



12/Eco

Universidad Autónoma Chapingo

**DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS**

DIRECCIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADO

**Estimación de elasticidades de la demanda
para la carne de res, pollo, cerdo y huevo en
México, una aplicación del Sistema de
Demanda Casi Ideal.**



Que como requisito parcial para obtener el grado de:

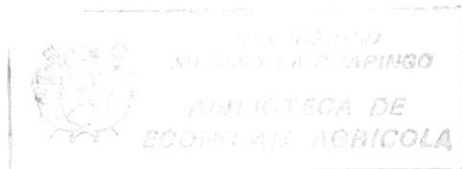
**DOCTOR EN CIENCIAS EN
ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

PRESENTA:

Renato Francisco González Sánchez



Chapingo, México, Julio del 2001.

**T- 1502
C-2**

**ESTIMACIÓN DE ELASTICIDADES DE LA DEMANDA PARA LA
CARNE DE RES, POLLO, CERDO Y HUEVO EN MÉXICO, UNA
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE DEMANDA CASI IDEAL.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Renato Francisco González Sánchez** autor de la presente tesis de Doctor en Ciencias en Economía Agrícola estuvo constituido por::

Presidente: Dr. Miguel Angel Martínez Damián



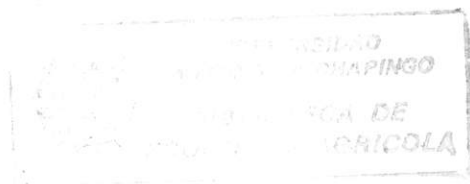
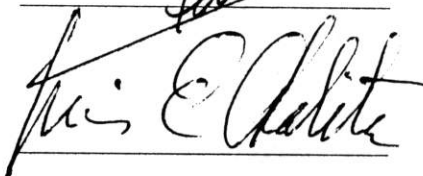
Asesor: Dr. Angel Martínez Garza



Asesor: Dr. Santos Martínez Tenorio



Lector Externo: Dr. Luis Eduardo Chalita Tovar.



**ESTIMACIÓN DE ELASTICIDADES DE LA DEMANDA PARA LA
CARNE DE RES, POLLO, CERDO Y HUEVO EN MÉXICO, UNA
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE DEMANDA CASI IDEAL.**

Tesis realizada por **Renato Francisco González Sánchez**, bajo al dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMIA AGRICOLA

Director: Dr. Miguel Angel Martínez Damián



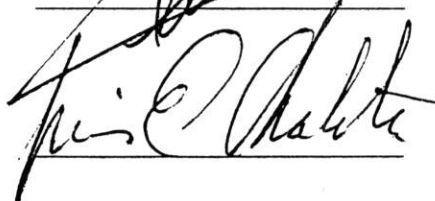
Asesor: Dr. Angel Martínez Garza



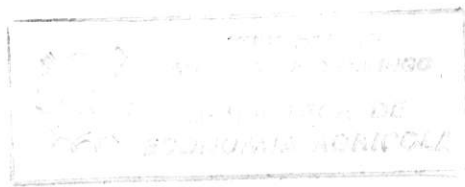
Asesor: Dr. Santos Martínez Tenorio



Lector Externo: Dr. Luis Eduardo Chalita Tovar.



A Olivia, Hipatia y Nephtalí



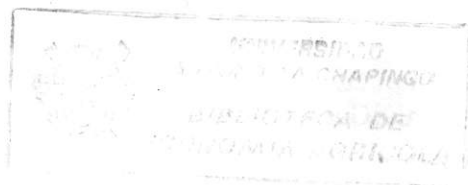
Agradecimientos:

A la Universidad Autónoma Chapingo, por la formación recibida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico que hizo posible mis estudios de posgrado.

Al Dr. Miguel Angel Martínez Damián, por su amistad, consejos y apoyo.

Al Dr. Santos Martínez Tenorio, por su inapreciable amistad.



Índice

	Pág.
Capítulo I Introducción.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Hipótesis.....	4
1.5 Metodología.....	4
Capítulo II Marco de Referencia.....	6
2.1 Situación nacional de la producción pecuaria.....	6
2.1.1 La producción de carne en México.....	6
2.1.2 La producción de huevo en México.....	19
2.2 Revisión bibliográfica.....	23
2.2.1 Trabajos realizados con sistemas de ecuaciones simultáneas.....	23
Capítulo III Materiales y métodos.....	26
3.1 Principios de la teoría económica.....	26
3.1.1 Los axiomas de la utilidad.....	26
3.1.3 Propiedades de las funciones de demanda.....	31
3.1.4 Aplicaciones de la teoría del consumidor.....	32
3.2 Estimación empleando el modelo AIDS.....	36
3.2.1 Características del modelo AIDS.....	36
3.2.2 Autocorrelación serial.....	38
3.2.3 Cálculo de las elasticidades.....	41
3.3 Análisis de los datos empleados.....	42
3.3.1 Datos utilizados para las estimaciones.....	42
3.3.2 Análisis de la participación en el gasto de los productos bajo estudio.....	44
Capítulo IV Resultados.....	48
4.1 Parámetros estimados.....	48
4.1.1 Estimadores con índice Stone y Divisia.....	48
4.1.1 Estimadores mediante el procedimiento de primeras diferencias.....	49
4.1.2 Estimadores mediante MCO y un rezago.....	50
4.1.3 Pruebas de aditividad, homogeneidad y simetría.....	51
4.1.4 Comparación de los estimadores del modelo AIDS.....	52
4.2 Elasticidades estimadas.....	53
4.2.1 Elasticidades con los índices Stone y Divisia.....	54
4.2.2 Elasticidades con el método SUR y de primeras diferencias.....	56
4.2.3 Elasticidades mediante MCO y un rezago.....	58
4.3 Análisis de resultados.....	59
4.3.1 Otros resultados empleando regresiones múltiples independientes.....	62
4.4 Comparación de los resultados de los modelos AIDS con otros resultados.....	63
4.5 Aplicaciones del modelo AIDS.....	65

Capítulo V Conclusiones	69
Bibliografía citada	72

Índice de cuadros

Cuadro 2-1. Principales estados productores de carne en 1999	12
Cuadro 2-2. Producción de huevo para plato (miles de toneladas)	20
Cuadro 2-3a. Elasticidades precio propias e ingreso de diversos productos pecuarios	25
Cuadro 2-3b. Elasticidades precio cruzadas de diversos productos pecuarios	25
Cuadro 4-1. Parámetros estimados con el índice Stone	48
Cuadro 4-2. Parámetros estimados con el índice Divisia	49
Cuadro 4-3. Parámetros estimados mediante el procedimiento SUR de las primeras diferencias	50
Cuadro 4-4. Parámetros estimados mediante MCO y un rezago	51
Cuadro 4-5. Intervalos de confianza para los estimadores de los modelos propuestos	53
Cuadro 4-6. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto empleando el índice Stone	54
Cuadro 4-7. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas empleando el índice Stone	55
Cuadro 4-8. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto empleando el índice Divisia	55
Cuadro 4-9. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas empleando el índice Divisia	56
Cuadro 4-10. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto con el método SUR y primeras diferencias	57
Cuadro 4-11. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas con el método SUR y primeras diferencias	57
Cuadro 4-12. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto con el método de MCO y un rezago	58
Cuadro 4-13. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas con el método de MCO y un rezago	59
Cuadro 4-14. Remen de las elasticidades propias y el ingreso con los cuatro métodos empleados	62
Cuadro 4-15. Resultados de regresiones múltiples independientes	63
Cuadro 4-16. Comparación de los resultados de las elasticidades propias y del ingreso	64
Cuadro 4-17. Cambios en la demanda ante un decremento en el ingreso	68

Índice de figuras

Figura 2-1. Evolución de la producción de carne (millones de toneladas)	8
Figura 2-2. Cambio en la contribución a la oferta de carne (porcentaje)	8
Figura 2-3. Producción de carne de porcino, bovino y pollo (miles de toneladas)	8
Figura 2-4. Canal de comercialización de la carne de res	16

Figura 2-5. Producción de cárnicos: carnes frías y embutidos	17
Figura 2-6. Consumo nacional aparente per cápita (kg/persona/año)	19
Figura 2-7. Costos de producción de explotaciones avícolas	22
Figura 2-8. Canales de comercialización del huevo	23
Figura 3-2. Producción doméstica y consumo aparente de la carne de pollo	42
Figura 3-3. Producción doméstica y consumo aparente de la carne de res	42
Figura 3-4. Producción doméstica y consumo aparente de la carne de cerdo	43
Figura 3-5. Producción doméstica y consumo aparente del huevo	43
Figura 3-6. Evolución de los precios (constantes) pesos por tonelada (1994=100)	43
Figura 3-7. Participación del gasto de la carne de pollo en el tiempo	45
Figura 3-8. Participación del gasto de la carne de res en el tiempo	45
Figura 3-9. Participación del gasto de la carne de cerdo en el tiempo	45
Figura 3-10. Participación del gasto del huevo en el tiempo	45
Figura 3-11. Participación del gasto de la carne de pollo respecto al Ln de su precio	46
Figura 3-12. Participación del gasto de la carne de res respecto al Ln de su precio	46
Figura 3-13. Participación del gasto de la carne de cerdo respecto al Ln de su precio	46
Figura 3-14. Participación del gasto del huevo respecto al Ln de su precio	46
Figura 3-14. Participación del gasto de la carne de pollo respecto al gasto total	47
Figura 3-14. Participación del gasto de la carne de res respecto al gasto total	47
Figura 3-14. Participación del gasto de la carne de cerdo respecto al gasto total	47
Figura 3-14. Participación del gasto del huevo respecto al gasto total	47
Figura 4-1. Elasticidades precio propias Hicksianas con los cuatro métodos	60
Figura 4-2. Elasticidades precio propias Marshallianas con los cuatro métodos	60
Figura 4-3. Elasticidades del gasto con los cuatro métodos	61
Figura 4-4. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para la carne de pollo	66
Figura 4-5. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para la carne de res	66
Figura 4-6. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para la carne de cerdo	66
Figura 4-7. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para el huevo	66

Estimación de elasticidades de la demanda para la carne de res, pollo, cerdo y huevo en México, una aplicación del Sistema de Demanda Casi Ideal.

Renato Francisco González Sánchez¹

Miguel Angel Martínez Damián²

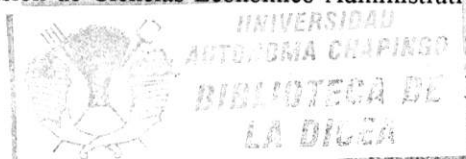
Resumen

Este trabajo presenta estimaciones de elasticidades precio propias y cruzadas de la demanda de productos como carne de pollo, res, cerdo y huevo, empleando el modelo de Demanda Casi Ideal. Los resultados son comparados con los resultados de otros trabajos que estudian mercados de cada uno de estos productos. Los resultados indican que se trata de bienes inelásticos respecto a sus precios y presentan sustitución entre ellos, la elasticidad del gasto es hasta tres veces más alta de lo que se obtiene mediante otros modelos.

Palabras clave: elasticidad de la demanda, modelo AIDS, métodos de regresión, regresión aparentemente no relacionada.

¹ Tesis presentada por este autor para obtener el título de Doctor en Ciencias en Economía Agrícola.

² Director de la Tesis, profesor de la División de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo.

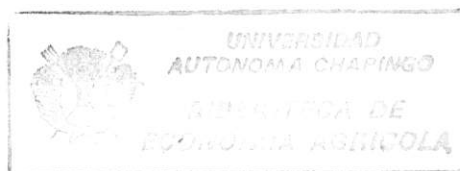


Demand elasticity estimation for chicken, beef and pork meat and eggs in Mexico. An application of Almost Ideal Demand System.

Abstract

This paper presents expenditure, own and cross price demand elasticity estimation for chicken, beef, pork meat and egg, using the Almost Ideal Demand System model. Results are compared with elasticities obtained by other authors using simultaneous equation models and a single product. Results indicate that meats and eggs are inelastic to their own price and that there is substitutability among themselves. AIDS model's expenditure elasticity is higher than that estimated by other authors.

Key words: demand elasticity, AIDS model, regression methods, seemingly unrelated regression.



Capítulo I

Introducción

1.1 Introducción

A partir de 1986, México realizó cambios en su política de comercio exterior y comenzó un proceso de desregulación interna, política que se acentuó en la década de los 90's. Ante estos cambios se requiere de estimadores del bienestar social y de ajustes de mercado, los cuales pueden ser de utilidad para la política económica y agrícola en particular, o bien para conocer los resultados de la apertura comercial y la desregulación en diversos sectores.

