestión, lo cual no es aún asequible (28).

2.2.2.1. Errores en las variables

La mayoría de las estadísticas económicas contienen errores de medida, por lo tanto, solamente son aproximaciones de la realidad. Esos errores establecen una dependencia entre el error y los valores observados de las variables explicativas; lo que invalida uno de los supuestos básicos del modelo de ecuación única, el cual presupone que el error es independiente de las variables explicativas (28).

2.2.2.2. Autocorrelación

Otro supuesto básico del modelo de ecuación única es la existencia de independencia serial del término de error. La autocorrelación se define como la no existencia de independencia serial del término de error, lo cual es muy común en el análisis de series cronológicas económicas.

Según Johnston (28), la autocorrelación es debida a:

- a) Especificación incorrecta de la forma de la relación entre las variables. Ej.: Escoger un modelo lineal, cuando la verdadera relación es cuadrática.
- b) Variables omitidas correlacionadas serialmente y que tienden a moverse sincronizadamente.
- c) Errores de medida en la variable explicada.

Existen diversas pruebas de hipótesis para identificar la autocorrelación; una de las más usadas es el criterio de Durbin-Watson (15, 16).

Cuando se comprueba la existencia de autocorrelación, no es conveniente aplicar los Mínimos cuadrados en la estimación de los parámetros, porque se presentan las siguientes inconsistencias (28):

- a) Sobre o subestimación de las variancias muestrales de los coeficientes de regresión.
- b) Predicciones ineficientes.

Actualmente se dispone de algunos métodos de estimación para los casos en que se comprueba la existencia de autocorrelación.

Durbin (14) ha sugerido un método de dos etapas que emplea los

Mínimos cuadrados en cada una de ellas. Este método fue empleado en nuestro estudio y será explicado en mayor detalle en la sección de metodología.

2.2.2.3. Multicolinealidad

Según Klein (31) es un fenómeno típico de muchas series cronológicas. Descrita en rasgos generales, se trata de la inclinación que muestran muchas series económicas a moverse juntas en el tiempo a lo largo de las mismas tendencias y ciclos económicos.

Existen multicolinealidad, cuando algunas o todas las variables explicativas de una relación se hallan tan altamente correlacionadas entre sí, que resulta difícil determinar sus influencias separadas y obtener una estimación razonablemente precisa de sus efectos relativos (28).

La multicolinealidad incrementa el valor del error estándar de los coeficientes de regresión y esto puede explicar los signos "incorrectos" de algunos coeficientes (46).

2.2.2.4. Heterocedasticidad

Uno de los supuestos del modelo de ecuación única es que el error tiene variancia constante (homocedasticidad). Se dice que existe heterocedasticidad cuando el término de error no tiene variancia constante. Como ilustración, Johnston (28) cita el siguiente ejemplo: "el ahorro de las familias con rentas altas puede mostrar mucho mayor variación respecto a un nivel medio, que el de las familias con rentas bajas". El efecto de aplicar los Mínimos cuadrados

a datos que presentan heterocedasticidad, es que se obtienen estimaciones sesgadas de los parámetros.

2.3. Análisis de fluctuaciones estacionales

Según Lange (32) "las fluctuaciones estacionales son el resultado, bien de variaciones climáticas o de costumbres sociales que están casi siempre relacionadas con las mismas variaciones climáticas". Se puede considerar que son aproximadamente periódicas, usualmente con un período anual de fluctuación y con la misma amplitud en diferentes años.

Nerlove (38) las define en función del análisis espectral como "la característica de una serie de tiempo que origina picos espectrales en frecuencia estacionales".

Tradicionalmente, la herramienta principal de este análisis ha sido el método del "índice estacional", calculado a través de promedios móviles (32) o de ecuaciones de tendencia (52). Recientemente ha tomado mucho auge el uso del análisis espectral (38), cuya aplicación se fundamenta en la supuesta periodicidad de las fluctuaciones estacionales, con la ventaja de que se obtiene una mejor descripción.

Según Wierer (52), las fluctuaciones estacionales de precios se encuentran en la mayoría de los productos agrícolas, debido a que presentan una producción estacional. El análisis de estas fluctuaciones de precios es la base más importante para la política de estabilización de precios.

3. METODOLOGIA

3.1. Localización de la investigación

Este estudio de la demanda de carne bovina y carne porcina en Nicaragua y Costa Rica, se basó en datos del período 1960-69. Se llevó a cabo un análisis a nivel nacional, debido a que no existen datos más detallados.

3.2. Recolección de la información

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica preliminar, durante la cual se revisaron una serie de documentos y publicaciones, suministrados por diferentes instituciones públicas de ambos países. Basándose en esta investigación fueron elaboradas las series cronológicas de observaciones anuales, a partir de fuentes secundarias.

En Nicaragua, la información se obtuvo del Banco Central de Nicaragua, de la Dirección General de Estadística y Censos y del Banco Nacional de Nicaragua. En Costa Rica, de la Dirección General de Estadística y Censos, del Banco Central de Costa Rica y del Consejo Nacional de Producción.

3.3. Variables consideradas en el estudio

Según la teoría de la demanda, la cantidad demandada de un bien depende de su precio, del precio de los otros bienes que el consumidor compra, de la renta y del gusto del consumidor. Teniendo presente este enunciado, fueron seleccionadas las siguientes variables:

- a) Consumo per capita de carne bovina. Representa la cantidad consumida de carne bovina por habitante, en cada año del período de estudio.
- b) Consumo per capita de carne porcina. Representa la cantidad consumida de carne porcina por habitante, en cada año del período de estudio.
- c) Precio al por menor de carne bovina en la capital. Se usó éste, porque es la información de precios más confiable que se puede obtener en Nicaragua y Costa Rica.
- d) Precio al por menor de la carne porcina en la capital.
- e) Ingreso Nacional per capita. Originalmente se pensaba usar el Ingreso Disponible per capita, pero los cómputos de cuentas nacionales de Nicaragua y Costa Rica no lo consideran.
- f) Producción de carne bovina. Debido a que en los dos países no es consumida toda la producción de carne bovina, sino que una parte de ella es exportada, se incluyó en el estudio como una variable diferente. Esto no sucede con la carne porcina, cuya producción es igual al consumo total.
- g) Exportaciones de carne bovina. En nuestro caso particular, se consideró que las exportaciones podían tener alguna influencia sobre el consumo interno de carne bovina, razón por la cual fueron incluidos en el estudio.
- h) Población. El crecimiento de la población determina el crecimiento del consumo total. Deben usarse datos per capita para eliminar el efecto de la tendencia de la población sobre el consumo (19, 52).

Es de notar que sólo se incluyen los precios de carne bovina y carne porcina. Originalmente se pensaba incluir el precio de la carne de pollo, pero no fue posible conseguir una serie cronológica lo suficientemente larga, por lo que fue descartado. De acuerdo con Klein (31), los precios de los demás bienes que el consumidor compra no se incluyen, porque no tienen importancia suficiente para justificar su tratamiento explícito en los estudios prácticos.

Tanto las series de precios como las de Ingreso Nacional per capita, no fueron deflactadas porque, de acuerdo con Foote y Fox (19), se obtienen resultados casi iguales al usar series deflactadas o no deflactadas.

Debido al carácter no aleatorio de las series económicas, corrientemente se presentan problemas estadísticos en la estimación de las elasticidades de la demanda a través de series cronológicas. Según Rojko (43), los principales problemas son: Errores en las variables, autocorrelación, multicolinealidad y el error de especificación.

Solamente se tomó en cuenta la producción de carne de los mataderos que están bajo el control de las autoridades fiscales, debido a que es imposible obtener datos sobre la producción de los destazadores ilícitos. Los datos disponibles son de baja calidad y solamente representan una aproximación a la realidad; esta limitación sin lugar a dudas, afecta a los resultados obtenidos.

3.4. Análisis de la información

El análisis constó de cuatro partes:

- a) Análisis de tendencias
- b) Análisis de precios
- c) Estimación de las elasticidades
- d) Proyección de la demanda de carne durante el período 1970-75.

Con las primeras dos etapas se pretende presentar una completa descripción del comportamiento de las variables consideradas, durante el período de estudio. Las dos etapas finales responden directamente a los objetivos del estudio.

3.4.1. Análisis de tendencias

Según las características presentadas por los datos, se sospechaba que podían ajustarse con un modelo polinómico o con un modelo geométrico. Sin embargo, además de los anteriores también fueron sometidos a prueba el modelo lineal y el Cobb-Douglas, habiéndose seleccionado el modelo que presentó el mayor coeficiente de determinación (R^2) en cada caso.

La representación matemática de los modelos se indica a continuación:

a) Lineal: $Y_i = b_0 + b_1 X_i$

donde:

Y_i = Valor de la variable en el año X_i .

X_i = Año (1960 = 1).

b_1 = Tasa de incremento anual de Y_i

b_0 = Punto donde la curva intercepta el eje de coordenadas.

b) Cobb-Douglas: $Y_i = b_0 X_i^{b_1}$

donde:

Y_i = Valor de la variable en el año X_i .

X_i = Año (1960 = 1)

b_1 = Razón entre la variación de Y_i y el correspondiente cambio proporcional unitario de X_i .

c) Geométrico: $Y_i = b_0 \left(1 + \frac{t}{100}\right)^{X_i}$

donde:

Y_i = Valor de la variable en el año X_i .

X_i = Año (1960 = 1).

t = Tasa geométrica porcentual, de incremento anual de Y_i .

d) Polinomial de cuarto orden:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^2 + b_3 X_i^3 + b_4 X_i^4$$

donde:

Y_i = Valor de la variable en el año X_i .

X_i = Año (1960 = 1)

b_1 = Efecto lineal de X_i sobre Y_i .

b_2, b_3, b_4 = Efecto cuadrático, cúbico y cuártico, de X_i sobre Y_i , respectivamente.

Los parámetros de estos modelos fueron estimados por el método de Mínimos cuadrados.

3.4.2. Análisis de precios

Se hizo el análisis de las fluctuaciones estacionales de los

precios durante el año, usando los promedios mensuales observados durante los diez años que cubre el período de estudio, tomando individualmente cada año. El análisis se llevó a cabo por medio de un análisis armónico, basado en la serie de Fourier (29, 30, 38, 42).

La serie de Fourier se expresa por la siguiente ecuación:

$$Y_t = \bar{Y} + \sum_{i=1}^{n/2} \left[A_i \cos \left(\frac{360}{P} it \right) + B_i \sin \left(\frac{360}{P} it \right) \right]$$

donde:

Y_t = Precio observado en el mes t .

\bar{Y} = Precio promedio anual.

i = Orden del armónico ($1 \leq i \leq n/2$).

P = Período fundamental o total de la función periódica.

t = Tiempo.

A_i y B_i = Parámetros de la función periódica.

El cálculo de los coeficientes (A_i , B_i) es similar a una regresión lineal múltiple, en la cual los armónico intervienen como variables independientes (29). Por lo tanto la estimación se llevó a cabo por el método de mínimos cuadrados:

$$\underline{\beta} = [X'X]^{-1} X'Y$$

donde:

$\underline{\beta}$ = Parámetro vector cuyos componentes son A_i y B_i .

X = Matriz del modelo.

\underline{y} = Vector que representa los precios mensuales observados.

$[X'X]^{-1}$ = Matriz diagonal

Una vez calculados los parámetros, se llevó a cabo el cálculo de las amplitudes y de la contribución de cada armónico a la variación total (s_y^2)

$$C_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2}$$

donde:

C_i = Amplitud del iésimo armónico

$C_i^2/2$ = Contribución del iésimo armónico a la variancia total, excepto para el último armónico donde es C_i^2 .

La contribución de cada armónico a la variancia fue cuantificada, expresando el valor de $C_i^2/2$ como porcentaje de la variancia $(100 C_i^2/2 s_y^2)$.

Es posible calcular el tiempo en que ocurre un máximo dentro de un período determinado, por medio de la siguiente fórmula:

$$t_i = \frac{P}{360i} \cdot \tan^{-1} (B_i/A_i)$$

donde:

t_i = Tiempo en el cual el iésimo armónico tiene un máximo

El cálculo de la longitud de cada período (λ_i) se llevó a cabo por medio de la siguiente fórmula:

$$\lambda_i = \frac{P}{i}$$

donde:

P = Período fundamental o total de la función periódica.

i = Orden del armónico.

Finalmente fueron calculadas las intensidades del espectro para los distintos períodos, las cuales fueron trazadas gráficamente en función de λ_i para construir el periodograma. Este cálculo se llevó a efecto del modo siguiente:

a) Cálculo de: $C_i^2 = A_i^2 + B_i^2$

donde:

C_i^2 = Intensidad del periodograma en λ_i

b) Cálculo de las intensidades alrededor de λ_i por medio de la siguiente fórmula:

$$c_i^2 = \frac{C_i^2 \cdot \text{sen}^2 m \pi}{(m \pi)^2}$$

donde:

c_i^2 = Intensidad del periodograma alrededor de λ_i

m = Distancia alrededor de λ_i (1/2, 3/2, 5/2. etc.)

De este modo, en λ_i el periodograma tendrá un pico de amplitud C_i^2 y éste estará rodeado por picos menores a ambos lados, disminuyendo su intensidad a distancias (m) 1/2, 3/2, 5/2, etc., de él (30).

Tradicionalmente, la herramienta principal del análisis de fluctuaciones estacionales ha sido el método del "índice estacional", calculado a través de promedios móviles (32) o de ecuaciones de tendencia (52). Recientemente ha tomado mucho auge el uso del análisis

espectral (38), cuya aplicación se fundamenta en la supuesta periodi cidad de las fluctuaciones estacionales, con la ventaja de que se ob tiene una mejor descripción.

3.4.3. Estimación de las elasticidades

Se usó el modelo Cobb-Douglas y el modelo de "desfasajes distri buidos" (distributed lags), con objeto de comparar los resultados ob tenidos con cada uno de ellos. Se seleccionaron estos dos modelos porque han sido ampliamente usados en los trabajos consultados y se desea determinar cual de los dos ofrece mayores ventajas.

3.4.3.1. Modelo Cobb-Douglas

Este modelo asume que la relación entre las variables es multi plicativa. Según Foote y Fox (19) tiene la ventaja de producir cur vas de elasticidad constante y, en muchos análisis parece que los da tos ajustan mejor que en las relaciones aritméticas.

En el caso de la carne bovina, su representación matemática es la siguiente:

$$q_{bt} = b_0 P_{bt}^{b_1} P_{ct}^{b_2} Y_t^{b_3} U_t$$

donde:

q_{bt} = Consumo per capita de carne bovina en el año t.

P_{bt} = Precio al por menor de la carne bovina en la capital, en el año t.

P_{ct} = Precio al por menor de la carne porcina en la capital, en el año t.

Y_t = Ingreso Nacional per capita en el año t.

b_1 = Elasticidad precio

b_2 = Elasticidad cruzada

b_3 = Elasticidad ingreso.

U_t = Término de perturbación

En el caso de la carne porcina tenemos:

$$q_{ct} = b_0 P_{ct}^{b_1} P_{bt}^{b_2} Y_t^{b_3} U_t$$

donde:

q_{ct} representa el consumo per capita de carne porcina en el año t y las demás variables conservan la misma denominación que en el caso de la carne bovina.

El modelo fue ajustado con los datos de carne bovina y carne porcina, para estimar sus respectivas elasticidades. En el caso de la carne bovina se hizo una estimación adicional, incluyendo las exportaciones (E_t) en el modelo, con objeto de detectar su posible influencia sobre el consumo interno.

Inicialmente los parámetros fueron estimados por Mínimos cuadrados, habiéndose detectado la presencia de correlación serial en los residuos, por medio del test de Durbin-Watson (15, 16). Por esta razón, la estimación final se llevó a cabo por medio del método de dos etapas de Durbin (14), con objeto de eliminar las perturbaciones autocorrelacionadas.

El test de Durbin-Watson (15, 16), se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2}$$

donde:

d = Estadístico que se compara con los valores tabulados.

\hat{u}_t = Resíduo calculado correspondiente al año t .

\hat{u}_{t-1} = Resíduo calculado correspondiente al año $t-1$.

Los resíduos calculados se determinaron mediante:

$$\hat{u}_t = \log Y_t - \log \hat{Y}_t^*$$

donde:

Y_t = Valor observado de la variable dependiente en el año t .

\hat{Y}_t = Valor esperado de la variable dependiente en el año t .

La tabla de Durbin-Watson (15, 16) presenta un valor máximo (d_u) y un valor mínimo (d_l) para "d", en cada caso particular (de acuerdo al número de variables y al número de observaciones que se están usando). Si $d_u < d_l$ se rechaza la hipótesis de que las perturbaciones son aleatorias y se acepta la de autocorrelación positiva. Si $d > d_u$ no se rechaza aquella hipótesis. Si $d_l < d < d_u$ la prueba no es conclusiva y se necesitarían, idealmente, más observaciones (28).

El método de dos etapas de Durbin (14) se explica a continuación:

* Se usan logaritmos porque el modelo es logarítmico; con modelos lineales se usan los valores reales de las variables ($Y_t - \hat{Y}_t$).