Este trabajo estima un Sistema de Demanda Casi Ideal (AIDS¹) para un grupo de alimentos de origen pecuario de la canasta básica para la dieta de los consumidores mexicanos. Estos alimentos son la carne de pollo, la de res, cerdo y el huevo. En este caso particular, se considera que estos alimentos conforman una canasta (de alimentos) con otros productos tales como la papa, el arroz, el maíz, la lenteja, el frijol, la leche, la carne de ovinos y caprinos.

La estimación busca encontrar las elasticidades propias y cruzadas de los productos cárnicos y la elasticidad del gasto. En este caso particular, la elasticidad gasto se relaciona con el presupuesto que los consumidores destinan para la canasta de alimentos descrita anteriormente.

Debe observarse que a pesar de que el modelo AIDS comienza a ser empleado con mayor frecuencia para estimar parámetros básicos de elasticidades de productos agropecuarios, su empleo para los cárnicos no se ha popularizado en el medio académico. En cambio, el empleo de sistemas de ecuaciones múltiples, para estimar parámetros básicos del mercado (oferta y demanda) de algún producto en particular, ha sido la norma. Estos trabajos tradicionales no satisfacen las restricciones básicas de la teoría de la demanda, razón por la cual se hace necesaria la revisión de tales sistemas de ecuaciones múltiples.

El modelo AIDS satisface las restricciones básicas de la teoría de la demanda, tales como la aditividad, homogeneidad y simetría (que serán puntualizadas posteriormente). Además, con el modelo AIDS se realizan las estimaciones considerando grupos de productos (canastas), lo cual es congruente con el comportamiento de los consumidores.

¹ Almost Ideal Demand System.

1.2 Justificación

México ha emprendido un proceso de cambio durante los últimos 20 años del siglo XX, tanto en aspectos económicos como políticos. En resumen, pasó de una economía centrada en la protección comercial, altamente regulada y dominada por empresas estatales poco competitivas; a un esquema de libre comercio (firmando acuerdos con sus socios comerciales más importantes), de desregulación económica y cambios en el papel del Estado (privatizaciones) como eje rector del desarrollo (Cárdenas, 1997). En este sentido, el ambiente productivo para las empresas (incluyendo la agropecuaria), ha cambiado considerablemente, al tenerse más acceso a insumos (energía, maquinaria, tecnología) con precios más competitivos; pero a la vez a producir en un ambiente de mayor incertidumbre, al tener que competir con productos importados y al ser la economía mayormente vulnerable a los shocks externos, tanto en el terreno financiero como en el comercial.

En este sentido, es necesario recordar que a finales de 1997 y durante 1998, México recibió una importante oferta de alimentos a precios bajos procedentes del mercado internacional. Esto fue resultado de las crisis de las economías asiáticas, que significaron una caída en la demanda mundial de alimentos; y por el fin del ciclo ganadero bovino en los EE.UU.; el cual repercutió en un incremento, en el corto plazo, de la oferta de animales para abasto y el consecuente incremento de la oferta de carne. Esto generó un incremento significativo de las importaciones, las cuales derivaron en propuestas de protección por el sector doméstico mexicano, como lo fue el caso de los productores de carne bovina y porcina (AMEG, CNG y Plantas TIF 1999).

Por otra parte, durante los últimos 30 años de del siglo XX, México experimentó un proceso inflacionario; el cual ha repercutido en los sectores productivos, así como en el ingreso de las familias. En este sentido, los consumidores observaron una disminución en el ingreso, que derivó en adecuaciones en los niveles de consumo. En este contexto, se han propuesto diversos estudios que apuntan a considerar cambios en los gustos y preferencias de los consumidores, como lo ha sido el caso de una tendencia a un mayor consumo de carne de pollo y un decremento en otras carnes como las de cerdo y de res.

Por otra parte, la entrada de capitales extranjeros en diversos sectores de servicios, y las *fusiones de capitales nacionales con extranjeros para el desarrollo de empresas de comercialización* (supermercados), y en la expansión y consolidación de franquicias en el

sector de alimentos procesados, contribuyeron a aumentar la disponibilidad y variedad de alimentos para los consumidores (Skully, et al, 1998).

Ante este nuevo esquema económico y productivo, se requiere de nuevos estudios básicos de los parámetros económicos, tanto para la producción como para el consumo; los cuales pueden ser de utilidad para orientar la política económica, o bien para conocer los resultados de la apertura comercial y la desregulación en diversos sectores. Uno de estos estudios básicos es la estimación de elasticidades del consumo para una canasta típica del consumidor mexicano. En este trabajo, se realiza la estimación de las elasticidades de la demanda para diversas carnes y el huevo que con otros productos proteicos, algunos cereales y granos, conforman la canasta de consumo característica mexicana. En este sentido, se obtienen las elasticidades precio propias y cruzadas, así como las elasticidades del gasto de esta canasta, con lo cual es posible realizar predicciones ante diferentes escenarios posibles.

Por otra parte, al utilizarse series de tiempo para los estudios empíricos, generalmente se presentan problemas relacionados con auto correlación serial, lo cual plantea la necesidad de probar diversas soluciones para corregir este problema. La existencia de auto correlación serial es probablemente el efecto de que se manifiesta cierta continuidad en los gustos y preferencias para el consumo de alimentos, tales como los cárnicos. En el presente trabajo se proponen dos alternativas para solucionar la correlación de los errores en las series de tiempo empleadas.

1.3 Objetivos

Objetivos generales

- Emplear el Modelo AIDS en sistemas de demanda para el consumo de productos proteicos de origen animal, tales como la carne de res, cerdo, pollo y el huevo.
- Proponer métodos econométricos que resuelvan el problema de auto correlación serial de los datos empleados.
- Observar la eficacia de estos métodos de solución respecto de los modelos AIDS sin que se integren tales soluciones.

Objetivos específicos

- Analizar brevemente los sectores productivos de los productos cárnicos bajo estudio, así como las nuevas tendencias en el consumo de estos productos.

- Obtener las elasticidades precio propias y cruzadas, con los estimadores de los parámetros derivados del Modelo AIDS, el cual impone restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría.
- Probar la manera en que los métodos de *primeras diferencias y mínimos cuadrados ordinarios con un rezago* resuelven el problema de auto correlación serial de los datos empleados.
- Realizar modelaciones con los resultados de los parámetros obtenidos de las elasticidades.

1.4 Hipótesis

El Modelo AIDS es un método que proporciona resultados útiles para la estimación de elasticidades, las cuales satisfacen los supuestos básicos de la teoría de la demanda.

La existencia de auto correlación serial sugiere que los gustos y preferencias de los consumidores se mantienen en el periodo de observación (1970 a 1998).

Los métodos de solución al problema de auto correlación serial afectan la propiedad de aditividad de los parámetros del modelo AIDS.

1.5 Metodología

La metodología empleada se basa en la hipótesis básica de que el modelo AIDS proporciona mejores resultados de elasticidades que los obtenidos mediante otros métodos alternativos, en particular los derivados del empleo de ecuaciones simultáneas que analizan el mercado de un bien particular. El modelo AIDS incorpora las restricciones de las funciones de la demanda del consumidor, las cuales son aditividad, homogeneidad y simetría (las cuales serán tratadas en el trabajo), mientras que los otros métodos no las consideran. Consecuentemente, se emplea el modelo AIDS propuesto por Deaton y Muellbauer (1988) y se utilizan los datos de producción y precios al productor de la carne de res, cerdo, pollo y el huevo, así como de la agregación mediante índices de precios y cantidades para los productos tales como la papa, el arroz, el maíz, la lenteja, el frijol, la leche, la carne de ovinos y caprinos, que en conjunto constituyen una canasta típica del consumidor mexicano.

En el segundo capítulo se presenta una reseña de la situación de la producción, comercialización y consumo de los productos bajo estudio, es decir para la carne de res, pollo, cerdo y huevo, así como una revisión de la bibliografía relacionada con los trabajos que

estudian el mercado de los productos bajo estudio. En el tercer capítulo se describen los fundamentos de la teoría económica que son la base teórica del modelo AIDS, así como los procedimientos econométricos para la estimación de los parámetros. En el cuarto capítulo se expone un análisis de los resultados, tanto de los estimadores como de las elasticidades. Aquí también se muestran algunas aplicaciones del modelo. Finalmente, en el quinto se presentan las conclusiones del trabajo.

Capítulo II

Marco de Referencia

2.1 Situación nacional de la producción pecuaria

En este capítulo se presentan las características más importantes de la producción y comercialización de las carnes de res, cerdo, pollo y el huevo. Esta revisión contribuye a comprender los cambios en el comportamiento del consumo de los productos bajo estudio.

2.1.1 La producción de carne en México

La actividad pecuaria es de gran importancia socioeconómica para México, al ser una de las bases para el desarrollo industrial, al proporcionar alimentos y materias primas, divisas, empleo y al realizarse en regiones no aptas para la actividad agrícola. La producción de carne es la actividad más diseminada en el medio rural, realizándose en todas las regiones agro - ecológicas del país y aún en condiciones de clima adversas. Por otra parte, la producción de carne, se realiza en una amplia gama de sistemas productivos, que van desde los altamente tecnificados e integrados, hasta los del tipo tradicional (García y Nevárez, 1998).

El crecimiento demográfico del país, la migración y concentración de la población en los centros urbanos, han tenido un fuerte impacto en la demanda y en los hábitos de consumo, requiriendo una rápida adecuación de las ramas de la producción de carne a fin de abastecer a la creciente demanda. La satisfacción de la demanda significó que durante mucho tiempo se apoyara fuertemente al sector pecuario y al productor de carne, lo cual por otra parte, indujo a una marcada diferenciación socioeconómica y tecnológica de los sistemas productivos.

En la década de los noventa y ante las presiones de la competencia, se ha observado una mayor incorporación de tecnología en todas las actividades productoras de carne, impactando en la producción, productividad y contención de los costos de producción, en particular en los sistemas productivos tecnificados. Sin embargo, se han presentado factores adversos a la producción, entre los que se encuentra la sequía que en la primera mitad de la década de los 90's, afectaron severamente a la ganadería extensiva del Centro y Norte del país. Debe observarse que la menor disponibilidad de forraje, producto de las sequías implica una menor capacidad de engorda, afectando al pie de cría y disminuyendo la fertilidad, los niveles de gestaciones y nacimientos en el ganado bovino, ovino y caprino (FIRA 1997).

Otros factores que han afectado el desarrollo de la ganadería son los siguientes (ASERCA 2000):

- La elevación de las tasas interés en 1995, que limitó el acceso al crédito para la inversión productiva; y por otra parte, el crecimiento de la cartera vencida del sector.
- El tipo de cambio en 1995 que originó mayores precios de los insumos productivos, principalmente granos forrajeros y pastas oleaginosas.
- La caída en el poder adquisitivo del consumidor, lo que se tradujo en un nuevo enfoque de la demanda por alimentos con buen contenido nutritivo, pero de bajo precio, repercutiendo de manera diferentes en cada una de las ramas productoras de carne, dentro de las cuales la porcicultura perdió participación de mercado frente a la avicultura (FIRA 1999).
- El desarrollo de los métodos de marketing y el crecimiento de la población en zonas urbanas, indujo un cambio en los hábitos de consumo, donde el consumidor se enfoca por alimentos de menor contenido graso, como las de ave y de pescado.
- Otro factor determinante ha sido la apertura comercial, que se origina con el ingreso de México al GATT y la conformación del TLCAN, lo cual originó flujos de importaciones de carnes de diferentes países y de los EE.UU. en particular, que a su vez ha repercutido en el mantenimiento de precios bajos al productor (AMEG, CNG y Rastros TIF 1999).

Tendencias históricas de la producción de carne en México

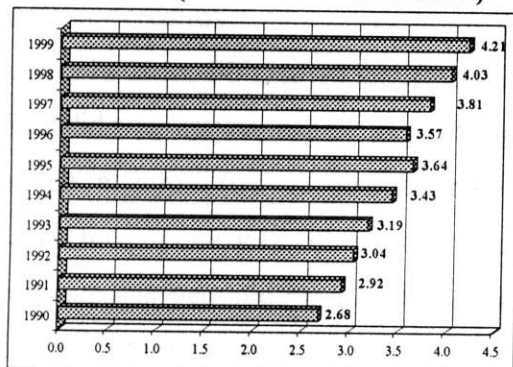
La producción de carne en México se sustenta básicamente en la ganadería bovina, porcina y avícola, las que en conjunto aportan el 98% de la producción de cárnicos. El resto de las actividades, como son la producción ovina, caprina, la de conejos y la de pavos, entre otros, mantienen una posición marginal, situación principalmente influida por los hábitos de consumo de la población, así como por los precios de cotización de éstas (SAGAR, CEA 1999).