Supongamos un modelo general:

$$Y_t = B_1 X_{1t} + \dots + B_q X_{qt} + U_t \quad t = 1, \dots, n \quad [1]$$

donde U_t es una serie autorregresiva estacionaria generada por:

$$U_t + A_1 U_{t-1} + \dots + A_p U_{t-p} = E_t \quad t = \dots, -1, 0, 1, \dots \quad [2]$$

en la que cada serie X_{i1}, X_{i2}, \dots ($i=1, \dots, q$) es una serie dada de constantes. Se supone que las E_t son independientes con media cero y variancia constante. Las ecuaciones [1] y [2] pueden ser utilizadas para dar:

$$Y_t + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} = B_1 X_{1t} + \dots + B_q X_{qt} + A_1 B_1 X_{1,t-1} + \dots + A_p B_q X_{q,t-p} + E_t \quad [3]$$

Luego se calcula por mínimos cuadrados la regresión Y_t con respecto a: $Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p}, X_{1t}, \dots, X_{qt}, X_{1,t-1}, \dots, X_{q,t-1}, \dots, X_{1,t-p}, \dots, X_{q,t-p}$ y llamar $-a_1, \dots, -a_p$ los coeficientes de Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p} .

A continuación se calcula:

$$V_t = Y_t + a_1 Y_{t-1} + \dots + a_p Y_{t-p} \quad y$$

$$W_{it} = X_{it} + a_1 X_{i,t-1} + \dots + a_p X_{i,t-p} \quad (i=1, \dots, q)$$

y se estima por mínimos cuadrados el modelo:

$$V_t = b_1 W_{1t} + \dots + b_q W_{qt}$$

donde: b_1, \dots, b_q son los parámetros estimados de [1].

3.4.3.2. Modelo de "desfasajes distribuidos" (distributed lags)

Este modelo se basa en la suposición de que una causa dada, que

ocurre en un momento determinado, ejerce su acción sobre un período futuro, de tal modo que su efecto se distribuye sobre todo ese período. Según Nerlove y Addison (39) presenta la ventaja de estimar las elasticidades a corto y largo plazo y de reducir o eliminar la correlación serial positiva en los residuales. Sin embargo, Fuller y Martin (24) contradicen esta última aseveración, afirmando que en vez de eliminar la correlación serial, sirve meramente para camuflarla. Varios autores (24, 25, 47) están de acuerdo en que este modelo produce una sobreestimación de la elasticidad a largo plazo, cuando los errores están autocorrelacionados positivamente.

El modelo ha sido desarrollado por Nerlove (36, 37), partiendo de la suposición de que "en ausencia de cambios en el precio relativo, en el ingreso real o en las otras variables de las que depende la demanda, la cantidad consumida corrientemente cambiará en proporción a la diferencia entre la cantidad de equilibrio a largo plazo y la cantidad corriente". Esta suposición puede ser expresada por la siguiente ecuación de diferencias:

$$q_t - q_{t-1} = r (\bar{q}_t - q_{t-1}), \quad 0 < r < 1 \quad [1]$$

donde:

\bar{q}_t = Cantidad demanda, necesaria para establecer el equilibrio a largo plazo.

q_t = Cantidad consumida corrientemente.

r = Constante de proporcionalidad llamada elasticidad o coeficiente de ajuste, según que la cantidad esté expresada en logaritmos o no.

La siguiente ecuación es la función de demanda a largo plazo:

$$\bar{q}_t = a + bP_{t0} + cY_t \quad [2]$$

donde:

P_t = Precio relativo

Y_t = Ingreso real

b y c = Elasticidad a largo plazo

Como \bar{q}_t no se observa porque el precio y el ingreso están cambiando continuamente, no es posible estimar la ecuación [2], pero sustituyendo [2] en [1] obtenemos:

$$q_t = ar + brP_t + crY_t + (1-r)q_{t-1} \quad [3]$$

la cual puede ser estimada por Mínimos cuadrados. La elasticidad precio a largo plazo puede estimarse dividiendo el coeficiente del precio corriente (P_t) por la diferencia entre 1 y el valor absoluto del coeficiente de la cantidad retardada (q_{t-1}). La elasticidad ingreso a largo plazo puede ser obtenida del mismo modo. El modelo puede extenderse para un número mayor de variables.

Es posible calcular la duración del período de ajuste cuando ocurre un cambio en los precios o en el ingreso, resolviendo por "n" la siguiente desigualdad:

$$(1 - r)^n \leq 0,05$$

donde "n" representa el número de períodos necesarios para que se restablezca el equilibrio, después de un cambio en los precios o en el ingreso. Se usa 0,05 porque, bajo la suposición del modelo, el completo ajuste ocurre solamente después de un infinito período de

tiempo, pero el 95% del ajuste o más ocurre en un tiempo finito.

En el caso de la carne bovina el modelo fue planteado de la forma siguiente:

$$q_{bt} = b_0 P_{bt}^{b_1 r} P_{ct}^{b_2 r} Y_t^{b_3 r} (1-r) q_{b, t-1}$$

donde:

- q_{bt} = Consumo per capita de carne bovina en el año t.
- P_{bt} = Precio al por menor de la carne bovina en la capital.
- P_{ct} = Precio al por menor de la carne porcina en la capital.
- Y_t = Ingreso Nacional per capita
- $q_{b, t-1}$ = Consumo per capita de carne bovina en el año t-1
- r = Elasticidad de ajuste para un cambio en los precios o en el ingreso.
- $b_1 r$ = Elasticidad precio a corto plazo.
- b_1 = Elasticidad precio a largo plazo.
- $b_2 r$ = Elasticidad cruzada a corto plazo
- b_2 = Elasticidad cruzada a largo plazo.
- $b_3 r$ = Elasticidad ingreso a corto plazo.
- b_3 = Elasticidad ingreso a largo plazo.

En el caso de la carne porcina tenemos:

$$q_{ct} = b_0 P_{ct}^{b_1 r} P_{bt}^{b_2 r} Y_t^{b_3 r} (1-r) q_{c, t-1}$$

donde: q_{ct} representa el consumo per capita de carne porcina en el año t, y las demás variables conservan la misma denominación que en el caso anterior.

Ambos modelos fueron estimados por Mínimos cuadrados y sus respectivas elasticidades a largo plazo, fueron calculadas por el método explicado anteriormente (pág. 32). Al igual que el modelo Cobb-Douglas, se hizo estimación adicional incluyendo las exportaciones, en el caso de la carne bovina.

3.4.4. Cálculo de las proyecciones

Se usó el modelo Cobb-Douglas y sus parámetros fueron estimados por un método (28), que permite eliminar las perturbaciones autocorrelacionadas.

$$Y_t = b_0 X_{1t}^{b_1} X_{2t}^{b_2} X_{3t}^{b_3} X_{4t}^{b_4} \quad [1]$$

donde:

Y_t = Consumo per capita de carne bovina o porcina en el año t.

X_{1t} = Precio al por menor de la carne bovina en la capital, en el año t.

X_{2t} = Precio al por menor de la carne porcina en la capital, en el año t.

X_{3t} = Ingreso Nacional per capita

X_{4t} = Exportaciones de carne bovina.*

Es de notar que éste es el mismo modelo que se utilizó para estimar las elasticidades (sección 3.4.3.1.). Lo único diferente

* Esta variable no fue incluida en la ecuación de predicción de la demanda de carne porcina.

entre ambos es el método de estimación. En el caso anterior el método permite estimar los parámetros, pero no se presta para hacer predicciones.

El método de cálculo consiste en determinar, por mínimos cuadrados, la regresión de Y_t con respecto a X_{1t} , X_{2t} , X_{3t} y X_{4t} . Luego se lleva a cabo el test de Durbin-Watson (15, 16). Si éste indica la presencia de autocorrelación positiva se procede a estimar el coeficiente de un esquema autorregresivo de primer orden para los residuos (ρ)*

$$\hat{U}_t = \rho \hat{U}_{t-1} + E_t$$
$$r = \frac{\sum_{t=2}^n \hat{U}_t \cdot \hat{U}_{t-1}}{\sum_{t=2}^n \hat{U}_{t-1}^2}$$

Con " ρ " se procede a calcular las variables transformadas así:

$$\log Y'_t = \log Y_t - \rho \log Y_{t-1}$$

$$\log X'_{it} = \log X_{it} - \rho \log X_{i, t-1}$$

Luego se aplican los mínimos cuadrados a las variables transformadas:

$$\log Y'_t = a + b_1 \log X'_{1t} + b_2 \log X'_{2t} + b_3 \log X'_{3t} + b_4 \log X'_{4t} \quad [2]$$

La constante estimada (a) es una estimación de $b_0 (1-\rho)$, de

* Si no se comprueba la presencia de autocorrelación, el proceso termina aquí y se utiliza para hacer las predicciones, la ecuación [1] estimada directamente por Mínimos cuadrados.

modo que la relación [2] puede establecerse en términos de las variables originales, dividiendo "a" por $1 - \rho$:

$$\log Y_t = \frac{a}{1-\rho} + b_1 \log X_{1t} + b_2 \log X_{2t} + b_3 \log X_{3t} + b_4 \log X_{4t} \quad [3]$$

La ecuación [3] fue utilizada para proyectar la demanda de carne en el período 1970-1975, usando las proyecciones de X_1 , X_2 , X_3 y X_4 , obtenidas con las ecuaciones de tendencia.

Al final se presenta un apéndice metodológico que incluye una serie de ejemplos numéricos, con el propósito de dar una mejor ilustración sobre los métodos presentados en esta sección.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de tendencias

Con el objeto de identificar la tendencia de cada una de las variables estudiadas se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple, considerando a los valores observados de cada variable como función del tiempo. De acuerdo con las características que presentaban los datos parecía que se podrían ajustar con cualquiera de los siguientes modelos matemáticos: lineal, geométrico, Cobb-Douglas y polinomial de cuarto orden. Estos fueron sometidos a prueba con cada una de las variables, seleccionándose el modelo que presentó mejor ajuste en cada caso, a juzgar por el coeficiente de determinación.

4.1.1. Tendencia de la producción, el consumo y las exportaciones de carne bovina

Estas tres variables se presentan en conjunto debido a la estrecha relación que guardan entre sí y a la importancia que se deriva de ello, en las decisiones de política agropecuaria y económica en general.

4.1.1.1. El caso de Nicaragua

La Figura 1 muestra las tendencias de la producción, el consumo y las exportaciones de carne bovina en Nicaragua. Las tres presentaron el mejor ajuste para el modelo polinomial de cuarto orden (con R^2 de 98%, 86% y 94% respectivamente), lo cual es un reflejo del comportamiento irregular que presentaron estas variables en el período

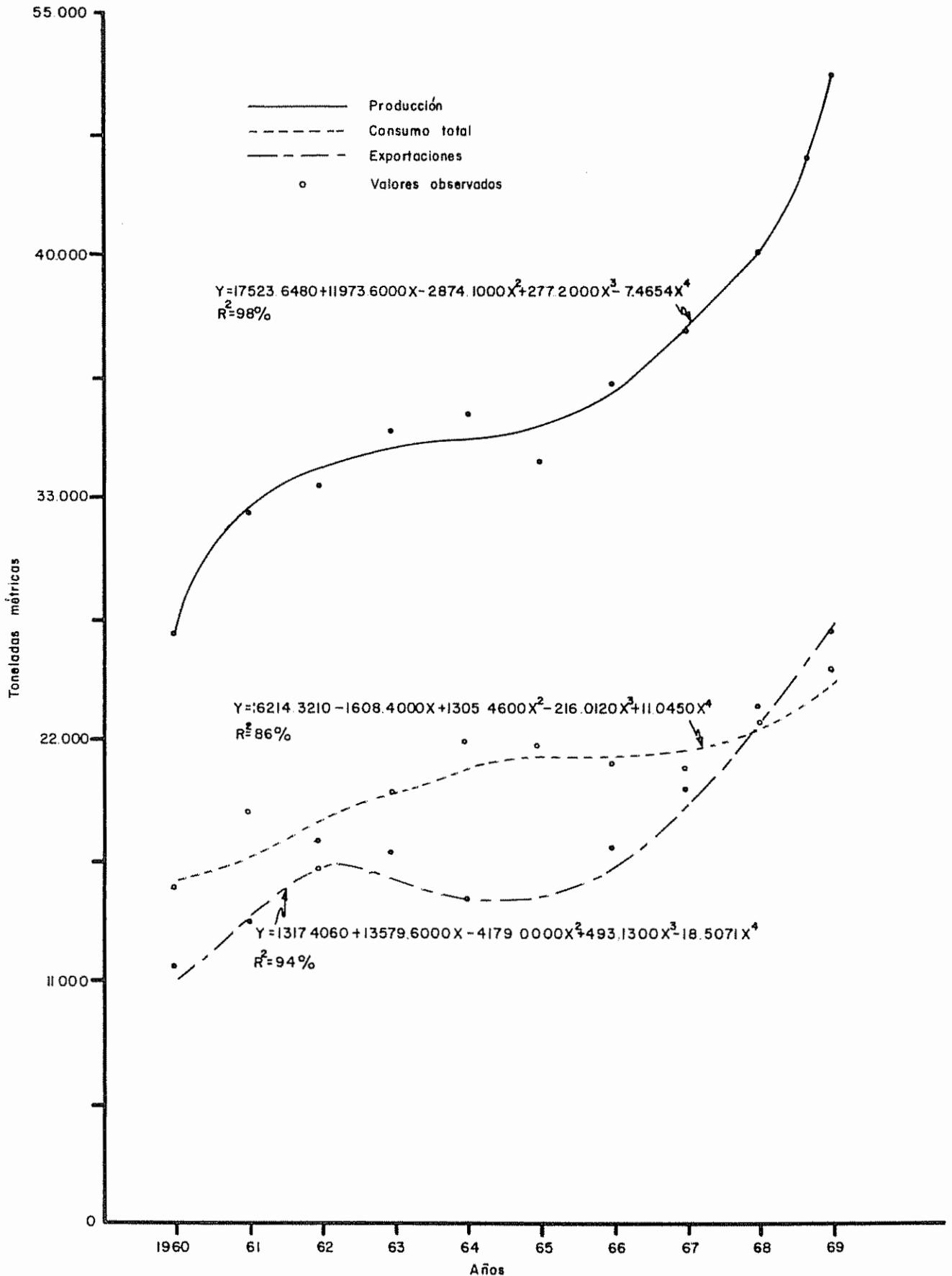


Fig 1 Tendencia de la producción, el consumo y las exportaciones de la carne bovina en Nicaragua

de estudio.

Observando la tendencia de la producción (Figura 1) se nota que prácticamente se duplicó en el período, pasando de 26900 toneladas métricas en 1960 a 52000 en 1969, con una tasa de incremento anual de 10,4%. También es posible diferenciar tres subperíodos principales: 1960-61, 1961-65 y 1965-69. El primero debe ser la parte final de un período de expansión iniciado en años anteriores y quizás indica el punto en que se diluye el efecto de los primeros esfuerzos llevados a cabo para mejorar la ganadería nacional. En el segundo período se inicia un nuevo empuje en inversiones, cuyo resultado se nota en el tercero, donde aparecen nuevamente fuertes incrementos producidos por las inyecciones de capital que recibió el sector ganadero en los años precedentes.

Las exportaciones presentan casi la misma característica de la producción, con un período de incrementos entre 1960-62, seguido de otro (1962-65) con tendencia decreciente y, finalmente, un tercero caracterizado por sus fuertes incrementos. El segundo período coincide bastante con la época en que los Estados Unidos establecieron limitaciones en la cuota de exportación, a causa de los insecticidas residuales que fueron encontrados en la grasa de la carne y podría estar influenciado por tal acción.

El consumo total por otra parte, presenta una tendencia más regular, mostrando mayores incrementos en el período 1960-64, para luego estabilizarse en la vecindad de 1967, año en que nuevamente aparece la tendencia creciente. Su tasa de incremento promedio fue de

7,1% anual*.

Es de notar que el gran incremento de la producción parece haber sido absorbido principalmente por las exportaciones. Esto se aprecia en la Figura 2, donde se observa que el consumo per capita ha permanecido casi estacionario, con una tasa de incremento de 2,4% anual en el período, para pasar de 10,6 Kg en 1960 a 12,9 Kg en 1969; en cambio las exportaciones crecieron a una tasa promedio de 14,6% anual.

4.1.1.2. El caso de Costa Rica

En la Figura 3 se presentan las tendencias de la producción, el consumo y las exportaciones de carne bovina en Costa Rica. Al igual que en Nicaragua, se observó un mejor ajuste para el modelo polinomial de cuarto orden (con R^2 de 97%, 53% y 91% respectivamente), lo cual refleja un comportamiento irregular en las variables durante el período de estudio.

La producción tuvo un incremento promedio anual de 6,0%, pasando de 29800 toneladas métricas en 1960, a 45900 toneladas en 1969. Presenta una tendencia creciente y relativamente uniforme, sin cambios bruscos a lo largo del período.

Las exportaciones también presentan una tendencia creciente, pudiéndose diferenciar dos subperíodos. El primero abarca los años 1960-66 y se caracteriza por presentar los menores incrementos observados. El segundo comprende el período 1966-69, con grandes incrementos que reflejan la importancia que se ha dado a la carne bovina como artículo de exportación, en Costa Rica. En el Cuadro 1 se

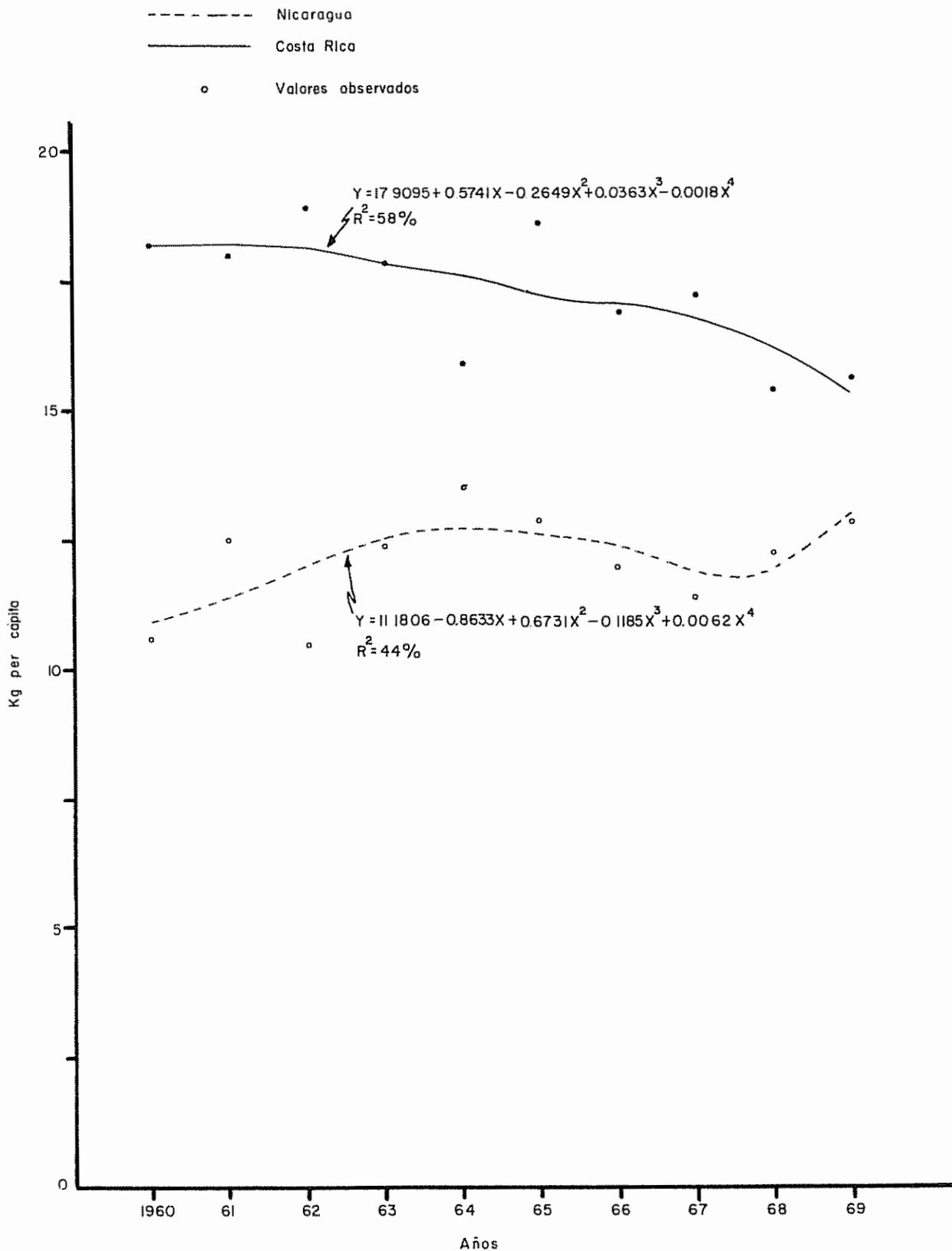


Fig 2 Tendencia del consumo per capita de carne bovina en Nicaragua y Costa Rica

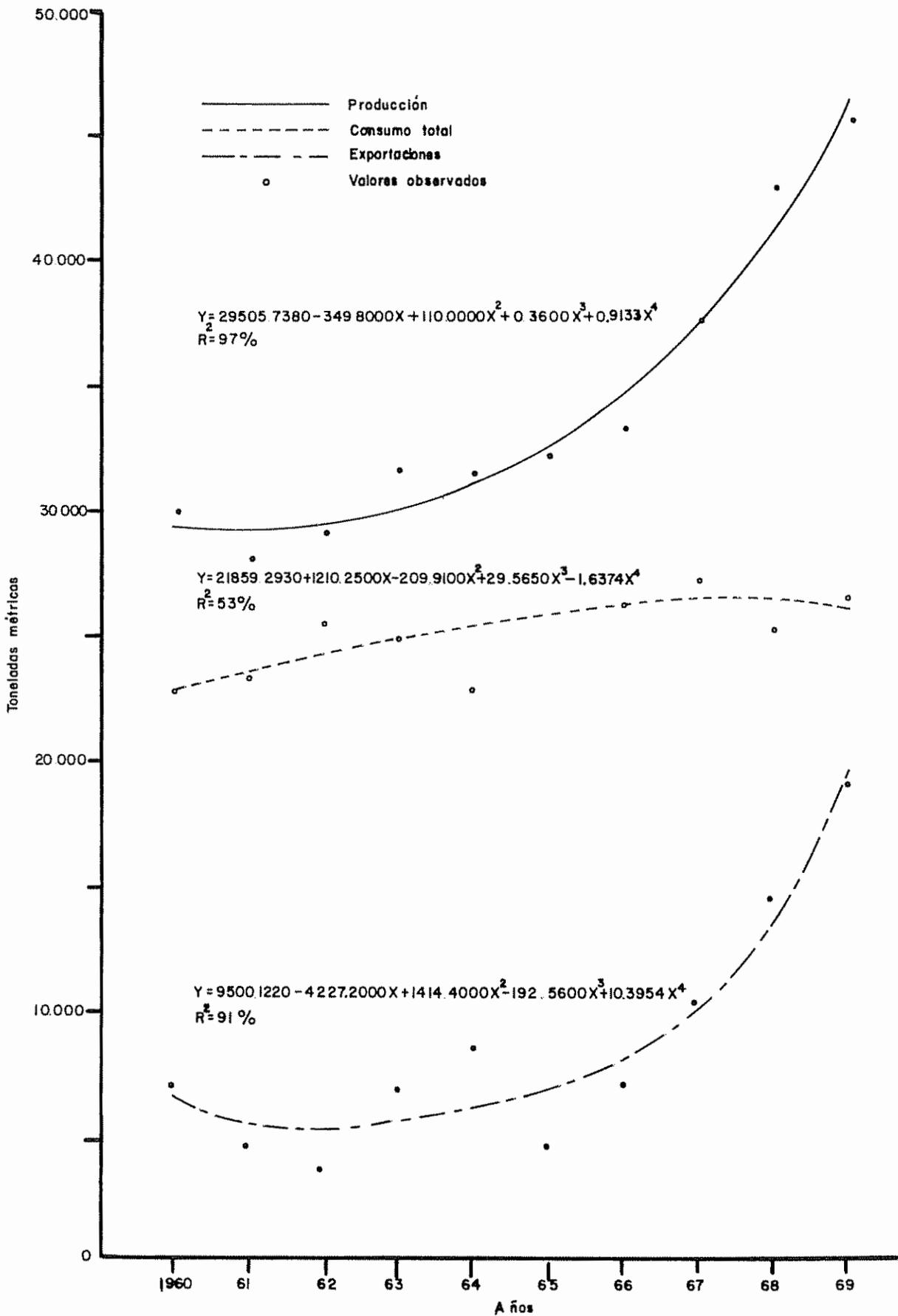


Fig. 3 Tendencia de la producción, el consumo y las exportaciones de la carne bovina en Costa Rica

puede observar que el valor de las exportaciones presentó un menor incremento en todo el período 1960-65 (US 3.134.710) que entre 1965-66 (US 3.345.688) y, a partir del año 1966, se suceden fuertes incrementos hasta alcanzar un valor total de US\$ 17.633.855 en 1969.

Cuadro 1. Exportaciones de ganado bovino entre 1960-69. Costa Rica.

Años	Número total de animales exportados	Número de animales exportados vivos	Número de animales procesados para la exportación	Valor total de las exportaciones (en dólares)
1960	27996	7845	20511	3.083,418
1961	31880	20895	10895	3.643,747
1962	42681	7668	35013	5.100,245
1963	47052	6702	40350	5.693,251
1964	47457	12196	35261	5.929,794
1965	40294	16444	23850	6.218,128
1966	55861	5419	50442	9.563,816
1967	69626	2243	67383	12.103,753
1968	79489	260	79229	13.582,272
1969	88527	-----	88527	17.633,855

Fuente: Consejo Nacional de Producción.

Contrariamente de lo que ocurre con la producción y las exportaciones, el consumo total presenta una tendencia negativa a partir del año 1967, como resultado de las fuertes exportaciones realizadas en los últimos años del período. El consumo per capita (Figura 2)

presentó una tasa decreciente de 1,6% anual, pasando de 18,2 Kg en 1960 a 15,6 Kg en 1969.

4.1.1.3. Comparación entre Nicaragua y Costa Rica

Nicaragua tuvo un mayor crecimiento en la producción de carne bovina, logrando un incremento promedio de 10,4% anual, contra 6,0% de Costa Rica. Gracias a ésto Nicaragua pudo satisfacer el creciente nivel de exportaciones e incrementar su consumo per capita; en cambio Costa Rica se ha visto obligada a sacrificar su consumo interno, en su afán de incrementar las exportaciones. Sin embargo, el consumo per capita fue superior en Costa Rica al final del período, con una cifra de 15,6 Kg contra 12,9 Kg de Nicaragua (Figura 2).

4.1.2. Tendencia del consumo de carne porcina

La Figura 4 muestra la tendencia del consumo total de carne porcina en Nicaragua y Costa Rica. Las tendencias del consumo per capita se presentan en la Figura 5.

En ambos casos, el mejor ajuste se obtuvo con el modelo polinomial de cuarto orden. En Nicaragua el consumo total presenta una tendencia decreciente en los primeros años del período, tornándose fuertemente creciente a partir de 1962, alcanzando una tasa promedio de 9,2% anual. El consumo per capita alcanzó una tasa de incremento promedio de 3,7% anual, pasando de 4,5 Kg en 1960 a 6,0 Kg en 1969. Nótese que la tendencia creciente del consumo per capita de carne porcina (Figura 5), coincide con la tendencia decreciente que presentó el consumo per capita de carne bovina (Figura 2) durante los años

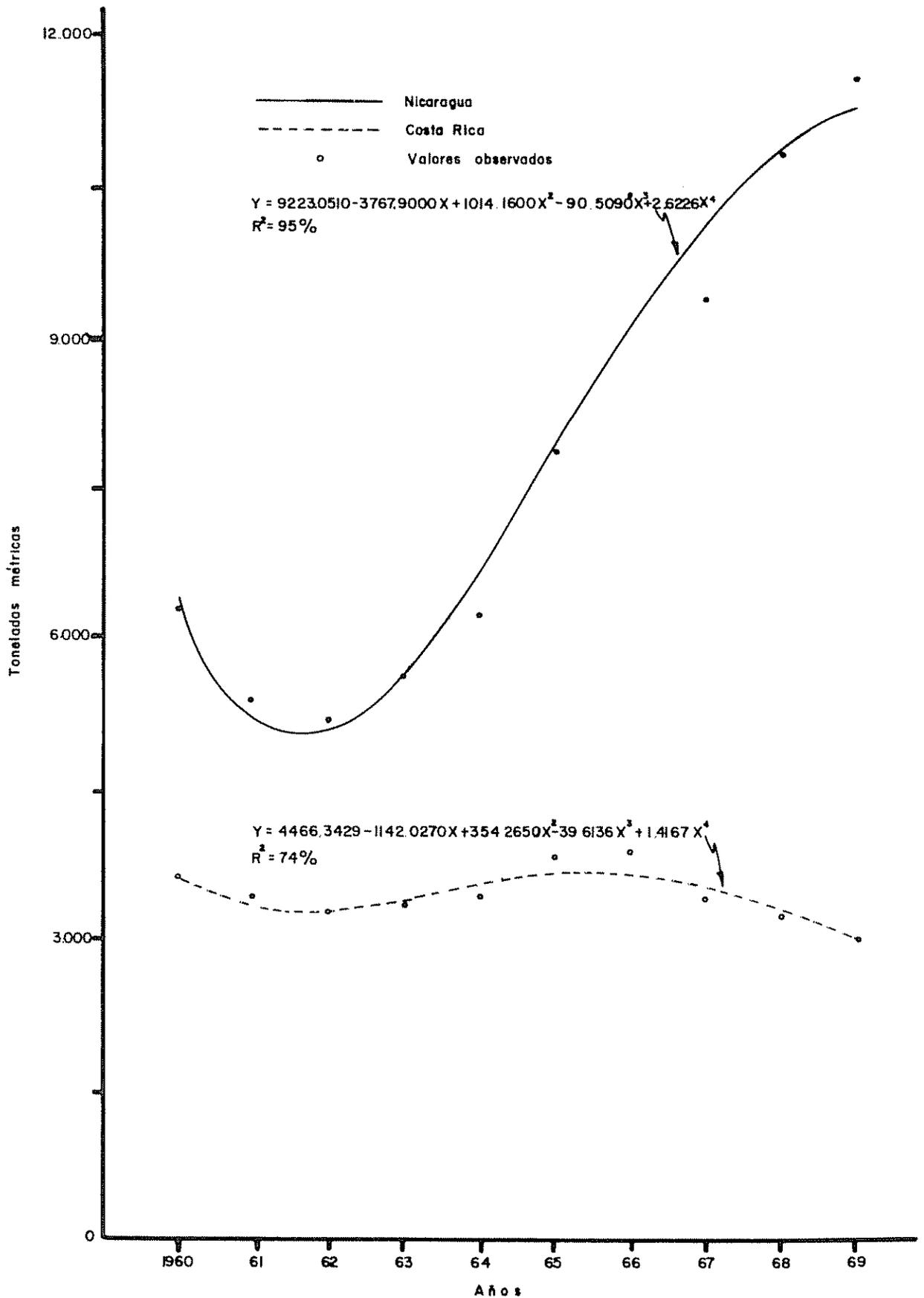


Fig 4 Tendencia del consumo total de carne porcina en Nicaragua y Costa Rica

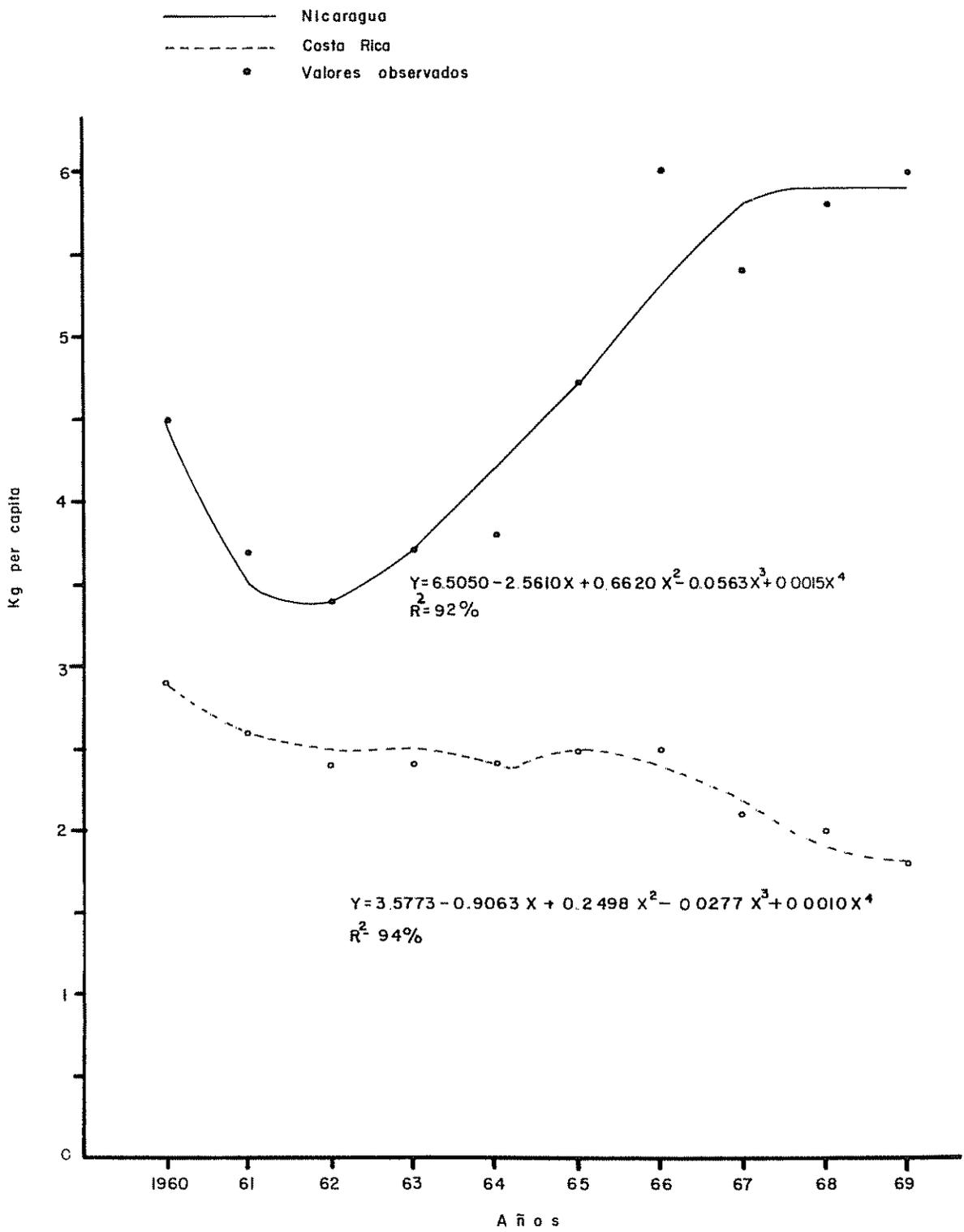


Fig 5 Tendencia del consumo per cápita de carne porcina en Nicaragua y Costa Rica

1963-67. Esto nos lleva a pensar que los consumidores se vieron obligados a consumir más carne porcina, para compensar la menor disponibilidad de carne bovina, originada por la insuficiencia de oferta.

En Costa Rica se observa una tendencia decreciente, tanto en el consumo total que presentó una tasa decreciente de 1,6% anual, como en el consumo per capita que tuvo una tasa decreciente de 4,1% anual para pasar de 2,9 Kg en 1960 a 1,8 Kg en 1969.