De 1990 a 1999, la producción total de carnes pasó de 2.7 millones de toneladas a 4.2 millones, lo que implicó un crecimiento absoluto de 1.5 millones de toneladas, asegurándose con ello un abasto del mercado interno (figura 2-1).

A principios de la década del noventa, la composición de la oferta de carnes en México se conformaba por 42% de bovino, 28% de porcino y 28% de pollo. Para 1999 ésta se transforma para constituirse en 42% por pollo, 33% por bovino y 23% por porcino, manteniéndose a lo

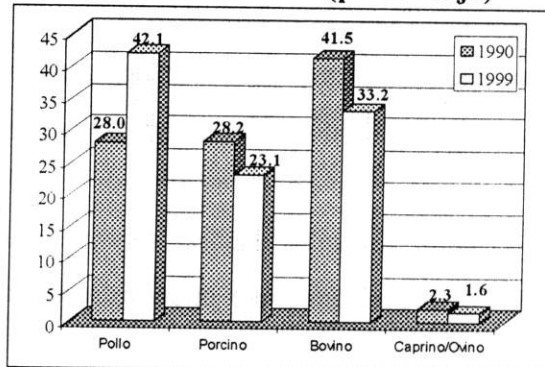
largo de esos 10 años una participación marginal del resto de las carnes, con menos de 2% (figura 2-2).

Figura 2-1. Evolución de la producción de carne (millones de toneladas)



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, Julio del 2000 con datos de CEA-SAGAR.

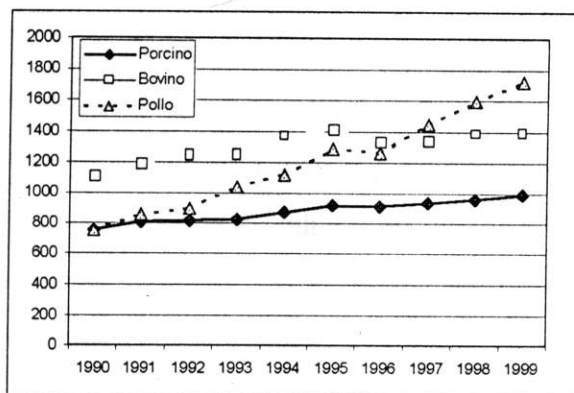
Figura 2-2. Cambio en la contribución a la oferta de carne (porcentaje)



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, Julio del 2000 con datos de CEA-SAGAR.

El análisis de la evolución de la producción en forma independiente (figura 2-3), muestra que la carne de bovino mantuvo en la década de los 90's una TCPA de 2.6%. Para esta especie ganadera, el incremento de su oferta se debió al crecimiento en la productividad como resultado de las mejoras tecnológicas tanto en la ganadería intensiva del norte del país, así como en la extensiva del sur de México y las regiones tropicales y subtropicales.

Figura 2-3. Producción de carne de porcino, bovino y pollo (miles de toneladas)



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, Julio del 2000 con datos de CEA-SAGAR.

Por otra parte, la producción de carne de porcino en el periodo 1990-1999 presentó una TCPA de 2.8%. Este incremento obedeció a tres causas fundamentales, el mejoramiento en la productividad, el aprovechamiento de infraestructura ociosa o subutilizada y la integración de grupos empresariales, situación que permitió elevar los niveles de inversión y reducir la demanda por créditos.

En la década de los 90's, la avicultura productora de carne ha sido la rama de la ganadería que ha expandido en mayor medida sus sistemas productivos, su producción y oferta. Los ciclos cortos de engorda (mayor tasa de convertibilidad de alimento), el aprovechamiento de infraestructura ociosa y la conformación de grandes grupos avícolas, han sido algunos de los factores que han permitido que la producción de carne de pollo experimentara una TCPA de 10.9% en el periodo análisis.

Dos sectores productores cuya participación en el abasto de carne es baja son la ganadería ovina y caprina. Estos tienen baja productividad, y su oferta acumulada de ambas ramas de la producción pasó de 61 mil toneladas en 1990 a 68 mil toneladas en 1999. En el abasto de estas carnes, se observa una creciente participación de las importaciones, cuya cuantía es superior a la propia producción doméstica (ASERCA 2000).

Estacionalidad de la producción

La producción de carnes en México muestra variaciones a lo largo del año, lo cual es explicado por los siguientes factores (SEDAF, 1999):

- El clima que influye en la disponibilidad de forrajes y que repercute en los sistemas de producción extensivos, debido a que influye en los periodos de empadre (cruzamiento del ganado), nacimientos y disponibilidad de crías para la engorda.
- Los movimientos de la demanda en el año han impuesto patrones de producción en particular en la ganadería porcina y la avicultura, en las que se observa un crecimiento en los niveles de demanda hacia finales de año y disminución en los primeros meses de cada año y en las fechas relacionadas con la Cuaresma.

Características de la producción de carnes en México

La ganadería mexicana cuenta con diferentes sistemas de producción, los cuales están asociados principalmente a los rangos tecnológicos adaptados a las áreas geográficas y agro -

ecológicas en donde se desarrollan, la afinidad productiva y las tendencias ancestrales de producción. La adopción de tecnología está vinculada en gran medida a los niveles de integración vertical y horizontal de las industrias productoras de ganado y la de carne. Los sistemas productivos más importantes son: tecnificado, semi - tecnificado y de traspatio.

Tecnificado. Este sistema utiliza tecnología de punta, equivalente a la empleada en los países desarrollados. Dentro de este estrato se ubican explotaciones de carne de pollo, seguidas por las de porcino y bovinos. Prevalece un alto grado de integración vertical y horizontal, iniciando con la explotación de pie de cría, así como la estandarización de los animales enviados al abasto.

La integración vertical ha permitido a algunos grupos importantes de productores a incursionar en la transformación industrial, a través de la instalación y operación de rastros, sobre todo del Tipo Inspección Federal (TIF), que ofertan carne en canal². Algunos grupos además cuentan con salas de corte y obradoras, como en el caso de los porcinos, con lo cual el producto que ofertan cuenta con un valor agregado. La tendencia hacia la integración horizontal y vertical es cada vez mayor en las grandes empresas porcícolas, avícolas y de engorda de bovinos, no sólo en las tradicionales zonas productoras sino en otras con mayor acceso a mercados y libres de enfermedades.

Algunos grupos ganaderos de bovinos, porcinos y de aves, disponen de fábricas de alimentos balanceados, sistemas de formulación de raciones de acuerdo a cada etapa fisiológica y calidad genética de los animales, con lo cual obtienen mejores niveles de conversión alimento/carne y rentabilidad. La alimentación del ganado en sistemas extensivos, dispone de buenas áreas de pastizales o de cultivos forrajeros, los cuales son administrados directamente al ganado y los excedentes son conservados a través de ensilados o henificados, que permiten disponer de un abasto permanente a lo largo del año. Los productores ubicados en este estrato ponen especial atención a los aspectos zoonosarios de control o preventivos, a fin de asegurarse el acceso a nuevos mercados o estratos de consumidores.

Semitecnificado. En el estrato semitecnificado se ubican diversas formas de explotación, las cuales pueden tener algunos adelantos tecnológicos; no obstante, la falta de una mejora

integral se refleja en una baja productividad y rentabilidad. Es generalizado el hecho de que estas explotaciones cuenten con pie de cría similar al del sistema tecnificado; sin embargo, la infraestructura no es la más adecuada y las medidas zoonosanitarias son eventuales; asimismo, emplea alimentos balanceados comerciales, los cuales no siempre cubren las necesidades nutricionales del ganado.

La falta de integración vertical implica que el ganado para abasto sea comercializado a través de intermediarios, quienes en ocasiones tienen altos márgenes de utilidad, comparados con los del ganadero. El sacrificio del ganado de las explotaciones semitecnificadas, normalmente se realiza en rastros municipales y/o privados y los mercados que atiende son básicamente regionales y locales, pequeños centros urbanos y en algunas ocasiones tienen acceso a las grandes ciudades.

Una tendencia observada en los 90's es el uso de engordas bajo contrato, principalmente en la porcicultura y en la avicultura. Bajo este esquema, las compañías ganaderas aportan el ganado, el alimento, los medicamentos y el asesoramiento técnico; en tanto que los productores contribuyen con sus instalaciones, la mano de obra y otros gastos como la energía eléctrica y el agua, estableciéndose de antemano un precio para que los productores tecnificados adquieran el ganado finalizado para abasto. Si bien es cierto que este esquema no brinda las mejores condiciones para el productor semitecnificado, es una alternativa que les asegurará su permanencia en la producción.

Traspatio, rural o de autoconsumo. Este es el sistema más antiguo del país y cuenta con una cobertura de todo el territorio nacional. La producción de este sistema se enfoca hacia las especies menores (porcino, aves, ovinos, caprinos y conejos, entre otros), también abarca a los bovinos en los estados del centro del país. La calidad genética de los animales es baja, traduciéndose en malos rendimientos productivos.

El manejo zoonosanitario es prácticamente nulo y en algunas especies es considerado como un riesgo para la salud humana. Los productores de traspatio consideran a sus animales como una fuente extra de ingresos, destinándose el producto al abasto de mercados regionales o bien, al autoabastecimiento de negocios de comida o para fiestas. Normalmente el sacrificio se realiza en mataderos o *in situ*.

² Alrededor del 50% de los 55 establecimientos TIF para el sacrificio del ganado bovino tienen participación

Regionalización de la producción

La producción de carne se observa en todo el país; sin embargo, prevalece una importante concentración en pocas entidades, lo cual es explicado por la tradición productiva, por la disponibilidad de recursos (forrajes e insumos) o por las condiciones climatológicas. Para 1999 en 10 estados (Jalisco, Veracruz, Puebla, Guanajuato, Sonora, México, Yucatán, Querétaro, Durango y Chiapas) se produjo el 65% de la oferta doméstica de carne, con una producción superior a las 150,000 toneladas.

El cuadro 2-1 presenta la producción de carne de los principales estados, así como la composición de la oferta de carnes de estas entidades. Se aprecia que por ejemplo, en Jalisco, Veracruz y Chiapas, la mayor cantidad de carne proviene de la ganadería bovina. En estados como Sonora y Yucatán, el aporte mayoritario es de carne de cerdo. En cambio, en Guanajuato, Puebla, Querétaro, México y Durango la avicultura es la principal rama de la producción de carnes.

Cuadro 2-1. Principales estados productores de carne en 1999

	Producción (ton)	Participación en el total (%)	Composición porcentual			
			Bovino	Porcino	Pollo	Ovino/ caprino
Jalisco	553,083	13.25	34.7	34	30.8	0.5
Veracruz	433,194	10.38	45.7	14.5	39.2	0.6
Puebla	263,251	6.31	11.1	30	56.6	2.2
Guanajuato	259,683	6.22	11.6	40.1	47.3	1.1
Sonora	246,682	5.91	27.4	70.5	1.9	0.2
México	204,116	4.89	17.7	15.6	63.8	2.9
Yucatán	195,536	4.68	15.5	42.6	41.7	0.2
Querétaro	191,918	4.6	8.5	7.3	83.9	0.3
Durango	176,736	4.23	33.8	2.2	63.1	0.9
Chiapas	160,684	3.85	54.1	10.5	34.9	0.5
Total	2,684,883	64.33				

Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, Julio del 2000 con datos de CEA-SAGAR.

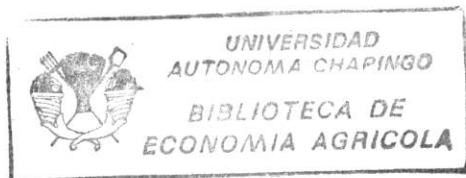
Este comportamiento refleja directamente los diferentes ritmos de expansión de cada una de las ramas de la ganadería productora de carne, debido a que el crecimiento en la mayoría de estas entidades es el resultado del aumento de la producción avícola. La excepción a esta

tendencia se percibe en estados como Colima y Coahuila, donde el crecimiento se debe a la ganadería bovina, y para el caso de Yucatán, donde es resultado del crecimiento de la porcicultura.