El consumo de carne porcina es mayor en Nicaragua que en Costa Rica debido quizás a la menor disponibilidad relativa de carne bovina en aquel país. A falta de ésta los consumidores tratan de satisfacer sus necesidades nutritivas, con carne porcina o de cualquier otro tipo. En efecto, a pesar de que la producción de carne bovina es mayor en Nicaragua, su volumen de exportaciones y su población (Figura 6) son mayores que en Costa Rica; ésto origina una menor oferta per capita de carne bovina en Nicaragua, dando lugar a que se incremente el consumo de carne porcina.

4.1.3. Tendencia de los precios a los consumidores*

Los precios presentaron mejor ajuste para el modelo geométrico. Las Figuras 7 y 8 presentan la tendencia de los precios de la carne en Nicaragua y Costa Rica, respectivamente.

* Estos son los precios promedios, al por menor, en Managua y San José respectivamente.

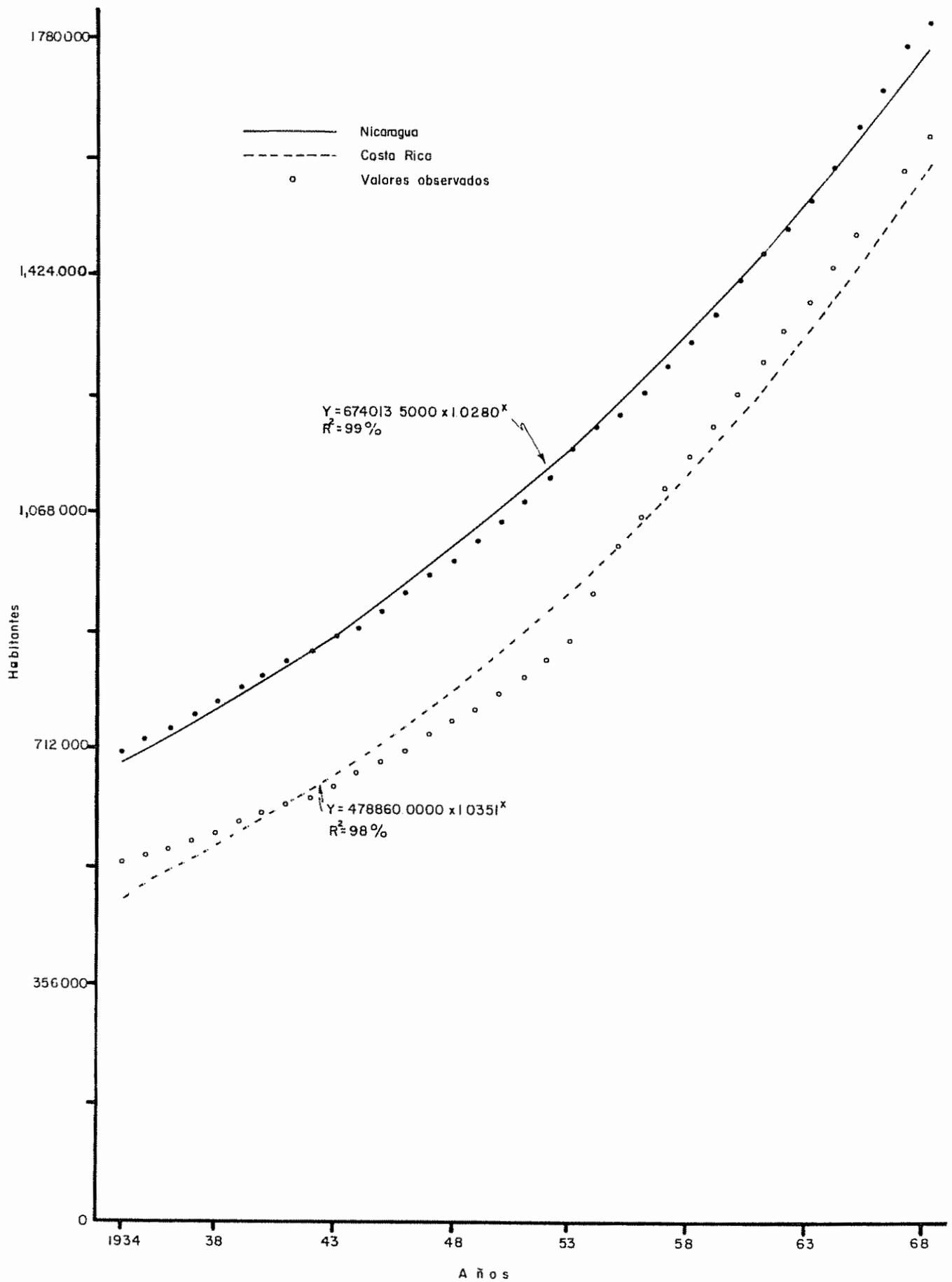


Fig 6 Tendencia de la población en Nicaragua y Costa Rica

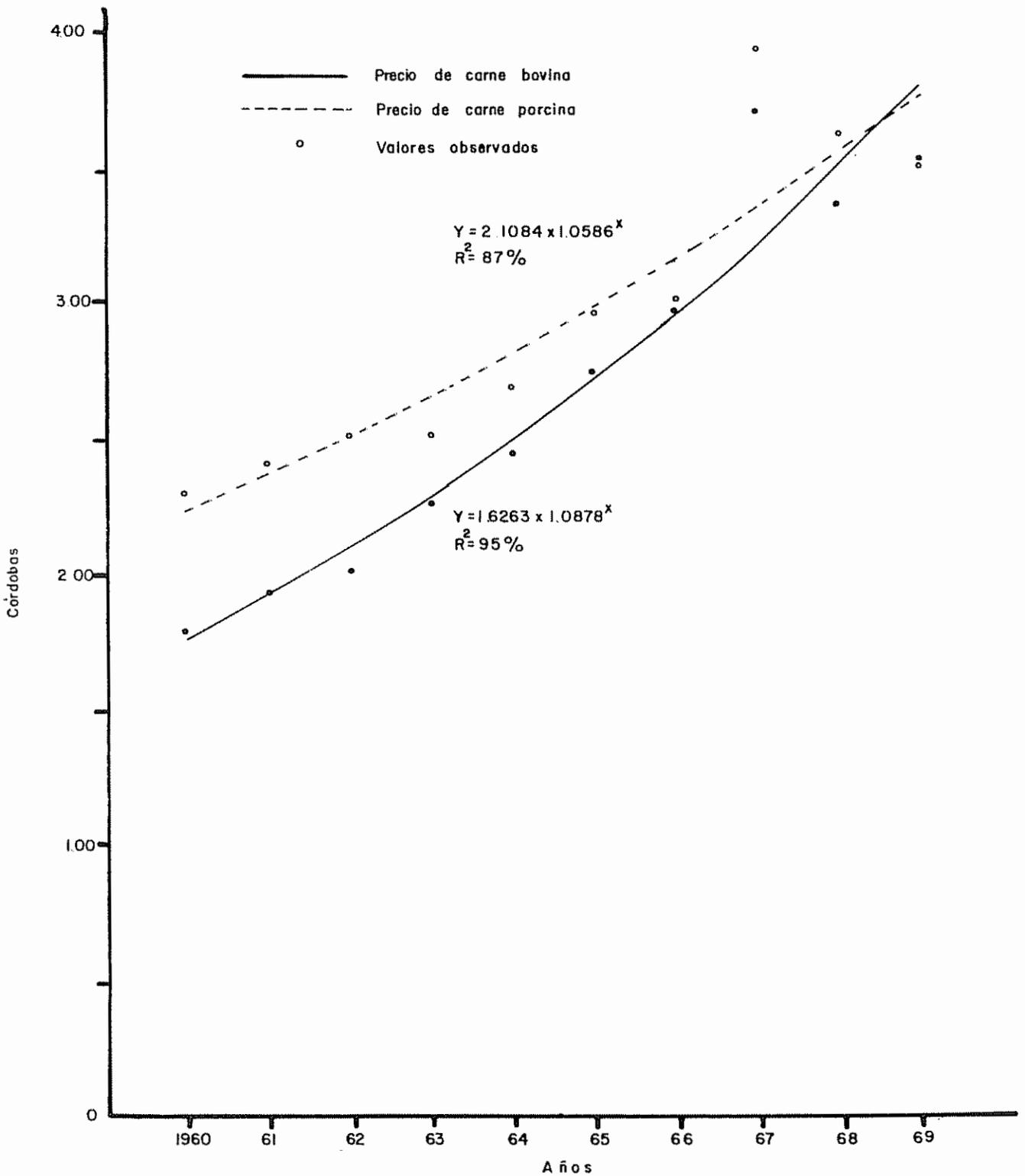


Fig 7 Tendencia de los precios al por menor de la carne en Nicaragua

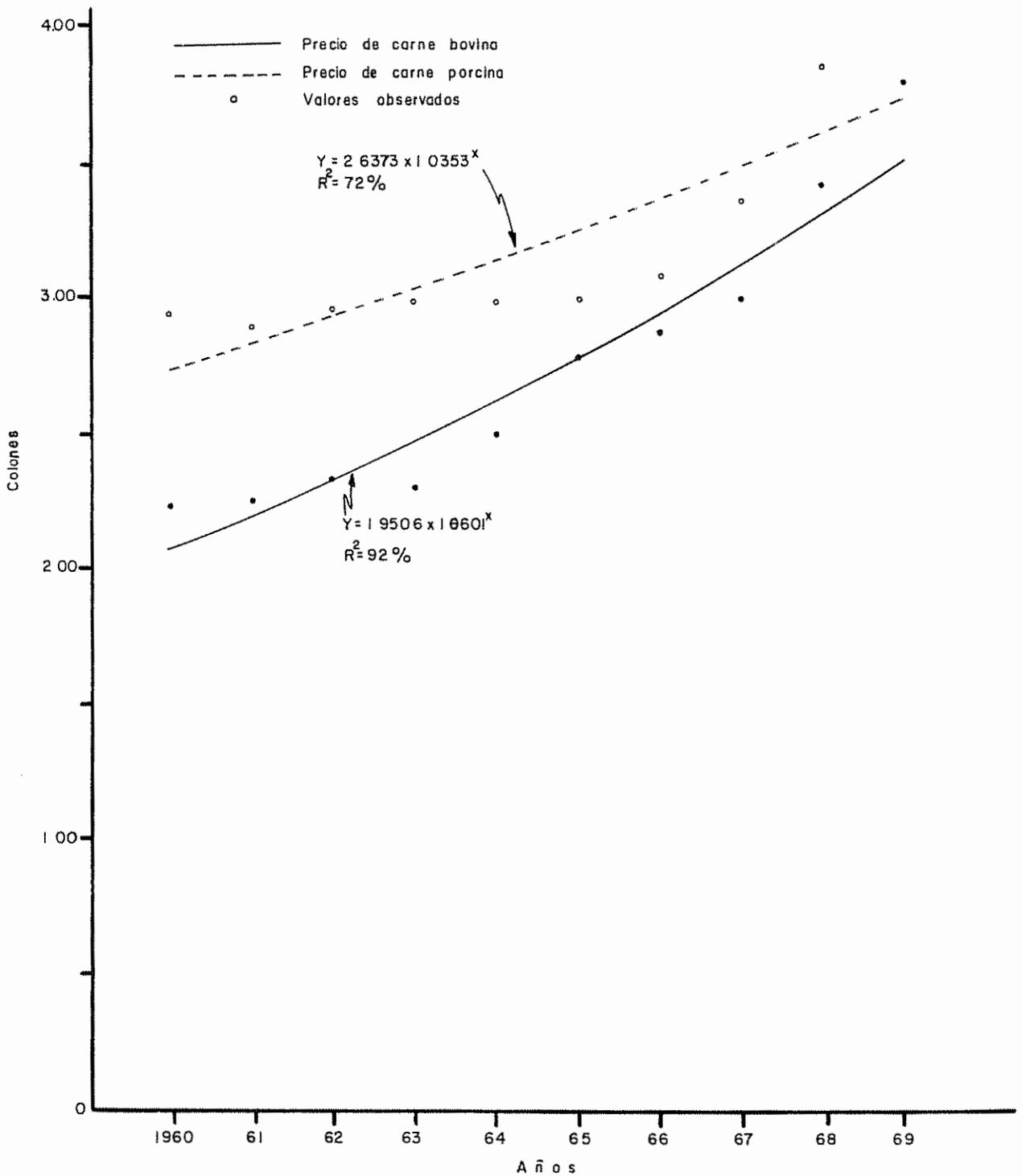


Fig 8 Tendencia de los precios al por menor de la carne en Costa Rica

El precio de la carne bovina en Nicaragua presentó una tasa geométrica creciente de 8,8% anual; en cambio en Costa Rica lo fue sólo de 6,0% anual. De igual modo, el precio de la carne porcina tuvo una tasa geométrica creciente de 5,9% anual en Nicaragua, contra 3,5% anual en Costa Rica. En ambos países las tasas de incremento de la carne bovina fueron mayores que las de la carne porcina, lo cual es un efecto de la preferencia de los consumidores hacia un mayor consumo de carne bovina.

4.1.4. Tendencia del Ingreso Nacional per capita

La Figura 9 presenta la tendencia del Ingreso Nacional per capita en Nicaragua y Costa Rica. En Nicaragua se obtuvo el mejor ajuste para el modelo lineal (con $R^2 = 96\%$) y en Costa Rica, para el modelo geométrico (con $R^2 = 98\%$).

En ambos países se observa una tendencia creciente, resultado del desarrollo económico alcanzado en el período de estudio. Costa Rica presenta una tasa geométrica de 4,1% anual; Nicaragua alcanzó una tasa aritmética de 4,2% anual.* En términos absolutos fue mayor el Ingreso Nacional per capita de Costa Rica con 2697 colones (US\$407) en 1969, contra 2341 córdobas (US\$334) de Nicaragua en el mismo año.

* La diferencia entre una tasa geométrica y una aritmética consiste en que ésta origina incrementos constantes a lo largo de todo el período; en cambio los incrementos producidos por aquella son mayores a medida que transcurre el tiempo. De esto se deduce que el Ingreso Nacional de Costa Rica presenta un crecimiento más acelerado que el de Nicaragua.

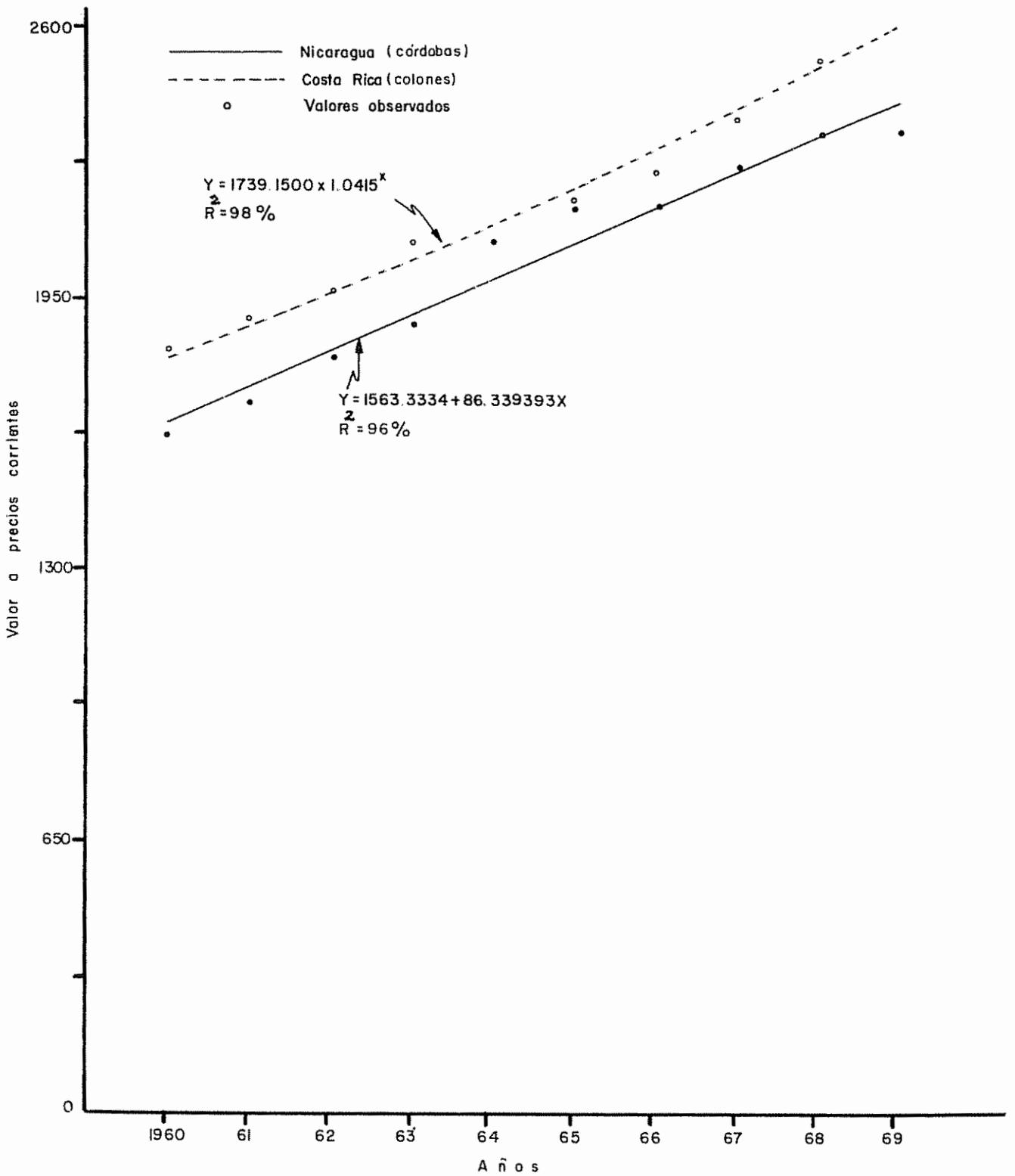


Fig 9 Tendencia del ingreso nacional per cápita en Nicaragua y Costa Rica

4.2. Análisis de las fluctuaciones estacionales de los precios

Este análisis fue llevado a cabo en base al análisis espectral, por medio de la serie de Fourier. A través de este procedimiento es posible calcular la longitud del período de las fluctuaciones estacionales y obtener una mejor descripción del comportamiento de los precios, durante el período de estudio.