Infraestructura de sacrificio y transformación

En México al igual que en otras naciones, el procesamiento del ganado para abasto se realiza en diferentes tipos de establecimientos, diferenciados por el nivel de equipamiento, infraestructura y los controles sanitarios. En México, se consideran tres tipos de infraestructura de sacrificio:

- Los rastros Tipo Inspección Federal (TIF), los cuales cuentan con instalaciones modernas, mayor equipamiento, estrictos controles higiénicos y sanitarios en los diferentes procesos, los cuales son similares a los prevalecientes en EE.UU. y Europa³. Debe observarse que la capacidad utilizada de estos establecimientos es baja, debido a que de los 55 rastros TIF para el sacrificio del ganado bovino, 38 están en operación y 17 están cerrado por diversas causas. Otro elemento es que de la capacidad que en conjunto tienen los 55 rastros TIF para bovinos es de 3,260,000 cabezas al año, mientras que en 1997 solo se sacrificaron 1,300,000 cabezas (FIRA 1999).
- Los rastros municipales, con infraestructura antigua y sistemas de procesamiento tradicional, en la que se manejan diferentes niveles tecnológicos y de control higiénico. Se estima que existen más de 1,300 rastros de este tipo en el país (ASERCA 2000). Debe observarse que la antigüedad de estas instalaciones las sitúa dentro de zonas urbanas, lo cual sumado al exiguo equipamiento y mantenimiento, limita el tratamiento de desechos que se constituyen en una fuente de contaminación de las redes de drenaje, de los mantos freáticos y de ríos. Su importancia radica en que de cada 10 cabezas sacrificadas en instalaciones autorizadas, 7 se realizan en los rastros municipales, dado que las cuotas de maquila son de 30 pesos por animal (FIRA 1999).
- Mataderos y lugares de sacrificio *in situ*, que corresponden al sistema ancestral de aprovechamiento de animales, principalmente de especies menores. La existencia de este tipo de lugares de sacrificio se debe a la falta de infraestructura de procesamiento en pequeñas comunidades. Este tipo de procesamiento se realiza prácticamente en todo el



territorio nacional y se le puede encontrar en las zonas suburbanas de las principales áreas metropolitanas del país.

México cuenta con 87 rastros TIF, de los cuales entre 43 y 55 son destinados para el sacrificio de bovinos, 31 para porcinos y 13 para aves. Sin embargo, su nivel de participación en la producción de carne para abasto nacional es limitado (22% en 1999)⁴, lo cual se explica por la ubicación geográfica de estos rastros, por el mayor costo por el procesamiento, debido a los niveles de infraestructura y de personal utilizado, así como por la existencia de rastros particulares con tecnología y proceso similar al de los TIF, pero que no cuentan con la certificación correspondiente, siendo propiedad de compañías avícolas.

Consumo de carne y productos cárnicos

El consumo de carne se realiza bajo dos grandes sistemas, el primero que es el consumo directo de carnes frescas y el segundo, representado por los productos industrializados, principalmente carnes frías y embutidos. Si bien es cierto que el primero representa el consumo mayoritario, la industrialización ha mantenido una expansión permanente, absorbiendo parte relevante de la producción nacional. El consumo directo de carne se puede estratificar en tres grandes destinos, diferenciados por el mercado que atienden: el rural, el de pequeños centros de población y el de las grandes ciudades, caracterizados cada uno de ellos por el uso de la carne y el aprovechamiento parcial o integral por parte del consumidor directo y por el medio de comercialización o puntos de venta, así como por el origen del propio abasto. La comercialización de las carnes frescas y congeladas es realizada por 915 empresas mayoristas y por mas de 47 mil carnicerías (FIRA 1999). Sin embargo, como resultado de la mayor complejidad de la cadena productiva y de abasto, se han desarrollado diversos medios para la venta de carne, tanto fresca como procesada (la figura 2-4 muestra los canales de comercialización de la carne de res). A continuación se describen algunos de estos medios.

Restaurantes y establecimientos de comida rápida. Por las costumbres de las familias mexicanas de comer en casa, los restaurantes hasta hace algunos años no representaban una parte importante del gasto familiar; sin embargo, en la medida que la mujer ha incrementado

³ Los estándares similares en los procesos productivos y sanitarios permiten a algunos rastros TIF exportar carne a ciertos países europeos, los cuales tienen controles sanitarios muy estrictos.

⁴ El 78% restante de la producción de carne es producida en los rastros municipales y mataderos *in situ*.

su participación en el mercado laboral, la importancia de los restaurantes se ha elevado, en particular en los centros urbanos. Otro desarrollo notable ha sido el incremento de franquicias para establecimientos de comida rápida (para la venta de pollo y carne de res), cuyo desarrollo también obedece a que un mayor número de mujeres trabajadoras, al precio competitivo en que ofrecen los alimentos y a la rapidez en el servicio. Debe destacarse que un establecimiento de comida rápida muy popular entre el consumidor mexicano son los expendios de tacos, los cuales demandan por lo general importantes cantidades de carnes rojas, así como subproductos. La importancia de los establecimientos de tacos radica en su ubicuidad, dado que se les encuentra en casi todos los centros urbanos y en colonias de distinto nivel económico.

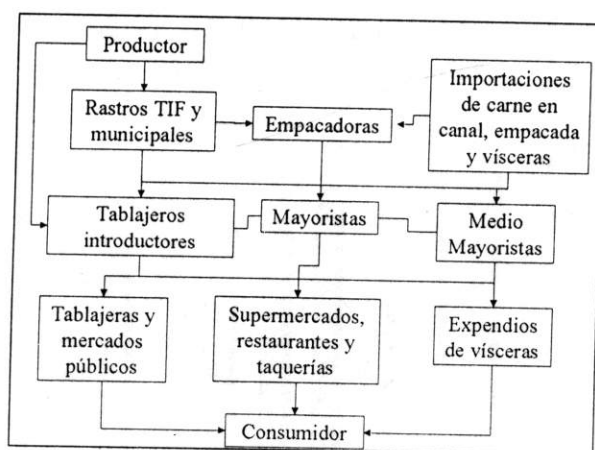
Centros comerciales y supermercados. El desarrollo de los centros comerciales en diversas ciudades del país, en parte se explica por las fusiones de capitales extranjeros con capitales nacionales para expandir actividades en México como en algunas ciudades de los EE.UU., donde radican barrios con población mexicana. Las cadenas comerciales representan uno de las más importantes entes demandantes de carnes de diversos tipos, así como de productos cárnicos.

El crecimiento de los supermercados en México ha sido explosivo: de menos de 700 en 1993 a 3,850 en 1997 (Skully, et al 1998). Los supermercados se caracterizan por ofrecer autoservicio, departamentos separados para diversos productos, descuentos en los precios, un sistema de distribución centralizado y un sistema de abasto a gran escala. Hasta la década de los ochenta, los supermercados además de ser pocos, sólo daban servicio a familias de altos ingresos, dando la imagen de ser caros. El éxito de su expansión en los 90's se debe a que extendieron su base de clientes a familias de menores ingresos. Las participaciones de mercado en el área metropolitana de la Ciudad de México entre establecimientos comerciales son aproximadamente: 41% para los mercados municipales y 20% para los tianguis. El resto se divide en supermercados, pequeñas tiendas y otros. Sin embargo se considera que la participación de los supermercados es creciente. La Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD) aglutinó en 1999 a 981 tiendas de autoservicio con cercad de 4.4 millones de metros cuadrados de superficie de exposición y ventas (FIRA 1999). Debe observarse que el aumento en el número de supermercados ha beneficiado principalmente al consumidor urbano. Por su origen y ubicación, los supermercados son uno

de los elementos importadores de carne más importantes en la cadena de producción al consumidor. Al importar grandes volúmenes de carne congelada (a bajos precios), deprimen los precios pagados a los productores de ganado para abasto (AMEG, CNG y Rastros TIF 1999). Los países exportadores de carnes a México (EE.UU., Australia, Nueva Zelanda, algunos países europeos) cuentan con la ventaja de que venden en sus mercados domésticos carne en cortes, a precios que les permiten recuperar el costo total de la canal, permitiéndoles exportar a precios bajos a otros mercados; con lo cual desplazan a las carnes nacionales mexicanas, incluso de mejor calidad. A esta situación se le suma la carencia de marcas, clasificación, diferenciación y etiquetado de la carne en México, haciendo más vulnerable al sector productor pecuario ante las importaciones (FIRA 1999).

Carnicerías y puestos en centros urbanos y colonias suburbanas. Esta forma de distribución de carne se ha mantenido y aumentado por el crecimiento de las ciudades y de las áreas urbanas. Ofrecen carne fresca y algunos establecimientos procesan algunos tipos de carnes. Su importancia radica en que se encuentran en prácticamente todas las colonias y áreas urbanas de las ciudades.

Figura 2-4. Canal de comercialización de la carne de res



Fuente: Aserca, con datos de FIRA.

Industrialización y consumo industrial

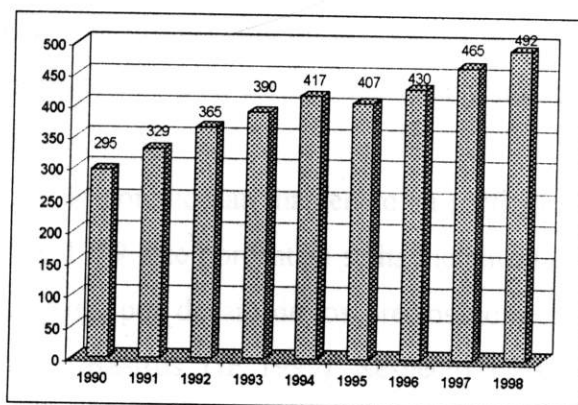
La preparación de carnes para su conservación, dio origen a una de las industrias agroalimentarias más importantes en México. Como efecto de cambios económicos,

distribución del ingreso y en gustos y preferencias, esta industria ha experimentado una transformación relevante en la última década, al ampliar sus líneas insumos basados en carne de cerdo, a nuevas líneas con carnes de pollo y pavo, de bajo contenido graso. La producción de embutidos y carnes frías en México, ha mostrado un crecimiento constante en la década de los 90's, con una TCPA de 6.6% (figura 2-5).

El empleo de diversas materias primas cárnicas, así como de algunos subproductos (vísceras), ha permitido el abaratamiento de algunos embutidos. Hasta principios de la década de los 90's, el principal insumo cárnico provenía del cerdo (el cual representaba el 70% de las materias primas incorporadas en la elaboración de carnes frías y embutidos). Para 1998, su participación se redujo a sólo el 25%, siendo sustituida por carne de aves.

En 1990 la producción de embutidos para consumo popular representaba solamente 20% del total de la oferta de carnes, en 1998 su participación ascendió a cerca del 50%. Esta recomposición de la oferta de carnes frías, es explicada por la creciente incorporación de pastas de carne de ave y trozos de pavo, lo que a su vez permitió que los precios promedio reales registrados hayan tendido a la baja de 1990 a 1998. El aumento de la producción industrial permitió incrementar la disponibilidad per cápita de carnes procesadas entre 1990 y 1998, en 43%, para alcanzar este último año 5.3 kg. por persona.

**Figura 2-5. Producción de cárnicos:
carnes frías y embutidos**



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, Julio del 2000 con datos de Consejo Nacional de Empacadores de Carnes Frías y Embutidos y SECOFI.

Consumo Nacional Aparente

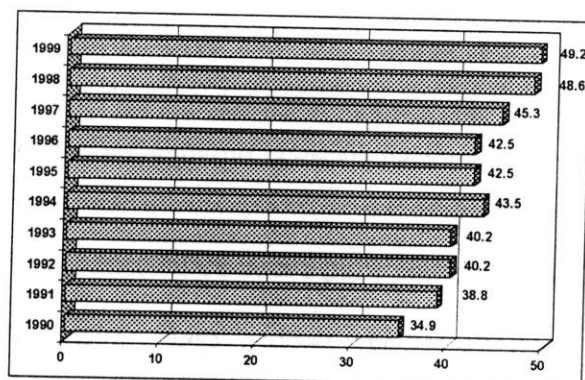
El consumo nacional aparente (CNA) permite conocer los volúmenes consumidos de carne, y se define como el resultado de la producción nacional más las importaciones, menos las exportaciones⁵. De acuerdo con la SAGAR, el CNA de carnes ha crecido anualmente en 6.1%, entre 1990 y 1999 (figura 2-6).