Como criterio de identificación de las fluctuaciones estacionales se calculó el periodograma para la serie de precios mensuales de cada año, considerando que la longitud del período de la fluctuación estacional, está determinado por el pico mayor del periodograma*; o sea que el período correspondiente al pico mayor del periodograma, es el mismo que presenta la fluctuación estacional. También se calculó la contribución de cada armónico a la variación total ($C_i^2/2$) y se expresó como porcentaje de la variancia ($100 \cdot C_i^2/2 S^2$) para usarla como auxiliar en la identificación de las fluctuaciones estacionales.

Las Figuras 10 y 11 presentan el periodograma de los precios de carne bovina y porcina en Nicaragua para el año 1967. En ambos casos se observa que el pico mayor del periodograma corresponde a un período de 12 meses, lo cual indica que dichos precios presentan una fluctuación estacional con un período de 12 meses. En el Cuadro 2 se observa que la contribución del armónico 1 a la variación total

* El periodograma es un diagrama usado en el análisis armónico de una serie oscilatoria, resultante de graficar la intensidad del período (en el eje de ordenadas) contra el período (en el eje de abscisas).

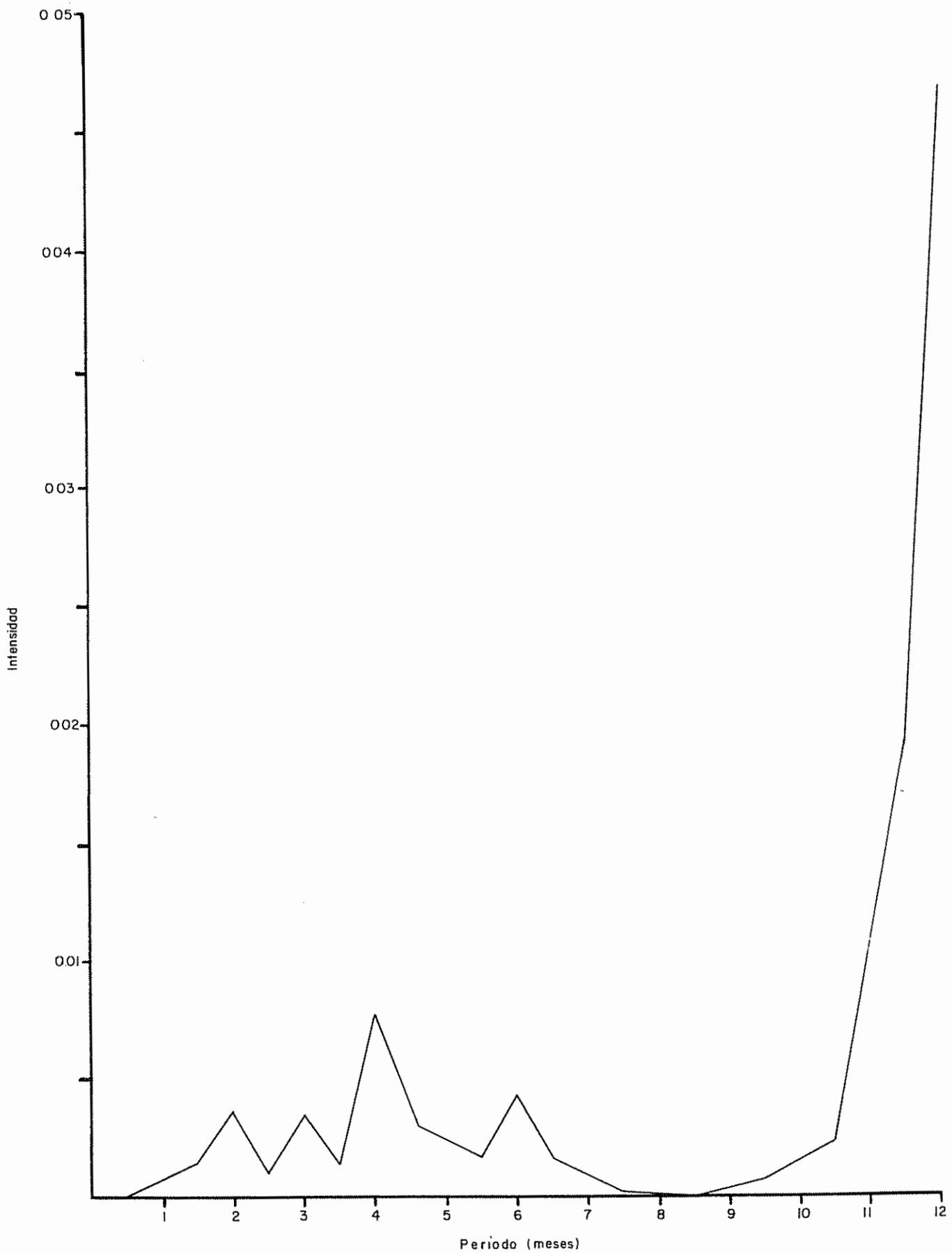


Fig.10 Periodograma del precio al por menor de la carne bovina en Nicaragua (año 1967)

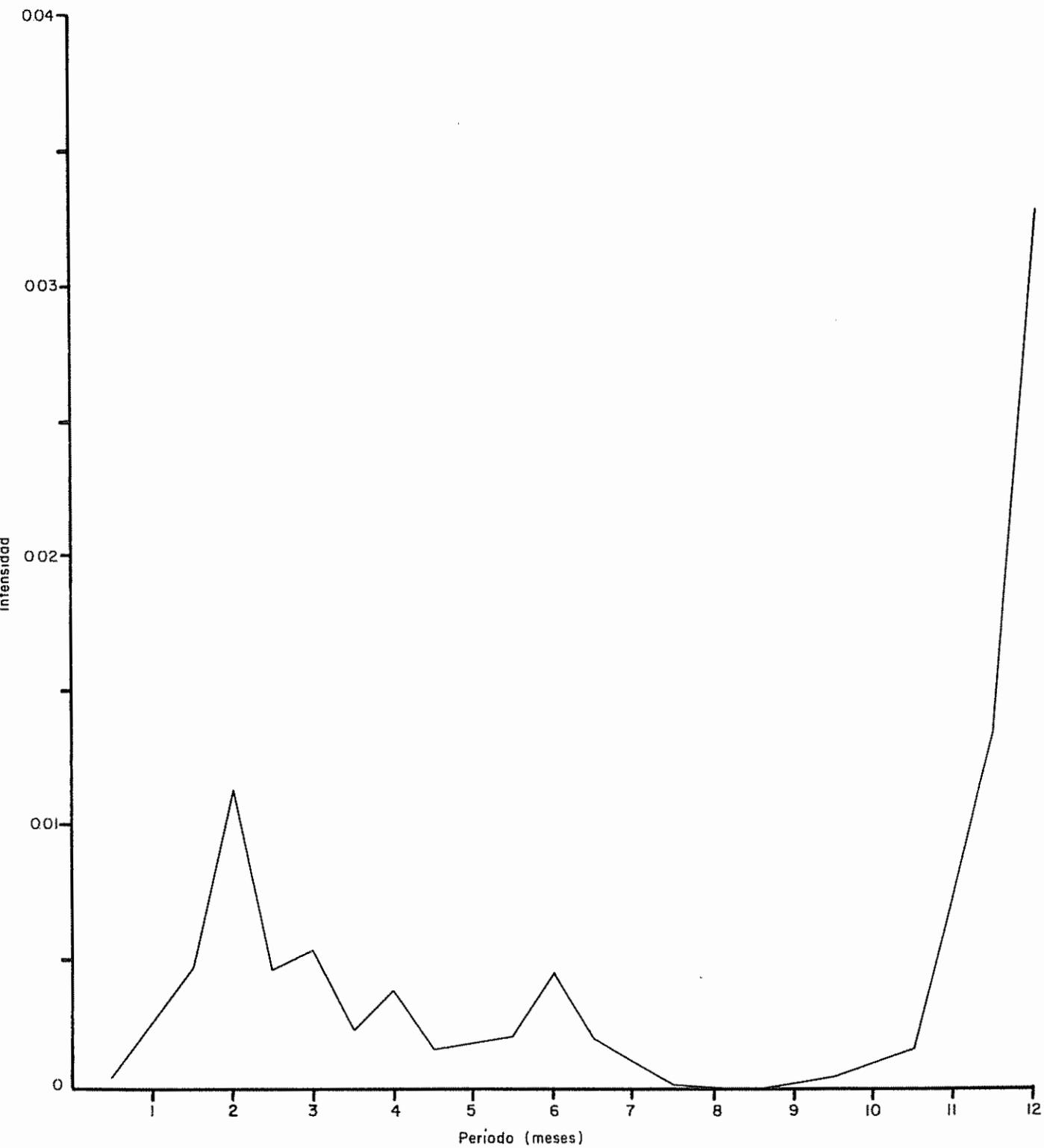


Fig.II Periodograma del precio al por menor de la carne porcina en Nicaragua (año 1967)

Cuadro 2. Análisis de precios. Nicaragua. Contribución relativa de cada armónico a la variación total. ($100 C_i^2 / 2 S_y^2$)

Tipo de carne	Armónicos	Años											
		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969		
Bovina	1	0,0	68,5	0,0	82,9	15,3	48,9	35,7	69,7	62,2	20,0		
	2	0,0	6,5	0,0	0,0	19,8	2,8	41,1	6,3	26,7	4,2		
	3	0,0	5,1	0,0	11,1	19,0	18,8	11,9	11,4	6,3	12,0		
	4	0,0	6,5	0,0	0,0	17,0	6,0	1,8	5,3	3,1	21,9		
	5	0,0	0,5	0,0	6,0	11,6	7,0	4,8	1,7	1,1	9,9		
	6	0,0	12,9	0,0	0,0	17,3	16,5	4,8	5,6	0,7	32,0		
Porcina	1	*	*	0,0	0,0	79,5	49,8	41,5	53,1	46,0	16,7		
	2			0,0	0,0	9,3	26,6	33,4	7,1	25,8	16,7		
	3			0,0	0,0	1,0	6,7	11,1	6,0	8,5	16,7		
	4			0,0	0,0	1,2	0,0	11,0	8,4	1,6	16,7		
	5			0,0	0,0	5,6	3,6	3,0	7,2	8,8	16,6		
	6			0,0	0,0	3,4	13,3	0,0	18,2	9,3	16,6		

* No se consiguieron datos

es de 69,7% para el precio de carne bovina y, de 53,1% para la carne porcina; lo cual confirma la afirmación de que el período de fluctuación tiene una longitud de 12 meses*.

Las Figuras 12 y 13 presentan el periodograma de los precios de carne bovina y porcina en Costa Rica, para el año 1968. En ellas se observa que el pico mayor del periodograma corresponde a un período de 12 meses, indicando que el período de la fluctuación estacional es de igual longitud. El Cuadro 3 permite confirmar esta afirmación, pues la contribución del armónico 1 a la variación total es de 78,4% para el precio de carne bovina y, de 76,9% para el precio de carne porcina.

En ambos países, tanto el precio de la carne bovina como el de la carne porcina, presentan una fluctuación estacional con un período de 12 meses, en casi todos los años del período de estudio. Se presentan los periodogramas correspondientes a 1967 y 1968, porque son más ilustrativos que los de otros años.

La fluctuación estacional de 12 meses puede tener su origen en el ciclo productivo de novillos de engorde y cerdos, que también es anual. En ambos países la oferta de ganado en pie (bovino y porcino) es fuertemente influenciada por el clima, pues la producción de pastos y alimentos para el cerdo depende principalmente de la precipitación, porque se hace muy poco uso de la irrigación en este tipo de actividades. Por esta razón la oferta disminuye en la época seca y

* El período se calcula dividiendo el período fundamental (P) por el orden del armónico (i). En nuestro caso $P = 12$ e $i = 1$, por lo tanto, el período es igual a 12.

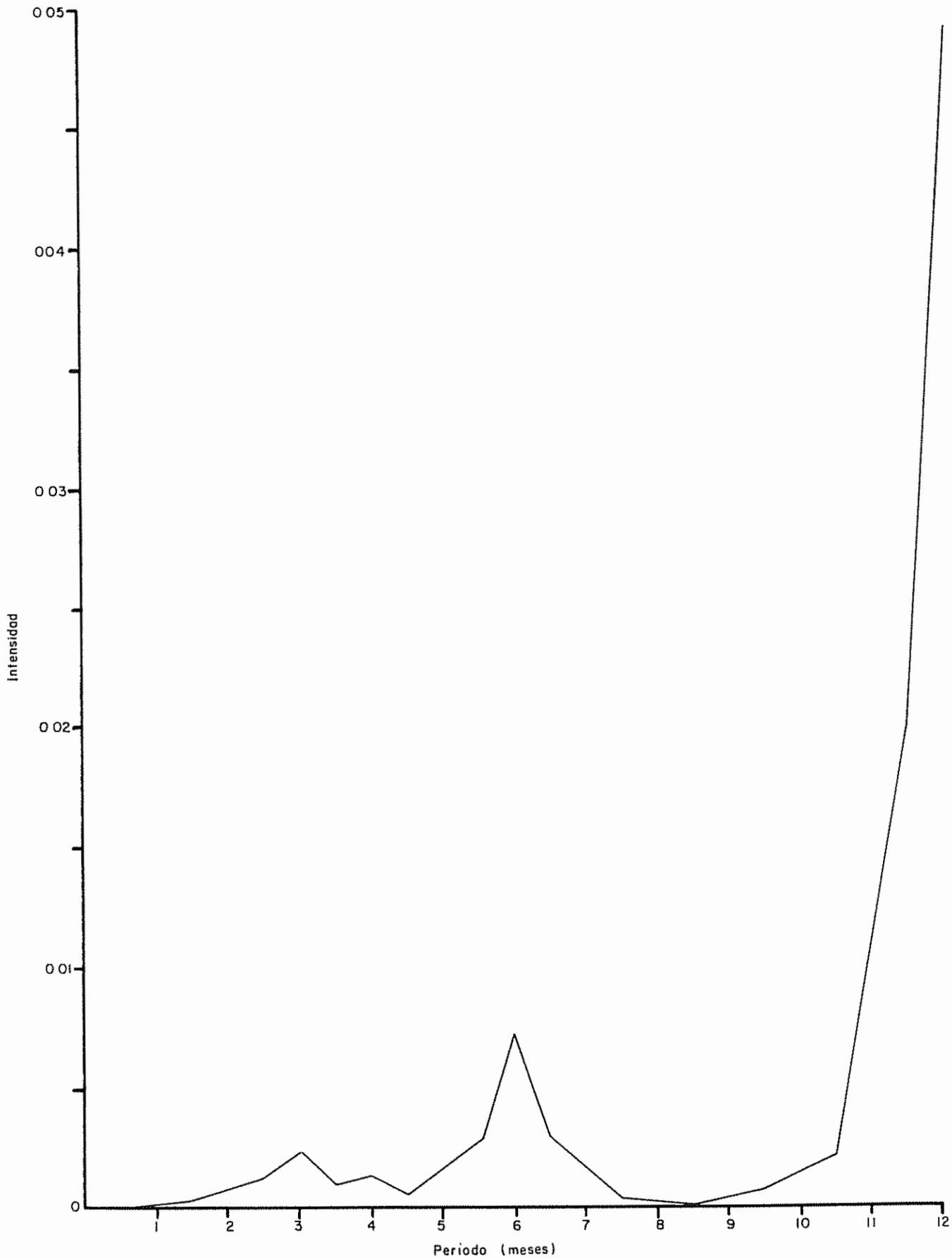


Fig 12 Periodograma del precio al por menor de la carne bovina en Costa Rica (año 1968)