En los 90's, la evolución de la producción y del comercio internacional de carnes, significó una importante transformación de la composición del CNA. Debe observarse que en la década de los noventa se importó no solamente carne en canal fresca o congelada, sino también importantes cantidades de vísceras de diversos tipos de ganado (cerdo y bovinos principalmente), y también pastas de carne de pollo, pavo entre otros. Consecuentemente, la producción nacional ha disminuido su contribución a al CNA, a pesar de que mantiene una posición preponderante en el mismo. De 1990 a 1999 la participación porcentual de la producción nacional disminuyó de 90 a 84. En este sentido, en el estudio presente, se consideran los datos de CNA y los precios pagados al productor. Una sección del capítulo III se dedica al análisis de los datos empleados para la estimación de las elasticidades empleando el modelo AIDS.

En la composición del CNA, se observan cambios en participación de las importaciones. Por una parte, la carne de caprino solamente ha representado en promedio 3%, mientras que para la carne de ovino, la participación media ha sido del orden de 50%. En la carne de bovino, las importaciones han sido en promedio de 9%, con una tendencia ascendente hacia 1998 y 1999, lo cual puede ser el resultado la disminución de los precios de importación (sobre valoración del peso), el agresivo mercadeo para la carne importada y una baja respuesta de la planta productiva nacional (ASERCA 2000).

Las importaciones de carne de porcino han mantenido su participación en el CNA (alrededor de 21%), aunque en 1998 y 1999 este porcentaje se ha incrementado. Una de las causas es la importación a precios dumping (por debajo de los precios domésticos) de cerdo de EE.UU. para abasto (AMEG, CNA y Rastros TIF 1999). Respecto a las importaciones de carne de pollo, su participación en el CNA ha promediado 9%, lo cual obedece a las compras a bajos precio en el mercado norteamericano, así como de pastas de carne, los cuales son utilizados por la industria transformadora.

**Figura 2-6. Consumo nacional aparente per cápita
(kg/persona/año)**



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, Julio del 2000 con datos de CEA-SAGAR.

2.1.2 La producción de huevo en México

La industria del huevo se caracteriza por ser suficiente para satisfacer la demanda nacional. Durante el periodo de sustitución de importaciones emprendido por el gobierno, la producción de huevo se consideró estratégica, por lo cual se le otorgaron cuantiosos y diversos apoyos desde 1950, propiciando en algunos años problemas de sobreproducción. Sin embargo, con el cambio de ambiente económico en el que prevalece una mayor competencia y libre mercado, esta industria enfrenta diversos problemas.

A inicios de los 80's, se retiraron los subsidios al sorgo incrementando los costos de producción, además disminuyó el poder adquisitivo de la población merced de las crisis económicas de esa década y la siguiente, provocando una gradual sustitución de la carne de res y de cerdo por la de pollo, con cual se dio pie al desarrollo de la industria avícola. En el sexenio de Salinas de Gortari, la industria avícola, al igual que otras incurrió en fuertes endeudamientos en dólares, los que contribuyó a problemas de rentabilidad. A esto se suma el escaso crédito de la banca privada.

⁵ La estimación del CNA no se sustenta considerando los inventarios de carne, ya que debido a los altos costos de su conservación, se consideran a los inventarios como no significativos para el cálculo.

Estadísticas sobre producción

La producción de huevo para plato es realizada en todo el país, siendo los estados de Jalisco, Puebla y Sonora los más importantes. El cuadro 2-2 muestra cual es la participación en la producción de los estados productores más importantes, así como la tasa de crecimiento promedio anual para cada uno de ellos. Es notable que 3 de los 10 estados del cuadro tienen tasas negativas de crecimiento; sin embargo, a escala nacional, la producción total ha tendido a aumentar.

Cuadro 2-2. Producción de huevo para plato (miles de toneladas)

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	(%)	TCPA
Jalisco	232.2	258.3	283.8	305.1	322.2	301.9	302.3	321.7	373.6	24.4	6.1
Puebla	228.4	273.5	250.8	282.4	286.4	287.8	297.1	318.1	371.0	23.5	6.3
Sonora	112.2	122.6	137.6	147.0	130.5	127.3	121.7	121.9	110.9	10.2	-0.1
Nuevo León	62.7	58.6	60.0	64.3	72.8	78.5	62.8	66.5	89.1	5.6	4.5
Yucatán	27.4	56.9	75.0	101.2	68.6	69.7	66.2	74.1	73.4	5.5	13.1
Guanajuato	40.2	42.2	44.2	46.2	49.7	48.0	54.7	63.2	66.1	4.1	6.4
Durango	47.8	48.9	27.3	27.4	43.9	49.2	52.0	56.5	73.7	3.9	5.6
Coahuila	33.7	40.5	37.5	35.5	46.8	47.8	49.9	52.7	68.9	3.7	9.3
Sinaloa	51.9	49.8	54.5	41.3	33.2	40.8	37.4	39.0	39.0	3.5	-3.5
Michoacán	34.5	34.8	35.4	31.7	32.0	31.8	32.4	47.3	26.0	2.8	-3.5
Los demás	138.7	155.3	155.2	151.3	160.0	159.2	159.4	167.9	169.5	12.8	2.5
Total	1,009.8	1,141.4	1,161.3	1,233.6	1,246.2	1,242.0	1,235.9	1,328.9	1,461.2	100.0	4.7

Fuente: CEA-SAGAR. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. 1998.
TCPA = Tasa de Crecimiento Promedio Anual.

Este aumento puede ser explicado principalmente por el crecimiento de la población, al ser un producto básico de la dieta mexicana, así como por los programas de apoyo para el crecimiento de la industria desde 1950 hasta la fecha. El huevo es uno de los productos básicos cuya producción nacional es suficiente sin tener que recurrir a las importaciones. Esto se debe a que la industria cuenta con un alto grado tecnológico y de eficiencia productiva. Esta situación permitió la recuperación de la producción, la cual se vio reducida por problemas zoonos sanitarios relacionados con la influenza aviar en Jalisco en 1995 y en Puebla en los primeros años de la década de los 90's. Asimismo, se presentaron problemas productivos ocasionados por la sequía en Sonora en 1995.

Sistemas de producción

La producción de huevo y en general la avicultura cuenta con tres sistemas de producción: *el tecnificado, semitecnificado y la avicultura de traspatio*, los cuales están determinados por el

desarrollo tecnológico, el grado de mecanización, el nivel de empleo de sustancias químicas, el empleo de razas de aves de alto rendimiento y los diferentes procesos de industrialización.

Sistema tecnificado. Es el estrato de productores que cuentan con sistemas equiparables a los empleados en países desarrollados: sistemas intensivos, atención especial a los aspectos sanitarios y alimenticios, alto grado de integración tanto vertical (producción a comercialización) y horizontal (producción de insumos).

Sistema semitecnificado. Presenta niveles variables de incorporación tecnológica, dependiendo de la zona en que se desarrolle y el mercado que atienda. La mayoría de los casos presentan deficiencias en el manejo sanitario, y existe una importante dependencia de alimentos balanceados comerciales, lo cual les incrementó los costos. En los 90's se ha acelerado el proceso de integración de estos productores con las compañías productoras nacionales o de capitales extranjeros. En esta situación, las grandes empresas aportan las aves ponedoras, el alimento y otros insumos, así como los servicios técnicos, mientras que el avicultor participa con las instalaciones y mano de obra. Este esquema permite al pequeño avicultor continuar con sus operaciones sin necesidad de endeudamiento adicional, mientras que a los grandes productores les evita tener que realizar grandes inversiones en activos fijos que finalmente influyen en los costos de producción.

Sistema de traspatio (autoconsumo). Existente en la forma de pequeñas parvadas en las familias de comunidades rurales, su importancia consiste en ser la fuente de alimento proteico. Presenta sistemas tradicionales, carentes de planeación sanitaria y alimenticia.

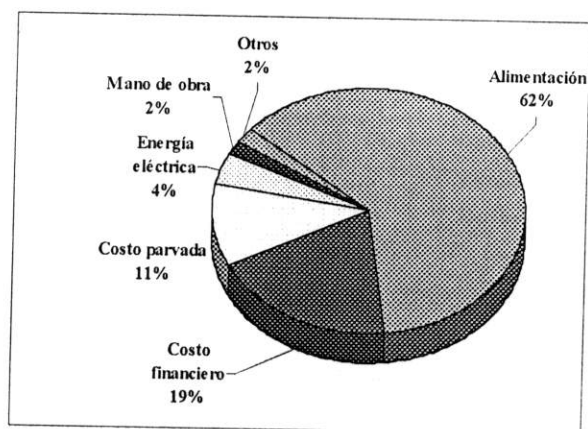
El nivel de desarrollo tecnológico, así como la rentabilidad de los sistemas productivos tienen una relación muy estrecha con los costos de producción. En general, en las explotaciones de traspatio, no se tiene un registro de los costos; en cambio, en la semitecnificada y tecnificada, el costo más importante se atribuye a la alimentación (la cual esta compuesta por alimentos balanceados obtenido de la soya y el sorgo, cuya producción nacional es insuficiente y por tanto debe importarse). La figura 2-7 muestra cuales son las proporciones de los costos de producción para las explotaciones tecnificadas y semitecnificadas.

Debe observarse que el costo financiero en la producción de huevo es alto, debido al grado de equipamiento que emplea, como es la utilización de jaulas, comederos, bebederos y sistemas de recolección de huevo. La participación en gastos por energía eléctrica está ligada



directamente al grado de automatización de los procesos como la distribución de alimento y recolecta de huevo, estimándose que pueden oscilar entre 0.2 y 3.6% de los egresos totales.

Figura 2-7. Costos de producción de explotaciones avícolas



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, agosto de 1996.

Consumo y comercialización

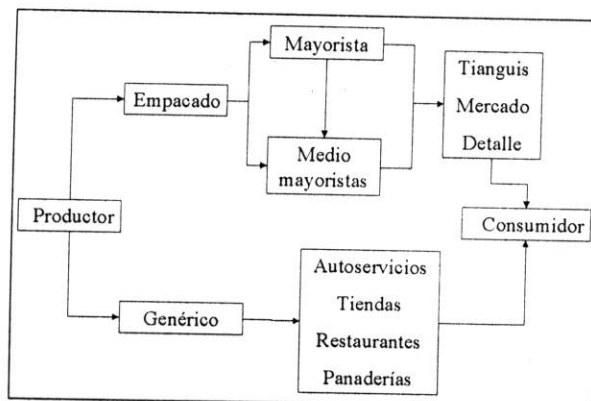
La demanda de huevo para plato se encuentra condicionada por su precio, el crecimiento poblacional, el ingreso y los hábitos de consumo (gustos y preferencias). Estos últimos son los que tienen poco cambio a lo largo del tiempo; sin embargo, recientemente en las zonas urbanas ha crecido la reticencia a consumir huevo debido a la creencia de que su alto contenido de colesterol. Sin embargo, por ser una fuente de proteína barata, su consumo ha crecido en general por los problemas económicos derivados de las crisis por las que México se ha visto involucrado desde la década de los 80's. Por tanto, para algunos estratos sociales, el huevo ha sido un sustituto para otros productos de origen proteico como la carne. Las importaciones de huevo, fundamentalmente de los EE.UU. solo tienen lugar en la franja fronteriza y están reguladas por aranceles – cuota.

En lo tocante a la comercialización, se han detectado diversos canales entre los que destacan:

Canal Directo. Es aquel en que el productor elimina todo tipo de intermediario para hacer llegar su producto al consumidor final. Esta forma de distribución no es la más común en la

comercialización actual del huevo. Sin embargo, algunas de las empresas tecnificadas han emprendido ciertos niveles de integración vertical, llegando a poner bodegas en las centrales de abasto, o bien entregando directamente a las cadenas comerciales, panaderías y a algunas tiendas importantes (figura 2-8).

Figura 2-8. Canales de comercialización del huevo



Fuente: Tomado de Aserca, Claridades Agropecuarias, agosto de 1996, con datos de Bachoco, S.A.

Canales Indirectos. El abastecimiento de las ciudades más importantes del país se lleva a cabo a través de la participación de varios intermediarios, los cuales se pueden clasificar en: mayoristas, medio mayoristas y detallistas. La manera en como se relacionan con los productores y con los consumidores puede observarse en la figura 2-8.

2.2 Revisión bibliográfica

2.2.1 Trabajos realizados con sistemas de ecuaciones simultáneas

En este apartado se presentan los resultados de trabajos econométricos basados en sistemas de ecuaciones simultáneas, las cuales modelan el mercado (oferta y demanda) de algunos productos cárnicos. Los estudios comprenden tanto las ecuaciones de la oferta como de la demanda, estimándose mediante los métodos de mínimos cuadrados en 2 y 3 etapas. Debe observarse que en las estimaciones de las ecuaciones de la demanda, se incluye el precio propio del bien, de algunos productos cárnicos relacionados y el ingreso, en este último caso el PIB nacional o bien el PIB per cápita. Asimismo, se emplean índices de precios a fin de obtener precios reales.

Los trabajos revisados las tesis de maestría de Estrada Rosales (1988), quién formuló un modelo para analizar el mercado de la carne bovina, López López (1990), que desarrolló un modelo para estimar indicadores de la oferta y demanda del huevo para el periodo de 1960 a 1987. Por otra parte, Fonseca Medina (1990) propone un modelo para obtener indicadores del mercado de la leche bovina en México, para el periodo de 1970 a 1983. Por su parte, Ramírez Sosa (1986) propone un modelo para el mercado de la carne de res en México, para el periodo de 1960 a 1985.

Respecto a la modelación del mercado de la carne de cerdo, Magaña Magaña (1988), presenta un modelo econométrico de seis ecuaciones simultaneas. Por otra parte, Chinchilla Domínguez (1985) realizó una investigación del mercado de la carne bovina en el área metropolitana del Valle de México (Distrito Federal y Estado de México). Finalmente, en un intento por actualizar la información sobre el mercado de cerdo en México, Jiménez Gómez (1996) presenta un sistema de ecuaciones simultaneas (que consideran cambios estructurales derivados de la apertura comercial del país), para modelar dicho mercado.

A fin de facilitar la comparación de los resultados de estos trabajos con los obtenidos del modelo AIDS, se presentan los cuadros 2-3a y 2-3b, los cuales contienen las elasticidades de la demanda para los productos cárnicos. Como se puede apreciar, los valores de los resultados de las elasticidades son muy dispares y en ocasiones contradictorias con la propia teoría económica. Algunos de los problemas que estos resultados muestran son los siguientes:

Respecto a las elasticidades precio propias, en todos los casos son inelásticas ($\epsilon_{ii} < 1$), lo cual implica que ante cambios en los precios, la demanda se ve afectada sólo ligeramente. Sin embargo, en algunos de los casos, el signo para esta elasticidad propia es el equivocado.

Respecto a las elasticidades cruzadas, se observa que se comportan como bienes sustitutos productos como la carne de res, de pollo y de cerdo. Se comportan igual productos como la leche y los refrescos. Por otra parte, se observa que productos como el huevo, jamón y leche son complementarios, y la leche producida en el país y la leche en polvo importada. En lo tocante a la elasticidad ingreso, es observable que todos los productos entran en la categoría de bienes normales ($0 < \eta_i < 1$).

**Cuadro 2-3a. Elasticidades precio propias e ingreso
de diversos productos pecuarios**

Autor	Periodo	Precios Propios			Ingreso	
		Propia	Oficial	Venta Liconsa	Per cápita Disponible	Per cápita disponible
Estrada Rosales Res					0.7	
Ramírez Sosa Res		-0.4054			0.50879	
Chinchilla Domínguez Res		0.62				0.11
Jiménez Gómez Cerdo	1960-1983	-0.112			0.14	
	1983-1994	-0.074			0.1499	
López López Huevo			-0.7915		0.8926	
Fonseca Medina Leche	1970-1979			-0.15		0.87
	1980-1987			-0.066		0.76

Fuente: Elaboración propia con datos de: Estrada Rosales (1988), Ramírez Sosa (1986), Chinchilla Domínguez (1985), Jiménez Gómez (1996), López López (1990) y Fonseca Medina (1990).

**Cuadro 2-3b. Elasticidades precio cruzadas
de diversos productos pecuarios**

Autor	Periodo	Precios cruzados						
		Pollo	Bovino	Jamón	Refresco	Cerdo	Cerdo _{t-1}	Leche Internacional de leche
Estrada Rosales Res		0.1				0.3		
Ramírez Sosa Res		0.14369				0.09153		
Chinchilla Domínguez Res		0.62				-1.06		
Jiménez Gómez Cerdo	1960-1983		0.55				0.862	
	1983-1994		0.4				0.963	
López López Huevo				-0.1192				-0.9253
Fonseca Medina Leche	1970-1979				0.15			-0.01
	1980-1987				0.107			-0.007

Fuente: Elaboración propia con datos de: Estrada Rosales (1988), Ramírez Sosa (1986), Chinchilla Domínguez (1985), Jiménez Gómez (1996), López López (1990) y Fonseca Medina (1990).

Notas: El "t-1" un periodo rezagado.

Capítulo III

Materiales y métodos

En el presente capítulo se exponen los principios de la teoría económica que fundamentan al modelo AIDS. Asimismo, se establecen las principales consideraciones teóricas respecto a los métodos econométricos que son empleados en este trabajo.

3.1 Principios de la teoría económica

3.1.1 Los axiomas de la utilidad

La función de utilidad del consumidor tiene como fundamento a los *axiomas de la preferencia*. La aceptación de estos axiomas es equivalente a reconocer la existencia de la función de utilidad; por tanto es necesario analizar sus propiedades. Los axiomas en cuestión son: reflexividad, comparabilidad, transitividad, continuidad, no saciedad y convexidad. La actual teoría del consumidor está basada en el supuesto de la utilidad ordinal; en este sentido, el concepto de la utilidad es solo útil como una representación de las preferencias del consumidor sobre canastas de bienes.

Todo lo que es necesario para establecer un índice de utilidad es una regla que asigne valores más altos para las canastas de consumo más preferidas, y valores más bajos para las canastas menos preferidas. En esta parte, se emplea símbolo ' $\geq$ ', el cual significa "al menos tan bueno como"; por otra parte, los superíndices sobre los vectores (o canastas de bienes), tales como q^1 son empleados para distinguir diferentes vectores.

Axioma 1. **Reflexividad.** Para cualquier canasta q , $q \geq q$.

Axioma 2. **Comparabilidad.** Para dos canastas cualesquiera q^1 y q^2 , puede suceder que: $q^1 \geq q^2$, ó $q^2 \geq q^1$. Esto significa que $q^1 \sim q^2$, es decir que q^1 es indiferente a q^2

Axioma 3. **Transitividad.** Si $q^1 \geq q^2$ y $q^2 \geq q^3$, entonces $q^1 \geq q^3$. Este axioma afirma que las preferencias de los consumidores son internamente consistentes.

Axioma 4. **Continuidad.** Para cualquier canasta q^1 , definase a $A(q^1)$, como el "conjunto por lo menos tan bueno como q^1 ", y definase también a $B(q^1)$, "el conjunto no mejor que q^1 ", de la siguiente manera: $A(q^1) = \{q/q \geq q^1\}$, $B(q^1) = \{q/q^1 \geq q\}$. Por tanto, $A(q^1)$ y $B(q^1)$ son conjuntos cerrados, esto es contienen sus propios límites.

Axioma 5. **No saciedad.** La función de utilidad $v(q)$ es no decreciente en cada uno de sus elementos; y para todos los q en el conjunto de preferencias, es creciente en por lo menos uno de sus elementos. Una manera alternativa de expresar esto es que, dadas dos canastas de consumo, q^1 y q^2 , con la propiedad de que el elemento N en q^1 es igual a N en q^2 , y el elemento M en q^1 es mayor que M en q^2 , el consumidor siempre preferirá a q^1 sobre q^2 .

Axioma 6. **Convexidad.** Si $q^1 \geq q^0$, entonces para todo escalar λ , cuyo valor esta entre $0 \leq \lambda \leq 1$, se tiene: $\lambda q^1 + (1 - \lambda)q^0 \geq q^0$. Esto significa que las curvas de indiferencia de la utilidad del consumidor exhiben tasas de crecimiento marginal decrecientes.

3.1.2 Utilidad y la demanda

Los axiomas de las preferencias del consumidor permiten modelar la utilidad del consumidor, la cual al combinarse con las restricciones de presupuesto, conducen a solucionar el problema de la maximización de la utilidad, es decir, a escoger la canasta de consumo más preferida que permita el presupuesto del consumidor. De manera formal:

$$\text{Max } u = v(q), \text{ sujeto a } \sum p_k q_k = x$$

Donde $v(q)$ es la función de utilidad y $\sum p_k q_k = x$, es la función del presupuesto o gasto, el cual se gasta completamente en la compra de los bienes q_k que constituyen una canasta a los precios definidos como p_k .

Empleando la función de "Lagrange" (L) y posteriormente aplicando el cálculo diferencial, se resuelve el problema de maximizar la utilidad sujeta a un presupuesto:

$$L = v(q) + \lambda(x - \sum p_k q_k)$$

Donde λ es el multiplicador de Lagrange. Las condiciones de primer orden, para los i -ésimos elementos de q , son las derivadas parciales:

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = \frac{\partial v(q)}{\partial q_i} - \lambda p_i = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = x - \sum p_k q_k = 0$$

Dado que se tienen $k+1$ ecuaciones y $k+1$ variables desconocidas (q_k y λ), la solución, si existe, es el sistema de demandas Marshallianas:

$$q_i = g_i(x, p) \dots \dots \dots (1)$$

Por otra parte, en las funciones de producción se requiere del empleo del concepto de las funciones de gasto, la cual expresa el costo mínimo para obtener cierta producción dados los precios de los insumos. En el caso del consumidor se puede expresar el mismo problema de minimizar el gasto (dados los precios de los bienes), sujeto a una función de utilidad. En este sentido, el problema de minimizar el gasto es el “dual” o equivalente inverso al de maximizar la utilidad. Formalmente:

$$\text{Minimizar } x = \sum p_k q_k \text{ Sujeto a } u = v(q).$$

Formando el Lagrange se tiene:

$$L = \sum p_k q_k + \mu [u - v(q)]$$

Cuyas derivadas parciales respecto a q_i y a μ , son:

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = p_i - \mu \frac{\partial v(q)}{\partial q_i} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = u - v(q) = 0$$

Nuevamente se tienen $k+1$ ecuaciones y $k+1$ variables desconocidas (q_k y μ), la solución es el sistema de demandas Hicksianas o compensadas. Este sistema de demandas establece en que medida q es afectado por los precios, dada una utilidad (v) constante:

$$q_i = g_i(x, p) = h_i(u, p) \dots \dots \dots (2)$$

Cada una de las soluciones (1) y (2) pueden sustituirse respectivamente en los problemas primal y dual, a efecto de obtener, por una parte, la utilidad máxima factible y por otra el gasto mínimo, consecuentemente:

$$u = v(q_1, q_2, \dots, q_n) = v[g_1(x, p), g_2(x, p), \dots, g_n(x, p)] = \psi(x, p) \dots \dots \dots (3)$$

$$x = \sum p_k q_k(u, p) = c(u, p) \dots \dots \dots (4)$$

La función $\psi(x, p)$ es la utilidad máxima factible dados los precios p y el gasto x . Esta expresión es conocida como la función de utilidad indirecta y puede ser definida alternativamente como:

$$\psi(x, p) = \max_{(q)} [v(q); \sum p_k q_k = x]$$

Por otra parte, la expresión $c(u, p)$ es conocida como la función de gasto, dados los precios y un nivel de utilidad. Esta función puede ser alternativamente definida como:

$$c(u, p) = \min_{(q)} [\sum p_k q_k; v(q) = u]$$

La función de costo y la función de utilidad indirecta están estrechamente relacionadas; por tanto, $c(u, p) = x$, se puede reordenar o invertir para que u quede como una función de x y de p , dando como resultado $u = \psi(x, p)$. De la misma manera, la inversión de $u = \psi(x, p)$ conduce directamente a $x = c(u, p)$. Las dos funciones son en este sentido, maneras alternativas de escribir la misma información. A continuación, se enlistan las propiedades de las funciones de costo.

Propiedad 1. La función de costo es homogénea de grado uno en los precios, formalmente, para un escalar $\theta > 0$.

$$c(u, \theta p) = \theta c(u, p)$$

Esta es una consecuencia directa de la expresión (4), por lo que si los precios se duplican, es necesario que se duplique el presupuesto para mantenerse en la misma curva de indiferencia.