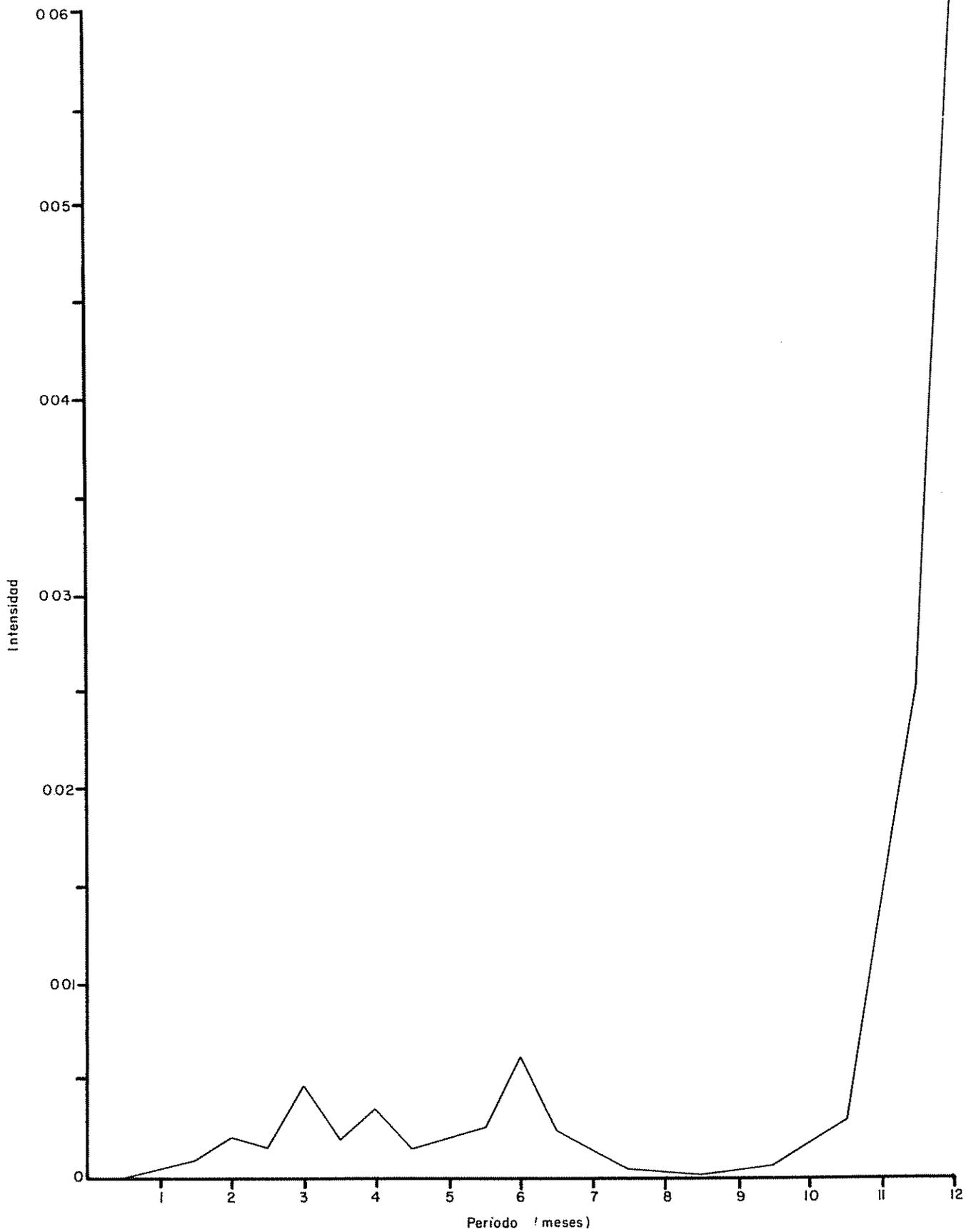


Fig 13 Periodograma del precio al por menor de la carne porcina en Costa Rica (año 1968)

Cuadro 3. Análisis de precios. Costa Rica. Contribución relativa de cada armónico a la variación total. ($100 C_i^2 / 2 S^2$)

Tipo de carne	Armónicos	Años											
		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969		
Bovina	1	36,4	83,2	0,0	38,0	79,6	37,3	59,7	75,3	78,4	61,5		
	2	36,4	0,0	0,0	5,2	9,6	11,0	11,6	14,2	11,6	19,8		
	3	5,4	11,1	0,0	9,9	2,8	2,7	21,5	3,8	2,0	6,6		
	4	0,0	0,0	0,0	5,2	2,7	0,3	6,2	1,5	3,4	0,4		
	5	2,7	5,7	0,0	6,7	2,2	1,9	1,0	4,1	2,0	3,0		
	6	19,1	0,0	0,0	35,0	3,1	46,8	0,0	1,1	2,6	8,7		
Porcina	1	40,4	83,2	29,9	71,3	72,2	60,4	42,0	82,2	76,9	40,9		
	2	3,7	1,8	13,6	18,4	17,8	23,2	21,8	7,6	7,2	9,5		
	3	16,5	7,6	23,2	0,0	0,0	8,9	0,5	4,4	4,0	12,6		
	4	16,5	1,8	6,7	5,7	5,6	4,2	15,1	1,6	5,4	7,2		
	5	0,5	2,3	11,0	4,6	4,4	2,9	13,0	3,0	1,7	1,9		
	6	22,4	3,3	15,6	0,0	0,0	0,4	7,6	1,2	4,8	27,9		

es mayor en la época húmeda, originando un ciclo que se repite todos los años.

4.3. Elasticidades de la demanda de carne

La estimación de las elasticidades se llevó a cabo por medio de dos diferentes modelos matemáticos: el Cobb-Douglas y el de "desfasajes distribuidos" (distributed lags)*.

El modelo Cobb-Douglas resultó más eficiente debido a que el modelo de "desfasajes distribuidos" se presta a la sobreestimación de la elasticidad a largo plazo cuando se trabaja con observaciones autocorrelacionadas positivamente, característica que está presente en nuestros datos. En efecto, todos los coeficientes estimados por "desfasajes distribuidos" no fueron significativamente diferentes de cero (Cuadros 4 y 5) y en algunos casos se obtuvieron valores extremadamente altos, como en el caso de la carne porcina en Nicaragua. Otra posible causa de la baja eficiencia presentada por este modelo, es que se hizo uso de observaciones anuales, cuando se sabe que funciona mejor con datos trimestrales**. Sólo se hará referencia a las elasticidades estimadas por medio del modelo "estándar", tomando en cuenta la ineficiencia presentada por el modelo de "desfasajes distribuidos".

* Ver secciones 3.4.3.1. y 3.4.3.2. para una explicación detallada de estos modelos.

** Se hizo uso de datos anuales porque no fue posible conseguir observaciones más detalladas.

Cuadro 4. Elasticidades de la demanda de carne en Nicaragua.

		Modelos matemáticos								
		Cobb-Douglas			"Desfasajes distribuidos"					
Tipo de carne		Elasti- cidad precio	Elasti- cidad cruzada	Elasti- cidad ingreso	Elasti- cidad exporta- ciones	Elasti- cidad precio	Elasti- cidad cruzada	Elasti- cidad ingreso	Elasti- cidad exporta- ciones	R ²
Bovina										0,620
Sin exportaciones										
Largo plazo	0,496	-0,892	0,390	-0,025	-1,222	2,367				
Corto plazo	(0,332)*	(0,478)	(0,028)	-0,015	-0,719	1,394				
				(0,726)	(0,647)	(0,867)				
Con exportaciones										0,672
Largo plazo	0,182	-0,405	0,612	-0,033	-1,401	3,251			-0,250	
Corto plazo	(0,770)	(1,136)	(0,288)	-0,016	-0,660	1,531			-0,118	
				(0,753)	(0,675)	(0,915)			(0,147)	
Porcina										0,833
Largo plazo	-1,718	2,179	0,154	-11,511	8,258	2,344				
	(0,754)	(0,650)	(0,051)	-1,759	1,262	0,358				
				(1,221)	(1,331)	(1,221)				

* El número entre paréntesis indica el error estándar.

Cuadro 5. Elasticidades de la demanda de carne en Costa Rica.

		Modelos matemáticos										
Tipo de carne		Cobb-Douglas					"Desfasajes distribuidos"					R ²
		Elasti- ciudad precio	Elasti- ciudad cruzada	Elasti- ciudad ingreso	Elasti- ciudad exporta- ciones	Elasti- ciudad precio	Elasti- ciudad cruzada	Elasti- ciudad ingreso	Elasti- ciudad exporta- ciones			
Bovina												
Sin exportaciones												
	Largo plazo	-0,334*	-0,610	0,504		-0,547	-0,570	0,041				0,683
	Corto plazo	(0,394)	(0,709)	(0,077)		(0,268)	(0,279)	0,020				
						(0,589)	(0,429)	(0,673)				
Con exportaciones												
	Largo plazo	-0,497	-0,463	0,652	-0,131	-0,438	0,330	0,162	-0,189			0,833
	Corto plazo	(0,341)	(0,600)	(0,102)	(0,071)	(0,298)	(0,438)	0,110	-0,128			
						(0,478)	(0,548)	(0,548)	(0,068)			
Porcina												
	Largo plazo	-1,623	0,535	0,278		-1,083	0,949	-1,450				0,948
	Corto plazo	(0,337)	(0,260)	(0,029)		(0,933)	0,818	-1,250				
						(0,337)	(0,401)	(0,575)				

* El número entre paréntesis indica el error estándar.

Con el modelo Cobb-Douglas se eliminó el problema de la autocorrelación usando el método sugerido por Durbin (14)* para obtener estimaciones insesgadas a partir de observaciones autocorrelacionadas. En efecto, las elasticidades estimadas por medio de este modelo, parecen estar más de acuerdo con la realidad.

En esta sección se hará una presentación separada de los resultados con objeto de dar mayor claridad a la exposición.

4.3.1. La demanda de carne en Nicaragua

El Cuadro 4 presenta los valores estimados de las elasticidades de la carne bovina y porcina, con su respectivo error estándar. Se llevó a cabo una estimación adicional incluyendo las exportaciones de carne bovina, pues se sospechaba que ejercía una influencia negativa sobre el consumo.

4.3.1.1. El caso de la carne bovina

En el Cuadro 4 se observa que el coeficiente estimado para las exportaciones no fue significativamente diferente de cero**, lo cual contradice nuestra suposición de que las exportaciones ejercen una influencia negativa sobre el consumo, desde un punto de vista estadístico; sin embargo, la presencia del signo negativo parece indicar un efecto limitante de las exportaciones, sobre la oferta interna de

* Ver sección 3.4.3.1.

** Nótese que el valor del error estándar es mayor que el valor absoluto del coeficiente.

carne bovina. Debido a que no se obtuvo diferencia significativa para el coeficiente de las exportaciones, sólo se hará referencia a las elasticidades estimadas por medio del modelo que las excluye.

Los valores estimados de las elasticidades fueron (Cuadro 4):

Elasticidad precio (b_1) = 0,496

Elasticidad cruzada (b_2) = 0,392

Elasticidad ingreso (b_3) = 0,390

Es de notar que los signos de b_1 y b_2 son contradictorios a la teoría de la demanda, pero no son significativamente diferentes de cero, lo cual anula la aparente contradicción. El coeficiente b_3 es positivo y significativamente diferente de cero, indicando la condición de bien superior de la carne bovina*. Estos resultados nos llevan a pensar que la demanda de carne bovina depende casi exclusivamente del ingreso en Nicaragua y que muestra bastante indiferencia a las variaciones de los precios.

En un estudio llevado a cabo en España (3), país que presenta un consumo per capita de carne bovina menor que Nicaragua, se obtuvieron resultados semejantes. La elasticidad precio positiva fue explicada con el siguiente razonamiento: "Como la demanda depende del ingreso y existe insuficiencia de oferta, cuando aumenta el ingreso aumenta la demanda, creando fuertes tensiones que elevan los precios, por lo cual resulta que ingreso, demanda y precios guardan una relación directa". Esta misma explicación podría darse en nues-

* Un bien superior es aquel cuyo consumo se incrementa a medida que aumenta la renta de los consumidores.

tro caso, debido a la similitud entre las condiciones imperantes en Nicaragua y España, en el sector de la carne bovina.

El signo negativo de b_2 se justifica porque la limitada oferta de carne bovina, hace que los consumidores usen la carne porcina como un complemento necesario para satisfacer sus requerimientos nutritivos. Guadagni y Petrecolli (26) en Argentina, encontraron una elasticidad cruzada negativa, según ellos de "difícil interpretación". El mismo resultado ha sido registrado por Meinken, Rojko y King (35) en Canadá y no ofrecen ninguna explicación a este comportamiento. Es de notar que en todos estos estudios no se obtuvieron diferencias significativas para el coeficiente estimado.

Contrariamente a lo que se creía, el valor de b_3 es bajo; pues se esperaba un valor cercano o mayor que la unidad, a causa del bajo consumo per capita existente en el país. Este comportamiento podría deberse a que la insuficiente oferta interna actúa como un factor limitante sobre el consumo de carne, canalizándose el incremento del gasto hacia otros bienes disponibles en el mercado.

4.3.1.2. El caso de la carne porcina

En el Cuadro 4 se presentan los valores estimados de las elasticidades:

Elasticidad precio (b_1) = -1,718

Elasticidad cruzada (b_2) = 2,179

Elasticidad ingreso (b_3) = 0,154

Todas fueron significativamente diferentes de cero y sus signos concuerdan con la teoría de la demanda. Esto indica que en el sector

porcino existe un libre juego entre oferta y demanda, debido a que no existen exportaciones, las cuales podrían limitar la oferta interna como sucede con la carne bovina.

Aparentemente las variaciones en los precios ejercen la mayor influencia sobre la demanda de carne porcina. El efecto del ingreso sobre el consumo es mínimo, pues así lo indica el bajo valor de b_3 .

4.3.2. La demanda de carne en Costa Rica

En el Cuadro 5 se presentan los valores estimados de las elasticidades y su correspondiente error estándar. Igual que en Nicaragua, se llevó a cabo una estimación adicional incluyendo las exportaciones de carne bovina.

4.3.2.1. El caso de la carne bovina

La sospecha de que las exportaciones ejercen una influencia negativa en el consumo, no pudo ser confirmada en este caso, pues el coeficiente respectivo (Cuadro 5), no fue significativamente diferente de cero; sin embargo, la presencia del signo negativo parece indicar un efecto limitante de las exportaciones, sobre la oferta interna de carne bovina. De todas formas, sólo se hará referencia a las elasticidades estimadas por medio del modelo que excluye las exportaciones.

En el Cuadro 5 se observan los valores estimados de las elasticidades:

$$\begin{aligned} \text{Elasticidad precio } (b_1) &= -0,334 \\ \text{Elasticidad cruzada } (b_2) &= -0,610 \\ \text{Elasticidad ingreso } (b_3) &= 0,504 \end{aligned}$$

Nuevamente se presenta el signo negativo de b_2 , en cambio el signo de b_1 está de acuerdo con la teoría de la demanda. Sin embargo, ambos no son significativamente diferentes de cero, siendo el ingreso el único que presentó diferencia significativa. Igual que en Nicaragua, la demanda de carne bovina parece depender casi exclusivamente del ingreso, siendo indiferente a las variaciones de los precios. Esta característica, común en ambos países, parece deberse a que la demanda crece más rápidamente que la oferta, lo que parece inducir a los consumidores a hacer caso omiso de los precios con tal de satisfacer sus necesidades alimenticias. Esta situación se agrava por el patrón de crecimiento incontrolable de las exportaciones.

4.3.2.2. El caso de la carne porcina

Las elasticidades estimadas aparecen en el Cuadro 5 y presentan los siguientes valores:

$$\text{Elasticidad precio } (b_1) = -1,623$$

$$\text{Elasticidad cruzada } (b_2) = 0,535$$

$$\text{Elasticidad ingreso } (b_3) = 0,278$$

Los tres coeficientes fueron significativamente diferentes de cero y sus signos son "correctos" como en el caso de Nicaragua. Esto viene a reforzar la idea de que el sector porcino presenta un libre juego de oferta y demanda, debido a que la oferta no sufre limitaciones causadas por exportaciones, como en el sector bovino.

En Costa Rica la demanda de carne porcina es muy sensible a las variaciones de precio, mucho menos sensible a las variaciones del

precio de la carne bovina y, menos aún, a las variaciones del ingreso.

El principal factor que se debe considerar al tratar de incrementar el consumo de carne porcina parece ser su precio.

4.3.3. Comparación entre los modelos: Cobb-Douglas y "desfasajes distribuidos"

En los Cuadros 4 y 5 se presentan los valores estimados de las elasticidades, a través de ambos modelos. En ellos se puede observar que todas las estimaciones hechas por medio del modelo de "desfasajes distribuidos" no fueron significativamente diferentes de cero, lo cual impide derivar inferencias válidas a partir de ellas.

Es posible que estos resultados sean un reflejo del tipo de producción (anual) que se observa en nuestros países, lo cual hace que no existan diferencias entre el corto y largo plazo; sin embargo, el hecho de haber usado observaciones anuales y la presencia de autocorrelación en nuestros datos, arroja un manto de incertidumbre sobre los resultados obtenidos con este modelo. La única observación válida que se puede hacer, es que el modelo Cobb-Douglas presentó mayor efectividad en nuestro caso particular.

4.4. Proyección de la demanda de carne

El Cuadro 6 presenta las estimaciones del consumo de carne bovina y carne porcina, para el período 1970-75, en Nicaragua y Costa Rica. Estas fueron obtenidas con las ecuaciones que aparecen en el Cuadro 7, utilizando como valores de las variables independientes,

Cuadro 6. Proyecciones de la demanda de carne en Nicaragua y Costa Rica.

Años	Nicaragua				Costa Rica			
	Consumo per capita	Toneladas métricas						
1970	12,7	23780	6,5	12170	16,3	27980	2,2	3780
1971	12,7	24450	6,9	13280	16,8	29850	2,1	3730
1972	12,8	25330	7,4	14640	17,4	32000	1,9	3490
1973	12,8	26040	8,1	16480	18,0	34270	1,8	3430
1974	12,8	26770	8,8	18400	18,7	36850	1,8	3550
1975	12,9	27730	9,4	20200	19,5	39780	1,8	3670

Cuadro 7. Ecuaciones para predicción.