Propiedad 2. La función de costo es creciente en u , no decreciente en p y creciente en por lo menos un precio. Esta propiedad se deriva directamente del axioma de no saciedad. Dados ciertos precios, el consumidor tiene que gastar más para tener más utilidad; mientras que si los precios se incrementan, se requiere incrementar el gasto para mantenerse en el mismo nivel de utilidad o satisfacción.

Propiedad 3. La función de gasto es cóncava en los precios. La concavidad implica que si los precios se incrementan, el costo no se incrementa linealmente. Esto se debe a que el consumidor minimiza su gasto, reordenando las compras con el fin de tomar ventaja de los cambios en la estructura de los precios.

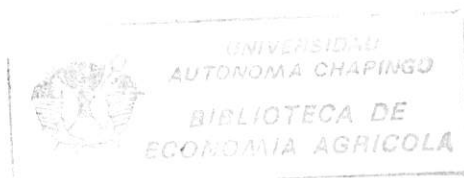
Propiedad 4. La función de costos es continua en p , y la primera y segunda derivadas con respecto a p siempre existen, excepto en un posible conjunto de vectores específicos de precios, técnicamente, este conjunto es de suma cero.

Propiedad 5. Cuando existan, las derivadas parciales de la función de gasto con respecto a los precios son las funciones de demanda Hicksianas, esto es:

$$\frac{\partial c(u, p)}{\partial p_i} \equiv h_i(u, p) = q_i \quad \dots \dots \dots (5)$$

Para probar esto, se considera un vector de precios arbitrario p° , un nivel de utilidad u y el vector correspondiente de cantidades q° . Entonces para cualquier otro vector de precios p , se define la función $Z(p)$ por:

$$Z(p) = \sum p_k q_k^\circ - c(u, p)$$



Debido a que q° no es necesariamente óptima para p , el costo de q° en p debe ser por lo menos tan grande como el costo del vector óptimo en p , esto es $c(u, p)$. Por tanto, Z es siempre más grande o igual a cero. Pero se sabe que Z es igual a cero, o que alcanza su mínimo cuando p es igual a p° , por tanto, si las derivadas existen en p° :

$$\frac{\partial Z(p^\circ)}{\partial p_i} = q_i^\circ - \frac{\partial c}{\partial p_i}(u, p^\circ) = 0$$

La propiedad 5, o Lema de Shephard permite moverse de funciones de costo conocidas a las funciones de demanda que minimizan el costo. También es posible generar sistemas de demanda Marshallianas a partir de las funciones de costo, mediante un sencillo método de sustitución. En (5), las cantidades son una función de u y p ; por otra parte, la función de utilidad indirecta (3) da u en términos de x y p , así que la sustitución de $u = \psi(x, p)$ en las demandas Hicksianas proporciona q en términos de x y p ; esto es el sistema de demandas Marshallianas. Formalmente:

$$q_i = h_i(u, p) = h_i[\psi(x, p), p] = g_i(x, p) \dots \dots (6)$$

Asimismo, se puede empezar el procedimiento partiendo de las demandas Marshallianas y utilizando a la función de costo para expresar x en términos de u y p , por tanto:

$$q_i = g_i(x, p) = g_i[c(u, p), p] = h_i(u, p) \dots \dots (7)$$

Se pueden reformular las propiedades de las derivadas para que a partir de la función de utilidad indirecta, se pueda llegar a las demandas Marshallianas. Debido a que las funciones de utilidad indirecta y de costo son inversas, se tiene la identidad:

$$\psi[c(u, p), p] \equiv u$$

Diferenciando respecto a p_i , manteniendo u constante y empleando la regla de la cadena:

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} \cdot \frac{\partial c}{\partial p_i} + \frac{\partial \psi}{\partial p_i} = 0$$

En este sentido, de la propiedad de las derivadas se tiene:

$$q_i = g_i(x, p) = - \frac{\partial \psi / \partial p_i}{\partial \psi / \partial x}$$

La cual es conocida como la identidad de Roy.

3.1.3 Propiedades de las funciones de demanda

En este apartado se presentan de manera general las propiedades de las funciones de demanda Hicksianas y Marshallianas.

Propiedad 1. **Aditividad.** El valor total de las funciones de demandas Hicksianas y Marshallianas, es el gasto total, esto es:

$$\sum_k p_k h_k(u, p) = \sum_k p_k g_k(x, p) = x$$

Propiedad 2. **Homogeneidad.** Las funciones de demanda Hicksianas son homogéneas de grado cero en los precios; mientras que las funciones de demanda Marshallianas lo son en el gasto y en los precios, esto es, para un escalar $\theta > 0$:

$$h_i(u, \theta p) = h_i(u, p) = g_i(\theta x, \theta p) = g_i(x, p)$$

Las demandas Hicksianas son derivadas de una función homogénea de grado uno, y por tanto son homogéneas de grado cero. Debido a la curva de indiferencia, sólo los precios relativos son necesarios para determinar la demanda.

Propiedad 3. **Simetría.** Las derivadas precio cruzadas de las demandas Hicksianas son simétricas, esto es, para toda $i \neq j$:

$$\frac{\partial h_i(u, p)}{\partial p_j} = \frac{\partial h_j(u, p)}{\partial p_i}$$

Propiedad 4. **Negatividad.** La matriz de rango $n \times n$ formada por los elementos de las derivadas parciales $\partial h_i / \partial p_j$, es negativa semidefinida, esto es para cualquier vector ξ , la forma cuadrática:

$$\sum_i \sum_j \xi_i \xi_j \partial h_i / \partial p_j \leq 0$$

Si ξ es proporcional a p , la desigualdad se convierte en igualdad y la forma cuadrática se vuelve cero. En el lenguaje del álgebra lineal, la matriz es negativa semidefinida con el vector de precios presente en el espacio nulo (Deaton & Muellbauer 1980).

En resumen, se tienen cuatro propiedades básicas de las funciones de demanda, las cuales son: aditividad, homogeneidad de grado cero en los precios y en el gasto total; sus respuestas de precios compensados son simétricas y forman una matriz negativa semidefinida. Debe observarse que la aditividad y homogeneidad son consecuencias de la especificación de una restricción de presupuesto lineal. Por otra parte, la simetría y negatividad se derivan de la existencia de preferencias consistentes. La simetría en la matriz de sustitución de un consumidor no es fácilmente interpretada sin la referencia a la función de costo. Sin embargo,

la simetría es una garantía y prueba de la consistencia de las preferencias del consumidor. La negatividad proviene de la concavidad de las funciones de costo, debido al hecho de que los costos son minimizados, o equivalentemente, a que la utilidad es maximizada.

3.1.4 Aplicaciones de la teoría del consumidor

En esta sección se presentan algunas funciones que modelan la demanda del consumidor, en las cuales se trata de incorporar las propiedades básicas de las funciones de la demanda.

Análisis de Stone. El punto inicial del estudio comienza con la función de demanda logarítmica:

$$\log q_i = \alpha_i + e_i \log x + \sum_{k=1}^n e_{ik} \log p_k \quad \dots \dots \dots (8)$$

Donde e_i es la elasticidad del gasto total, y e_{ik} son las elasticidades precio cruzadas del k -ésimo precio respecto a la i -ésima demanda. A fin de poder hacer estimaciones, se requiere una serie de restricciones. Stone descompone las elasticidades cruzadas de acuerdo con la ecuación de Slutsky, obteniendo:

$$e_{ik} = e^*_{ik} - e_i w_k \quad \dots \dots \dots (9)$$

Donde e^*_{ik} son las elasticidades precio cruzadas compensadas, y w_k es la participación en el presupuesto. Al sustituir (9) en (8), se tiene:

$$\log q_i = \alpha_i + e_i \left\{ \log x - \sum_{k=1}^n w_k \log p_k \right\} + \sum_{k=1}^n e^*_{ik} \log p_k \quad \dots \dots \dots (10)$$

Puede observarse que la expresión $\sum w_k \log p_k$ se aproxima al logaritmo de un índice general de precios ($\log P$), en este sentido, (10) se convierte:

$$\log q_i = \alpha_i + e_i \log (x/P) + \sum_{k=1}^n e^*_{ik} \log p_k \quad \dots \dots \dots (11)$$

Esta ecuación proporciona la demanda en términos de gasto real y de precios compensados. Stone refuerza la restricción de homogeneidad, la cual se escribe:

$$\sum_{k=1}^n e^*_{ik} = 0$$

Esta restricción puede ser utilizada para deflactar los precios de (11) por el índice general P , por tanto (11) es equivalente a:

$$\log q_i = \alpha_i + e_i \log (x/P) + \sum_{k \in K}^n e_{ik}^* \log (p_k/P) \dots \dots (12)$$

Nótese que el rango de la suma es restringida a algún conjunto K de bienes sustitutos y complementarios “ceranos”. La ecuación (12) es la base para la mayoría de los análisis de la demanda de Stone.

El modelo Rotterdam. Sea la siguiente función de demanda logarítmica:

$$\log q_i = \alpha_i + e_i \log x + \sum_{j=1}^n e_{ij} \log p_j$$

A la cual se le obtiene el diferencial total:

$$d \log q_i = e_i d \log x + \sum_{j=1}^n e_{ij} d \log p_j \dots \dots \dots (13)$$

Nuevamente, la descomposición de Slutsky es empleada para escribir $e_{ij} = e_{ij}^* - e_i w_j$, para las elasticidades precio cruzadas compensadas (e_{ij}^*), de tal manera que (13) se convierte:

$$d \log q_i = e_i (d \log x - \sum w_k d \log p_k) + \sum_{j=1}^n e_{ij}^* d \log p_j \dots \dots \dots (14)$$

En (14), no se impone inmediatamente la restricción de simetría, debido a que esta restricción involucra la variable de participación en el presupuesto o gasto. Esto se puede evitar al multiplicar (14) por la participación en el gasto w_i , obteniendo:

$$w_i d \log q_i = b_i d \log \bar{x} + \sum_{j=1}^n c_{ij} d \log p_j \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

$$d \log \bar{x} = d \log x - \sum w_k d \log p_k = \sum w_k d \log q_k \dots \dots \dots (16)$$

$$b_i = w_i e_i = p_i \frac{\partial q_i}{\partial x} \dots \dots \dots (17)$$

$$c_{ij} = w_i e_{ij}^* = \frac{p_i p_j s_{ij}}{x}$$

Donde s_{ij} es el i-j-ésimo elemento de la matriz de sustitución de Slutsky. La primer igualdad en (16) es la definición de $d \log \bar{x}$; la segunda procede de la restricción de presupuesto. La cantidad $d \log \bar{x}$ debe ser considerado un índice que representa el cambio proporcional en el gasto real total. También se le puede considerar como una medida del cambio de la utilidad,

dado que representa una demanda Hicksiana. La ecuación (17) muestra que $b_i = w_i e_i$ es la propensión marginal a gastar en el i -ésimo bien.

La aditividad requiere que las propensiones marginales a gastar en cada bien sumen la unidad y que el efecto neto de un cambio en el precio sobre el presupuesto sea cero. Al emplear las definiciones de b_i y c_{ij} , se tienen las restricciones de aditividad:

$$\sum_k b_k = 1; \sum_k c_{kj} = 0$$

El modelo Rotterdam será homogéneo si para toda j :

$$\sum_k c_{jk} = 0$$

Esta restricción puede ser impuesta y probada ecuación por ecuación. La simetría de la matriz de sustitución implica que la matriz C sea simétrica; por tanto, para toda i y j :

$$c_{ij} = c_{ji}$$

Finalmente, dado que todos los precios son positivos, C será positiva semidefinida si y solo si S es negativa semidefinida.