País	Modelo matemático
NICARAGUA	
Carne bovina	$\log Y_1 = 0,264764 + 0,429996 \log X_1 - 0,761001 \log X_2 + 0,302723 \log X_3$
Carne porcina	$\log Y_2 = -4,687217 + 1,984345 \log X_1 - 1,861386 \log X_2 + 1,597642 \log X_3$
COSTA RICA	
Carne bovina	$\log Y_1 = -5,321508 - 0,511645 \log X_1 - 0,424052 \log X_2 + 2,320646 \log X_3 - 0,209288 \log X_4$
Carne porcina	$\log Y_2 = -0,815497 - 1,706545 \log X_1 + 0,520374 \log X_2 + 0,533936 \log X_3$
Y_1 :	Consumo per capita de carne bovina
Y_2 :	Consumo per capita de carne porcina
X_1 :	Precio al por menor de carne bovina
X_2 :	Precio al por menor de carne porcina
X_3 :	Ingreso Nacional per capita
X_4 :	Exportaciones de carne bovina

las predicciones obtenidas con las ecuaciones de tendencia. Las ecuaciones de predicción fueron estimadas por un método* que elimina la influencia de la autocorrelación. Como es bien sabido cualquier proyección está basada en el mantenimiento de las condiciones económicas que estuvieron presentes en el período estudiado, durante el período para el cual se hacen las proyecciones. Lo anterior nos hizo limitarnos sólo al período 1970-75.

4.4.1. El caso de Nicaragua

El consumo per capita de carne bovina presenta en 1975 el mismo valor que tuvo en 1969, 12,9 Kg equivalente a 27730 toneladas métricas, tomando en cuenta la población esperada para ese año. Se estima que la producción alcanzará la cifra de 67900 toneladas métricas, lo que arroja un sobrante de 40170 toneladas. Con esos niveles de producción, es factible elevar el consumo per capita hasta 20 Kg, lo que sería equivalente a consumir 45000 toneladas métricas con un sobrante de 229000 toneladas para exportación. Es obvio que la cifra de 12,9 Kg per capita se basa en el supuesto de que las exportaciones mantendrán el mismo ritmo creciente de los años anteriores; sin embargo, el gobierno puede limitar la cuantía de las exportaciones hasta 22900 toneladas métricas, para elevar el consumo per capita a un nivel bastante razonable. Si se fijara la cuota de exportaciones en 30000 toneladas métricas, sería posible elevar el consumo hasta

* Ver sección 3,4.4.

17,5 Kg per capita. Por otra parte, para mantener el ritmo actual de las exportaciones y elevar el consumo per capita a 17,5 Kg, sería necesario alcanzar un volumen de producción de 78000 toneladas métricas.

El consumo per capita de carne porcina presenta un fuerte incremento, pasando de 6,0 Kg en 1969 a 9,4 Kg en 1975, equivalente a 11500 y 20200 toneladas métricas respectivamente. Este comportamiento es razonable, puesto que si la oferta de carne bovina no es incrementada, los consumidores se verán obligados a consumir más carne porcina. Esto implica que el gobierno puede realizar un mayor esfuerzo con objeto de incrementar la producción de carne porcina, para liberar la carne bovina del consumo interno e incrementar sus exportaciones.

4.4.2. El caso de Costa Rica

El consumo per capita de carne bovina presenta un incremento pasando de 15,6 Kg en 1969 a 19,5 Kg en 1975, equivalente a 26600 y 39780 toneladas métricas respectivamente. Se espera que la producción será de 57400 toneladas métricas para esa fecha, lo que arroja un excedente de 17600 toneladas para exportación. Esto indica que el gobierno de Costa Rica debe frenar la fuerte tendencia expansionista de sus exportaciones de carne bovina, si es que desea satisfacer el incremento natural de su demanda. En el caso hipotético de que se mantuviera el actual ritmo ascendente de las exportaciones y se quisiera elevar el consumo per capita a 19,5 Kg, sería necesario producir un volumen de 81300 toneladas métricas.

El consumo per capita de carne porcina presenta para 1975 el mismo valor que tuvo en 1969, 1,8 Kg equivalente a 3670 toneladas métricas. Esto se debe al notable incremento que se observa en la demanda de carne bovina, permitiendo a los consumidores aumentar su consumo total de carne, sin tener que variar el consumo de carne por cina. Si se lograra incrementar favorablemente la producción y el consumo de carne porcina, sería factible disminuir el consumo de car ne bovina, obteniéndose un mayor excedente para exportación.

Este comportamiento presentado por la demanda de carne, puede acarrear serios trastornos a los consumidores, si las exportaciones de carne bovina siguen incrementándose con la misma intensidad que durante el período de estudio y no se aumentan los niveles de inver sión para cumplir con las metas de producción sugeridas.

5. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en esta investigación se han derivado las siguientes conclusiones:

- 1) En Nicaragua prácticamente, el consumo per capita ha permanecido estático y en Costa Rica presentó una tasa decreciente. Este comportamiento parece deberse a que el notable incremento alcanzado en la producción, en ambos países, ha sido absorbido por el crecimiento acelerado de las exportaciones y por un notable crecimiento de la población.
- 2) El consumo de carne porcina es mayor en Nicaragua que en Costa Rica, debido quizás a la menor disponibilidad relativa de carne bovina en aquel país. A falta de ésta los consumidores tratan de satisfacer sus necesidades nutritivas con carne porcina o de cualquier otro tipo.
- 3) El análisis espectral indica que los precios presentan una fluctuación estacional anual, la cual ha sido atribuida al ciclo productivo de novillos y cerdos, que también es anual.
- 4) El modelo Cobb-Douglas resultó más eficiente que el modelo "distributed lags" en la estimación de las elasticidades.
- 5) La aplicación del método de Durbin en la estimación del modelo Cobb-Douglas, mejoró sustancialmente los resultados.
- 6) Aparentemente en Nicaragua y Costa Rica, los precios están influyendo sobre la demanda de carne bovina. Esto parece deberse

a que la demanda crece más rápidamente que la oferta, lo que induce a los consumidores a hacer caso omiso de los precios con tal de satisfacer sus necesidades alimenticias. Aparentemente, la demanda de carne bovina depende casi exclusivamente del ingreso de los consumidores, en Nicaragua y Costa Rica.

- 7) Aunque el coeficiente estimado para las exportaciones no presentó diferencia significativa en ningún caso, su signo negativo puede ser motivo de preocupación, porque un incremento descontrolado de las mismas puede llegar a ejercer sobre el consumo, efectos negativos.
- 8) En el sector porcino, tanto los precios como el ingreso, están influenciando la demanda. Esto indica que existe un libre juego entre oferta y demanda, debido a que no existen exportaciones, las cuales podrían limitar la oferta interna como sucede con la carne bovina.
- 9) Si ambos países desean mantener un creciente nivel de consumo y exportaciones de carne bovina, deben incrementar el nivel de inversiones en el sector ganadero para cumplir con las metas de producción sugeridas.
- 10) A pesar de que en algunos casos los resultados no estuvieron de acuerdo con lo esperado, en general fueron cubiertos los objetivos de la investigación. No obstante sería deseable que los gobiernos de Nicaragua y Costa Rica pusieran mayor énfasis en la producción de estadísticas confiables, que puedan adaptarse a los estudios econométricos del sector agropecuario.

6. RESUMEN

En los últimos años, los gobiernos de Nicaragua y de Costa Rica se han empeñado en promover un rápido desarrollo del sector pecuario. El efecto inmediato de ese esfuerzo, se refleja en el aumento registrado por la producción de carne bovina en el período 1960-69. En Nicaragua se logró una tasa de incremento de 10,4% anual y en Costa Rica, de 6,0%. Sin embargo el consumo interno de carne no ha registrado un incremento acorde con la expectativa, debido probablemente a la mayor importancia otorgada al sector de las exportaciones de carne bovina. Con base en estos problemas se han planteado los siguientes objetivos: a) Determinar la función de demanda de carne en Nicaragua y Costa Rica, en el período 1960-69; b) Proyectar la demanda de carne en dichos países para el período 1970-75; c) Comparar dos modelos matemáticos (Cobb-Douglas vs "desfasajes distribuidos"), para la estimación de funciones de demanda.

El material básico utilizado en esta investigación está constituido por series cronológicas que fueron obtenidas de fuentes secundarias. El análisis de la situación se llevó a cabo con las siguientes variables: a) Consumo per capita de carne bovina, b) consumo per capita de carne porcina, c) precio al por menor de la carne porcina en la capital, d) precio al por menor de la carne bovina en la capital, e) Ingreso Nacional per capita, f) producción de carne bovina, g) exportaciones de carne bovina, h) población.

Los análisis estadísticos utilizados en este estudio fueron: a) Análisis de tendencias, b) análisis de precios, c) estimación de

las elasticidades, d) proyección de la demanda de carne bovina y porcina, durante el período 1970-75.

Con excepción de los precios, del ingreso per capita y de la población, las restantes variables presentan una tendencia irregular en ambos países, ajustándose a un modelo polinomial de cuarto orden. Los precios presentan una tendencia geométrica, al igual que la población. El Ingreso per capita de Nicaragua presenta una tendencia lineal, en cambio el de Costa Rica, presenta una tendencia geométrica.

El análisis de precios reveló la existencia de una fluctuación estacional anual, la cual fue atribuida al ciclo productivo de novillos y cerdos, que también es anual. Las elasticidades estimadas por medio del modelo de "desfasajes distribuidos" no fueron significativamente diferentes de cero y, en algunos casos se obtuvieron valores extremadamente altos. En cambio las estimaciones por medio del modelo Cobb-Douglas parecen estar más de acuerdo con la realidad.

En ambos países, la elasticidad precio y la elasticidad cruzada no fueron significativamente diferentes de cero en el caso de la carne bovina, pero la elasticidad ingreso si lo fue. Esto nos llevó a pensar que la demanda de carne bovina depende exclusivamente del ingreso en dichos países. En el caso de la carne porcina las tres elasticidades presentaron diferencias significativas, indicando que la demanda de carne porcina depende de los precios y del ingreso.

Las proyecciones de la demanda de carne para el año 1975 indican que Nicaragua tendrá un consumo de 12,9 Kg per capita de carne

bovina y de 9,4 Kg per capita de carne porcina. En el caso de Costa Rica el consumo asciende a 19,5 Kg per capita de carne bovina y, a 1,8 Kg per capita de carne porcina. Si ambos países desean mantener un creciente nivel de consumo y exportaciones de carne bovina, deben incrementar el nivel de inversiones en el sector ganadero, para poder cumplir con las metas de producción sugeridas.

6a. SUMMARY

In the last few years the governments of Nicaragua and Costa Rica have put a lot of effort into the development of the livestock sector. The result has been a substantial increase in production during the 1960-69 period. Nicaragua's production grew at a rate of 10.4% per year and Costa Rica at a rate of 6.0%. Domestic consumption has not grown accordingly, mainly because the increase in the above production went to the export market.

The objectives of the study are the following: a) To determine the demand for meat in both countries during the 1960-69 period, b) to project the demand for meat in both countries for the 1970-75 period and c) to compare the efficiency of the Cobb-Douglas and distributed lags models in demand estimation.

The data sources were time-series information of a) per capita consumption of beef, b) per capita consumption of pork, c) average retail price for beef and pork at the nations' capital, c) National Income per capita, e) beef production, f) beef exports and g) population.

The types of statistical analysis were: a) Tendencies, b) price, c) determination of elasticities and d) demand projections for the 1970-75 period.

The tendency analysis showed that outside of population, National Income per capita and population, all other variables were

irregular. The best suited model in general, was the fourth-order polynomial function.

The price analysis proved that there was a 12 month cycle for beef and pork prices, in accordance with the production cycle. The results of the distributed lags model were found to be non-significant in all cases. The Cobb-Douglas model results were significant and in accordance with the real conditions.

In the beef analysis the price and cross elasticities of demand were not significant, while the income elasticity was significant. In the case of the pork analysis all elasticities were significant.

The meat demand projected for the year 1975 indicates that Nicaragua will have a beef consumption per capita of 12.9 Kg and a pork consumption per capita of 9.4 Kg. In the case of Costa Rica it will be 19.5 Kg for beef and 1.8 Kg for pork. If both countries hope to meet the 1975 consumption goals, they must increase their levels of investment in the livestock sector.

7. LITERATURA CITADA

1. ALLEN, R. G. D. Análisis matemático para economistas. Trad. por Emilio de Figueroa. 8a. ed. Madrid, Aguilar, 1968. 548.
2. BREIMYER, H. F. Demand and prices for meat; factors influencing their historical development. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin nº 1253. 1961. 108 p.
3. CONFEDERACION ESPAÑOLA DE CAJAS DE AHORRO. La demanda de productos agropecuarios. Madrid, 1969. 1159 p.
4. COSTA RICA. BANCO CENTRAL. Cifras de cuentas nacionales de Costa Rica, serie 1959/1968. s.l., 1970. 17 p. (Mimeo).
5. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1960. San José, Costa Rica, 1961. 257 p.
6. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1961. San José, Costa Rica, 1962. 226 p.
7. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1962. San José, Costa Rica, 1963. 216 p.
8. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1963. San José, Costa Rica, 1964. 236 p.
9. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1964. San José, Costa Rica, 1965. 261 p.
10. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1965. San José, Costa Rica, 1965. 275 p.
11. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1966. San José, Costa Rica, 1967. 272 p.
12. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1967. San José, Costa Rica, 1968. 282 p.

13. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Anuario estadístico de Costa Rica 1968. San José, Costa Rica, 1970. 308 p.
14. DURBIN, J. Estimation of parameters in time-series regression models. Journal of the Royal Statistical Society (serie B) 22(1):139-153. 1960.
15. _____ y WATSON, G. S. Testing for serial correlation in least squares regression. I. Biometrika 37:409-428. 1950.
16. _____ y WATSON, G. S. _____. II. Biometrika 38: 159-178. 1951.
17. FLETES, L. Cuentas nacionales de Nicaragua 1960-68. Monografía Lic. en Economía. Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 1969. 149 p.
18. FOOTE, R. J. Analytical tools for studying demand and price structures. US. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº 146. 1958. 217 p.
19. _____ y FOX, K. A. Analytical tools for measuring demand. US. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº 64. 1954. 86 p.
20. FOX, K. A. Factors affecting the accuracy of price forecasts. Journal of Farm Economics 35(3):323-340. 1953.
21. _____. The analysis of demand for farm products. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin nº 1081. 1953. 90 p.
22. _____. Intermediate economics statistics. New York, Wiley, 1968. 568 p.
23. FULLER, W. A. y LADD, G. W. A dynamic quarterly model of the beef and pork economy. Journal of Farm Economics 43(4): 797-812. 1961.
24. _____ y MARTIN, J. E. The effects of autocorrelated errors on the statistical estimation of distributed lag models. Journal of Farm Economics 43(1):71-82. 1961.
25. GRILICHES, Z. A note on serial correlation bias in estimates of distributed lags. Econometrica 29(1):65-73. 1961.
26. GUADAGNI, A. y PETRECOLLA, A. La función de demanda de carne vacuna en la Argentina en el período 1935-1961. Trimestre Económico 32(126):261-290. 1965.

27. HENDERSON, J. M. y QUANDT, R. E. Teoría microeconómica; una aproximación matemática. Trad. por José Ramón Lasuén. Barcelona, Ariel, 1968. 334 p.
28. JOHNSTON, J. Métodos de econometría. Trad. por A. Herranz Yuste. Barcelona, Vicens-vives, 1967. 300 p.
29. JORGE, M. Una contribución al conocimiento de la dinámica del clima de la isla de Santo Domingo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1969. 166 p.
30. KENDALL, M. G. y STUART, A. The advanced theory of statistics. New York, Hafner, 1966. v. 3, 552 p.
31. KLEIN, L. R. Introducción a la econometría. Trad. por José Luis Barinaga. Madrid, Aguilar, 1966. 299 p.
32. LANGE, O. Introducción a la econometría. Trad. por Francisco Rostro. 2a. ed. México, D.F., Fondo de Cultura Económica, 1968. 348 p.
33. LANGEMEIER, L. y THOMPSON, R. G. Demand, supply and price relationships for the beef sector, post world war II period. Journal of Farm Economics 49(1):169-183. 1967.
34. MAKI, W. R. Economic effects of short-run changes in the demand for livestock and meats. Journal of Farm Economics 39(5):1670-1674. 1957.
35. MEINKEN, K. W., ROJKO, A. S. y KING, G. A. Measurement of substitution in demand from time-series data; a synthesis of three approaches. Journal of Farm Economics 38(3): 711-735. 1956.
36. NERLOVE, M. Distributed lags and demand analysis for agricultural and other commodities. US. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº 141. 1958. 121 p.
37. _____. Distributed lags and estimation of long-run supply and demand elasticities: theoretical considerations. Journal of Farm Economics 40(2):301-314. 1958.
38. _____. Spectral analysis of seasonal adjustment procedures. Econometrica 3(3):241-286. 1964.
39. _____ y ADDISON, W. Statistical estimation of long-run elasticities of supply and demand. Journal of Farm Economics 40(4):861-880. 1958.

40. NICARAGUA. BANCO NACIONAL. Intervención operativa para el desarrollo ganadero; relación final 1969. s.n.t. 86 p.
41. NORDIN, J. A., JUDGE, G. G. y TAHBY, O. Application of econometric procedures to the demand for agricultural products. Iowa Agricultural Experiment Station. Research Bulletin 410. 1954. pp. 979-1035.
42. PANOFSKY, H. A. y BRIER, G. W. Some applications of statistics to meteorology. University Park, Pennsylvania State University, 1963. 224 p.
43. ROJKO, A. S. Time series analysis in measurement of demand. Agricultural Economics Research 13(2):37-54. 1961.
44. SCHULTZ, H. The theory and measurement of demand. Chicago, University of Chicago, 1938. 817 p.
45. STANTON, B. F. Seasonal demand for beef, pork and broilers. Agricultural Economics Research 13(1):1-14. 1961.
46. TOMEK, W. G. Changes in price elasticities of demand for beef, pork and broilers. Journal of Farm Economics 47(3): 793-802. 1965.
47. _____ y COCHRANE, W. W. Long-run demand: a concept and elasticities estimates for meat. Journal of Farm Economics 44(3):717-730. 1962.
48. UVACEK, E., Jr. A new look at demand analysis for beef. Journal of Farm Economics 50(5):1501-1506. 1968.
49. VIDAL, M. Curso de economía de la empresa agraria. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1969? p. irr. (Mimeo).
50. WALLACE, T. D. y JUDGE, G. G. Econometric analysis of the beef and pork sectors of the economy. Oklahoma Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin T-75. 1958. 47 p.
51. WAUGH, F. V. Demand and price analysis. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin nº 1316. 1964. 94 p.
52. WIERERER, K. El mercadeo agrícola en América Latina. Versión prel. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1970. 399 p. (Mimeo).

A P E N D I C E

APENDICE

En este apéndice se presentan algunos ejemplos numéricos, con el propósito de dar una mejor ilustración de los métodos utilizados en esta investigación.

1. Estimación del modelo Cobb-Douglas por el método de Durbin (14)

Se tomará como ejemplo la estimación de las elasticidades de la demanda de carne porcina en Nicaragua.

Se llevaron a cabo los siguientes pasos:

a) Planteamiento del modelo general

$$\log q_{ct} = B_1 \log P_{ct} + B_2 \log P_{bt} + B_3 \log Y_t + U_t \quad [1]$$

donde:

q_{ct} : Consumo per capita de carne porcina en el año t.

P_{ct} : Precio al por menor de la carne porcina.

P_{bt} : Precio al por menor de la carne bovina.

Y_t : Ingreso Nacional per capita.

B_1 : Elasticidad precio.

B_2 : Elasticidad cruzada.

B_3 : Elasticidad ingreso.

U_t : Término de perturbación.*

* U_t es una serie autorregresiva estacionaria generada por

$$U_t + A_1 U_{t-1} + \dots + A_p U_{t-p} = E_t \quad t = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

b) En base a los datos observados que se presentan en el Cuadro 8, se estimó por Mínimos cuadrados la siguiente ecuación

$$\log q_{ct} = a_1 \log q_{c,t-1} + b_1 \log P_{ct} + b_2 \log P_{bt} + b_3 \log Y_t \\ + b_4 \log P_{c,t-1} + b_5 \log P_{b,t-1} + b_6 \log Y_{t-1}^*$$

Los coeficientes estimados fueron:

$$a_1 = 0,51490 \quad b_2 = 1,18116 \quad b_4 = 0,63300 \quad b_6 = 0,00002$$

$$b_1 = -1,66541 \quad b_3 = 0,13872 \quad b_5 = -0,23510$$

c) Se tomó el coeficiente $a_1 = 0,51490$ y se le cambió de signo ($-0,51490$) para calcular los siguientes valores**

$$V_t = \log q_{ct} + a_1 \log q_{c,t-1}$$

$$W_{1t} = \log P_{ct} + a_1 \log P_{c,t-1}$$

$$W_{2t} = \log P_{bt} + a_1 \log P_{b,t-1}$$

$$W_{3t} = \log Y_t + a_1 \log Y_{t-1}$$

Los valores calculados a partir de los datos observados fueron:

<u>V_t</u>	<u>W_{1t}</u>	<u>W_{2t}</u>	<u>W_{3t}</u>
0,231863	0,151861	0,193957	1,576571
0,238912	0,155158	0,202169	1,593887
0,294543	0,197183	0,193041	1,598658
0,287217	0,206051	0,224853	1,632529
0,373569	0,236696	0,248543	1,626049
0,432087	0,246712	0,232305	1,619639
0,331724	0,323180	0,348003	1,637494
0,387318	0,233690	0,250182	1,641951
0,385062	0,274961	0,255761	1,634305

* Nótese que en esta ecuación no se incluye el término constante.

** Los otros coeficientes no se utilizan. V_t y W_{it} son valores auxiliares que sirven de intermediarios para estimar los coeficientes del modelo general.

d) A partir de esta serie de valores intermedarios se estimó por mínimos cuadrados el siguiente modelo lineal*

$$V_t = b_1 W_{1t} + b_2 W_{2t} + b_3 W_{3t}$$

Los valores estimados de b_1 , b_2 , b_3 , son los parámetros del modelo general (B_1 , B_2 y B_3) y representan las elasticidades calculadas

$$\text{Elasticidad precio } (b_1) = -1,718122$$

$$\text{Elasticidad cruzada } (b_2) = 2,179406$$

$$\text{Elasticidad ingreso } (b_3) = 0,153893$$

2. Estimación de las ecuaciones para predicción

Se presenta como ejemplo la estimación de ecuación para predicción, de la demanda de carne bovina en Nicaragua.

En este cálculo se llevaron a cabo los siguientes pasos:

a) Planteamiento del modelo general

$$\log Y_t = b_0 + b_1 \log X_{1t} + b_2 \log X_{2t} + b_3 \log X_{3t} + U_t \quad [1]$$

donde:

Y_t = Consumo per capita de carne bovina en el año t.

X_{1t} = Precio al por menor de la carne bovina.

X_{2t} = Precio al por menor de la carne porcina

X_{3t} = Ingreso Nacional per capita.

U_t = Término de perturbación.

* Nótese que en esta ecuación no se incluye el término constante.

b) El modelo general fue estimado por Mínimos cuadrados, en base a los datos observados (Cuadro 8), obteniéndose la siguiente ecuación

$$\log Y_t = -1,479993 + 0,198450 \log X_{1t} - 0,736842 \log X_{2t} + 0,852631 \log X_{3t}$$

con la cual se estimaron los valores esperados de Y_t (\hat{Y}_t).

c) Se determinaron los residuos calculados mediante

$$\hat{U}_t = \log Y_t - \log \hat{Y}_t^*$$

y se calcularon sus primeras diferencias ($\hat{U}_t - \hat{U}_{t-1}$). Estos cálculos se presentan a continuación

Años	$\log Y_t$	$\log \hat{Y}_t$	Residuos calculados (\hat{U}_t)	Primeras diferencias de los residuos ($\hat{U}_t - \hat{U}_{t-1}$)
1960	1,025306	1,041117	-0,015811	
1961	1,096910	1,144240	-0,047330	-0,031519
1962	1,021189	1,063305	-0,042116	0,005216
1963	1,093422	1,089506	0,003916	0,046032
1964	1,130334	1,110196	0,020138	0,016222
1965	1,110590	1,103950	0,006640	-0,013498
1966	1,079181	1,109221	-0,030040	-0,036680
1967	1,056905	1,057083	-0,000178	0,029862
1968	1,089905	1,088356	0,001549	0,001727
1969	1,110590	1,102020	0,008570	0,007021

* Se usan logaritmos porque el modelo es logarítmico; con modelos lineales se usan los valores reales ($Y_t - \hat{Y}_t$).

- d) Se calculó el test de Durbin-Watson (15, 16), por medio de la siguiente fórmula

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2}$$

donde "d" es un estadístico que se utiliza para investigar la presencia de correlación serial en los residuos.

$$d = \frac{0,005853}{0,005706} = \underline{1,025762}$$

Este valor fue menor que el límite inferior para "d", especificado por la tabla de Durbin-Watson,* lo cual indica la presencia de autocorrelación positiva en los residuos.

- e) Una vez comprobada la presencia de autocorrelación, se procedió a estimar el coeficiente de un esquema autorregresivo de primer orden para los residuos (ρ)

$$\rho = \frac{\sum_{t=2}^n \hat{u}_t \cdot \hat{u}_{t-1}}{\sum_{t=2}^n \hat{u}_{t-1}^2}$$

- f) Con "p" se procedió a calcular las variables transformadas así:

* Ver sección 3.4.3.1.

$$\begin{aligned} \log Y'_t &= \log Y_t - \rho \log Y_{t-1} \\ \log X'_{1t} &= \log X_{1t} - \rho \log X_{1,t-1} \\ \log X'_{2t} &= \log X_{2t} - \rho \log X_{2,t-1} \\ \log X'_{3t} &= \log X_{3t} - \rho \log X_{3,t-1} \end{aligned}$$

Los valores calculados fueron:

$\log Y'_t$	$\log X'_{1t}$	$\log X'_{2t}$	$\log X'_{3t}$
0,606809	0,161279	0,207303	1,695006
0,496861	0,165611	0,216197	1,713036
0,605289	0,208289	0,207723	1,718815
0,607673	0,219045	0,239535	1,753381
0,570285	0,250989	0,264398	1,748508
0,548313	0,262804	0,249639	1,742686
0,541051	0,340568	0,365499	1,760607
0,584699	0,254567	0,272030	1,765758
0,589610	0,294333	0,276241	1,758633

g) A las variables transformadas se aplicaron los Mínimos cuadrados y se estimó la siguiente ecuación

$$\begin{aligned} \log Y'_t = & 0,138206 + 0,429996 \log X'_{1t} - 0,761001 \log X'_{2t} \\ & + 0,302723 \log X'_{3t} \end{aligned} \quad [2]$$

Como esta ecuación está basada en las variables transformadas, es necesario establecer la relación en términos de las variables originales, dividiendo la constante por $\underline{1 - \rho}$

$$\frac{0,138206}{0,521996} = 0,264764$$

Con este artificio, la ecuación [2] se convirtió en

$$\log Y_t = 0,264704 + 0,429996 \log X_{1t} - 0,761001 \log X_{2t} + 0,302723 \log X_{3t} \quad [3]$$

la cual está expresada en función de las variables originales y fue usada para estimar las predicciones.

3. Estimación del modelo "distributed lags"

Se presenta como ejemplo el caso de la carne porcina en Costa Rica.

Se llevaron a cabo los siguientes pasos:

a) Planteamiento del modelo general

$$\log q_{ct} = \Lambda_0 + \Lambda_1 \log P_{ct} + \Lambda_2 \log P_{bt} + \Lambda_3 \log Y_t + \Lambda_4 \log q_{c,t-1} \quad [1]$$

donde:

q_{ct} = Consumo per capita de carne porcina en el año t.

P_{ct} = Precio al por menor de carne porcina.

P_{bt} = Precio al por menor de carne bovina.

Y_t = Ingreso Nacional per capita.

$q_{c,t-1}$ = Consumo per capita de carne porcina en el año t-1

Λ_1 = Elasticidad precio a corto plazo.

Λ_2 = Elasticidad cruzada a corto plazo

Λ_3 = Elasticidad ingreso a corto plazo.

Λ_4 = Constante utilizada para calcular las elasticidades a largo plazo (b_1 , b_2 y b_3) y la elasticidad de ajuste (r).

b) La ecuación [1] fue estimada por Mínimos cuadrados

$$\log q_{ct} = 4,606008 - 0,933400 \log P_{ct} + 0,818165 \log P_{bt} \\ - 1,249986 \log Y_t + 0,137867 \log q_{c,t-1} \quad [2]$$

Los coeficientes de [2] representan las elasticidades a corto plazo.

c) El cálculo de las elasticidades a largo plazo y la elasticidad de ajuste (r) se llevó a cabo del modo siguiente:

$$\text{Elasticidad de ajuste (r)} = 1 - \Lambda_4^* \\ r = 1 - 0,137867 = \underline{0,862133}$$

$$\text{Elasticidad precio a largo plazo (b}_1\text{)} = \frac{\Lambda_1}{r}$$

$$b_1 = \frac{-0,933400}{0,862133} = \underline{-1,083}$$

$$\text{Elasticidad cruzada a largo plazo (b}_2\text{)} = \frac{\Lambda_2}{r}$$

$$b_2 = \frac{0,818165}{0,862133} = 0,949$$

$$\text{Elasticidad ingreso a largo plazo (b}_3\text{)} = \frac{\Lambda_3}{r}$$

$$b_3 = \frac{-1,219986}{0,862133} = -1,450$$

* La dos barras significan "valor absoluto".

- d) La longitud del período de ajuste (n) puede estimarse, resolviendo por "n" la siguiente ecuación

$$A_4^n = 0,05$$

$$n = \frac{\log 0,05}{\log A_4}$$

4. Estimación de las tasas porcentuales de incremento anual

Corrientemente se presentan dos casos de estimación: tasas aritméticas y tasas geométricas.

4.1. Tasas aritméticas

Es posible efectuar este cálculo de dos diferentes maneras:

- a) Usando los datos observados, por medio de la siguiente fórmula

$$t = \frac{100(V.F. - V.I.)}{V.I. (n-1)}$$

donde:

- t = Tasa porcentual anual (promedio)
- V.F. = Valor alcanzado por la variable en el último año del período.
- V.I. = Valor alcanzado por la variable en el primer año del período.
- n = Número de años del período

Tomando como ejemplo los valores del consumo per capita de carne bovina en Nicaragua tenemos:

$$t = \frac{100 (12,9 - 10,6)}{10,6 \times 9}$$

$$t = 2,4\% \text{ anual.}$$

- b) A partir de una ecuación de tendencia, cuando presenta un buen ajuste para un modelo lineal. Ej.: El ingreso per capita de Nicaragua (Figura 9) presenta una ecuación de tendencia

$$Y_i = 1563.333400 + 86.339393 X_i$$
$$R^2 = 96\%$$

donde 86.339393 representa el incremento promedio anual (b_1).

La tasa porcentual (t) se calculó por medio de la siguiente fórmula

$$t = \frac{100 \cdot b}{\bar{Y}}$$

donde "b" es el coeficiente de X_i en la ecuación de tendencia y \bar{Y} , es la media observada de Y_i en el período.

4.2. Tasas geométricas

También en este caso es posible efectuar el cálculo de dos maneras:

- a) Por medio de la fórmula del interés compuesto

$$V.F. = V.I. \left(1 + \frac{1}{100}\right)^n$$

donde:

- t = Tasa porcentual
- V.F. = Valor alcanzado por la variable el último año del período.
- V.I. = Valor alcanzado por la variable el primer año del período.
- n = Número de años del período.

Despejando "t" tenemos:

$$t = 100 \left[\text{antilog} \left(\frac{\log V.F. - \log V.I.}{n} \right) - 1 \right]$$

b) A partir de una ecuación de tendencia, cuando presenta un buen ajuste para un modelo geométrico. Ej.: El ingreso per capita de Costa Rica (Figura 9) presenta una ecuación de tendencia

$$\log Y_i = 3,240336 + 0,017648 X_i$$
$$R^2 = 98\%$$

De acuerdo al modelo*, el coeficiente de X_i (b') puede expresarse como

$$b' = \log \left(1 + \frac{t}{100} \right)$$

y despejando "t" resulta

$$t = 100 (\text{antilog } b' - 1)$$

$$t = 100 (\text{antilog } 0,017648 - 1) = 4,1\%$$

4.3. Comentario sobre este tipo de cálculos

Siempre que sea posible es preferible llevar a cabo estos cálculos por medio de las ecuaciones de tendencia, porque el hecho de obtener un buen ajuste para un modelo determinado, nos permite presentar una descripción más realista, acerca del comportamiento de la variable durante el período de estudio.

* En forma exponencial el modelo se expresa como $Y_i = b_0 b_1^{X_i}$, donde $b_1 = (1 + t/100)$; y en forma logarítmica, $\log Y_i = \log b_0 + \log b_1 X_i$. Si llamamos b'_0 a $\log b_0$ y b'_1 a $\log b_1$, tenemos: $\log Y_i = b'_0 + b'_1 X_i$.

Cuadro 8. Datos básicos utilizados en el estudio.

País y Años	Producción de carne bovina (Tm)		Consumo de carne bovina (Tm)		Exportaciones de carne bovina (Tm)		Consumo de carne porcina (Tm)		Precio de carne bovina y porcina (córdobas) (colones)		Precio de carne porcina y bovina (córdobas) (colones)		Ingreso Nacional per capita (córdobas) y (colones)		Consumo per capita de carne bovina y porcina (Kg)		
	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	b/	c/	b/	c/	a/	f/
NICARAGUA																	
1960	26894	15269	11625	6294	1,80	2,30	1622	10,6	4,5								
1961	32282	18516	13766	5380	1,92	2,40	1696	12,5	3,7								
1962	33471	16037	17434	5105	2,00	2,50	1806	10,5	3,4								
1963	36132	19384	16748	5663	2,25	2,50	1886	12,4	3,7								
1964	36585	21933	14652	6208	2,44	2,69	2085	13,5	3,8								
1965	34400	21728	12672	7849	2,73	2,95	2163	12,9	4,7								
1966	37997	20979	17018	10356	2,96	2,98	2172	12,0	6,0								
1967	40413	20676	19737	9340	3,68	3,91	2268	11,4	5,4								
1968	46484	23049	23435	10765	3,35	3,59	2343	12,3	5,8								
1969	52007	25079	26928	11533	3,51	3,48	2341	12,9	6,0								
COSTA RICA																	
1960	29828	22801	7026	3598	2,24	2,94	1833	18,2	2,9								
1961	28077	23383	4694	3419	2,25	2,90	1901	18,0	2,6								
1962	29118	25399	3717	3250	2,31	2,96	1962	18,9	2,4								
1963	31735	24787	6948	3338	2,29	2,98	2083	17,8	2,4								
1964	31475	22905	8569	3395	2,48	2,98	2084	15,9	2,4								
1965	32313	27667	4646	3776	2,74	2,99	2184	18,6	2,5								
1966	33208	26094	7114	3844	2,85	3,08	2254	16,9	2,5								
1967	37787	27387	10400	3383	2,98	3,36	2382	17,2	2,1								
1968	42994	25257	14628	3212	3,39	3,84	2521	15,4	2,0								
1969	45860	26615	19244	3088	3,79	4,11	2697	15,6	1,8								

Fuentes: a/: Banco Central de Nicaragua; b/: 17; c/: 40; d/: Banco Central de Costa Rica
e/: Dirección General de Estadística y Censos; f/: Consejo Nacional de Producción.