El modelo AIDS. Sea el siguiente modelo que relaciona al valor de las participaciones en el gasto con los logaritmos del gasto total:

$$w_i = \alpha_i + \beta_i \log x \dots \dots \dots (18)$$

Para usar este modelo en el análisis de series de tiempo, se debe extender el modelo para incluir los efectos de los precios. En este sentido, los parámetros α y β se pueden hacer funciones de los precios de diversas maneras. Como un primer paso, note que la función de costo definida por:

$$\log c(u, p) = a(p) + ub(p) \dots \dots \dots (19)$$

Donde $a(p)$ y $b(p)$ son funciones de precios, que siempre dan lugar a demandas de la forma (18). Ahora, defínase:

$$a(p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_\ell \gamma_{k\ell}^* \log p_k \log p_\ell \dots \dots \dots (20)$$

$$b(p) = \beta_0 \prod p_k^{\beta_k} \dots \dots \dots (21)$$

Donde α , β y γ^* son los parámetros. Se puede comprobar que para que la función de costo $c(u, p)$ sea homogénea en p , debe cumplir:

$$\sum_1^n \alpha_k = 1, \sum_k \gamma_{k\ell}^* = \sum_\ell \gamma_{k\ell}^* = \sum_1^n \beta_k = 0$$

Si (20) y (21) se sustituyen en (19), se tiene:

$$\log c(u, p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_\ell \gamma_{k\ell}^* \log p_k \log p_\ell + u\beta_0 \Pi p^{\beta_k}$$

De la expresión anterior, las participaciones del gasto w_i pueden ser derivadas de la siguiente manera: $w_i = \partial \log c / \partial \log p_i$, lo cual resulta después de la sustitución de u :

$$w_i = \alpha_0 + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \beta_i \log (x/P) \dots \dots \dots (22)$$

Donde P es un índice de precios definido por:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log (p_k) + \frac{1}{2} \sum_k \sum_\ell \gamma_{k\ell} \log p_k \log p_\ell \dots \dots \dots (23)$$

Y los parámetros γ están definidos por:

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{2}(\gamma_{ij}^* + \gamma_{ji}^*) = \gamma_{ji} \dots \dots \dots (24)$$

El modelo definido por las ecuaciones (22), (23) y (24) es el modelo de demanda casi ideal (AIDS, por sus siglas en ingles) de Deaton & Muellbauer (1980). La ecuación (22) se considera como la aproximación de primer orden a la relación general entre w_i , $\log x$ y los $\log p_j$. A semejanza del modelo Rotterdam, las restricciones teóricas sobre (22) aplican directamente a los parámetros:

La *aditividad* requiere que para toda j :

$$\sum_k \alpha_k = 1, \sum_k \beta_k = 0 \sum_k \gamma_{kj} = 0$$

La *homogeneidad* es satisfecha si y solo si para toda j :

$$\sum_k \gamma_{jk} = 0$$

La *simetría* es satisfecha dado que:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

Las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría están implícitas en la maximización de la utilidad; por otra parte, la aditividad y la homogeneidad se derivan de las restricciones de la función de costo $c(u, p)$, vistas previamente. La restricción de simetría se deriva de (24). Sin embargo, la estimación sin restricciones del modelo (22) solo puede satisfacer la restricción de

aditividad, por tanto el modelo AIDS ofrece la oportunidad de probar la homogeneidad y simetría al imponer estas restricciones al modelo.

El modelo AIDS posee algunas propiedades deseables: 1) es una aproximación de primer orden para cualquier sistema de demanda, 2) satisface los axiomas de la preferencia, 3) se agrega sobre los consumidores, 4) tiene una forma funcional consistente con los datos del gasto familiar y, 5) es una representación flexible de un sistema de demanda arbitrario.

Sin embargo, algunas de la principales razones de su popularidad son que el agregador de precios P en la ecuación (22), puede ser reemplazado por un índice de precios, de tal manera que se obtiene un sistema de demanda lineal en la etapa de estimación. Para obtener el sistema AIDS lineal, Deaton y Muellbauer (1980) proponen reemplazar P de (1) por el índice de precios Stone P^s , el cual se define como:

$$\text{Log}(P^s) = \sum_{i=1}^n w_{it} \log(p_{it})$$

Debido a que el índice Stone no satisface la propiedad de invariabilidad ante los cambios de la unidad de medida, Moschini (1995) propone sustituir a P por el índice Tornqvist (P^T) que es una aproximación discreta al índice Divisia:

$$\text{Log}(P_t^T) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (w_{jt} + w_{jt}^0) \log(p_{jt}/p_{jt}^0)$$

3.2 Estimación empleando el modelo AIDS

3.2.1 Características del modelo AIDS

Al emplear el índice de precios Stone, el modelo AIDS se linealiza. Si además se le agrega el subíndice "t" para denotar series de tiempo y se le incluye un término de error, puede ser empleado para estimación econométrica:

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \log p_{jt} + \beta_i \log (x_t/P^s) + \mu_{it} \quad (i = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, T)$$

El modelo puede escribirse de manera matricial como sigue: $Y = X\beta + \mu$.

Donde: (los subíndices de las matrices denotan su rango):

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}_{(Txm) \times 1}; \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & X_m \end{bmatrix}_{(Txm) \times \sum \beta}; \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix}_{(Txm) \times 1}; \quad \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix}_{(Txm) \times 1}$$

Por otra parte, los elementos de la matriz $\mathbf{X}$ (que es diagonal por bloques) se pueden escribir de la siguiente manera:

$$X_i = \begin{bmatrix} 1 & \ln(p_1) & \ln(p_2) & \dots & \ln(p_n) & MR \\ 1 & \ln(p_1) & \ln(p_2) & \dots & \ln(p_n) & MR \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & \ln(p_1) & \ln(p_2) & \dots & \ln(p_n) & MR \end{bmatrix}_{(Txk)}$$

Además, $MR = x_t/P^s$ y $x_t = \sum P_{it}Q_{it}$.

El modelo AIDS linealizado puede escribirse: $\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mu$, con valores muestrales de los errores que se distribuyen normalmente con media:

$$E(\mu) = 0$$

Y varianza:

$$E(\mu\mu') = \begin{bmatrix} E(U_1U_1) & E(U_1U_2) & \dots & E(U_1U_m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(U_mU_1) & E(U_mU_2) & \dots & E(U_mU_m) \end{bmatrix}_{(mxt) \times (mxt)}$$

$$E(\mu\mu') = \begin{bmatrix} \sigma^2_{11}I & \sigma^2_{12}I & \dots & \sigma^2_{1m}I \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma^2_{m1}I & \sigma^2_{m2}I & \dots & \sigma^2_{mm}I \end{bmatrix} = \Sigma \otimes I_{(TxT)}^6$$

Resumiendo:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mu,$$

$$E(\mu) = 0$$

$$E(\mu\mu') = \Sigma \otimes I = \Omega$$

Por tanto, en este caso es necesario emplear para la estimación de los parámetros β al estimador de mínimos cuadrados generalizados de Aitken. Esto es:

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

⁶ El símbolo $\otimes$ denota producto kroeneker.

En general, la matriz de varianzas y covarianzas de los errores Ω es desconocida. Por tanto, es necesario sustituir a Ω por un estimador consistente, es decir por $\hat{\Omega}$. Para esto, en primer lugar se obtienen las estimaciones con MCO y se utilizan los residuos resultantes para construir a $\hat{\Omega}$. La siguiente etapa consiste en sustituir por Ω por $\hat{\Omega}$. Por tanto el estimador de β será:

$$\tilde{\beta} = [X' \hat{\Omega}^{-1} X]^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} Y$$

Se empleó el método SUR (seemingly unrelated regression) de regresiones aparentemente no relacionadas, para la estimación de los parámetros. El modelo fue estimado imponiendo las restricciones de simetría y homogeneidad. Debido a la restricción de aditividad, la matriz contemporánea de covarianzas es singular, y por tanto, una ecuación fue borrada del sistema, en este caso el agregado. Los parámetros estimados son los mismos sin importar que ecuación es la omitida.

Debe observarse, que al presentarse diversos problemas relacionados con autocorrelación serial, se consideró necesario emplear alternativas para solucionar estos problemas, por tanto, se presenta a continuación una discusión sobre el particular.

3.2.2. Autocorrelación serial

Cuando los términos de error de los diferentes periodos (por lo general adyacentes) están correlacionados, se afirma que el termino de error está serialmente correlacionado. La correlación serial ocurre en los estudios de series de tiempo cuando los errores asociados con las observaciones de un periodo dado, son llevados a periodos de tiempo posteriores o futuros. La correlación serial no afecta la consistencia o el insesgo de los estimadores de la regresión basados en el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); sin embargo, si afecta su eficiencia. Por ejemplo, para el caso de correlación serial positiva (el más común en los estudios de series de tiempo), la pérdida de eficiencia será disfrazada por hecho de que los estimadores de los errores estándar obtenidos con MCO serán más pequeños de lo que en realidad son. Este hecho podría llevar a la conclusión de que los estimadores de los parámetros son más precisos de lo que en realidad son.

Para ilustrar lo anterior, considérese el siguiente modelo:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + e_t, \text{ donde } 0 \leq \rho < 1$$

Donde $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$, y es independiente de otros errores en el tiempo e independiente de ε . Por otra parte, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$, pero no es independiente de otros errores en el tiempo. Se puede demostrar que⁷:

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma^2_\varepsilon = \sigma^2_\varepsilon / (1 - \rho^2)^8 \text{ y que:}$$

$\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}) = E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}) = \rho\sigma^2_\varepsilon / (1 - \rho^2)$, lo cual generalizado para diversos periodos resulta:

$$\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-s}) = E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-s}) = \rho^s \sigma^2_\varepsilon / (1 - \rho^2),$$

Por tanto, ρ es el coeficiente de correlación entre los errores del periodo t y del periodo $t-1$. Cuando $\rho = 0$, no existe correlación serial de primer orden, mientras que un valor grande de ρ implica la existencia de correlación serial de primer orden.

Una solución propuesta es empleando el método de las *primeras diferencias*, el cual realiza una transformación de los datos originales de $Y \wedge X$, en sus primeras diferencias, esto es:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t \dots \dots (25)$$

$$Y_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 X_{1t-1} + \beta_2 X_{2t-1} + \dots + \beta_k X_{kt-1} + \varepsilon_{t-1} \dots \dots (26)$$

Restando (26) de (25) resulta:

$$(Y_t - Y_{t-1}) = \beta^{**} + \beta_1(X_{1t} - X_{1t-1}) + \beta_2(X_{2t} - X_{2t-1}) + \dots + \beta_k(X_{kt} - X_{kt-1}) + v_t$$

Nótese que: $\beta^{**} = 0$ y que $v_t = \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$. Debe observarse que como supuesto básico de este método es que el valor real de ρ es cercano a la unidad. Una implicación es que β no puede estimarse con este método.

Además del método de primeras diferencias, en este trabajo se revisan otras alternativas, tales como *estimar a* ρ , para el caso particular de un esquema autorregresivo de primer orden.

Considérese el siguiente modelo de regresión:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t \dots \dots (27)$$

Al cual se expresa rezagado un periodo y multiplicado por ρ , el coeficiente de autocorrelación serial (ecuación 28):

$$\rho Y_{t-1} = \rho\beta_0 + \rho\beta_1 X_{1t-1} + \rho\beta_2 X_{2t-1} + \dots + \rho\beta_k X_{kt-1} + \rho\varepsilon_{t-1} \dots \dots (28)$$

Al restarle (28) a (27), se tiene:

$$(Y_t - \rho Y_{t-1}) = \beta_0(1 - \rho) + (\beta_1 X_{1t} - \rho\beta_1 X_{1t-1}) + \dots + (\beta_k X_{kt} - \rho\beta_k X_{kt-1}) + (\varepsilon_t - \rho\varepsilon_{t-1})$$

⁷ Véase Kmenta, 1977.

⁸ Al aplicarse directamente MCO, no se producirán los mejores estimadores lineales insesgados para los parámetros, dado que $\text{Var}(\varepsilon_t) \neq I_n \sigma^2$

Con lo cual se obtiene:

$$Y'_t = \beta'_0 + \beta_1 X'_{1t} + \beta_2 X'_{2t} + \dots + \beta_k X'_{kt} + v_t \dots \dots (30)$$

Donde:

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

$$X'_{1t} = X_{1t} - \rho X_{1t-1}$$

$$X'_{2t} = X_{2t} - \rho X_{2t-1}$$

$$\dots \dots \dots$$

$$X'_{kt} = X_{kt} - \rho X_{kt-1}$$

$$v_t = \varepsilon_t - \rho \varepsilon_{t-1}$$

Por tanto el modelo (30) es un modelo clásico de regresión múltiple, y los estimadores de los parámetros pueden obtenerse mediante MCO. Los estimadores en estas condiciones presentan la característica de ser los mejores estimadores lineales insesgados, sin embargo están estimados sobre n-1 observaciones. El procedimiento empleado en SAS es mediante la instrucción AUTOREG, para un rezago (nlag=1).

Prueba de autocorrelación serial Durbin - Watson

Al tenerse una serie de tiempo: $\{y_1, y_2, \dots, y_t\}$, la correlación entre la serie actual y la serie retrasada un periodo, define la autocorrelación de primer orden. Si ρ es el coeficiente de correlación verdadero entre $\{y_t\}$ ^ $\{y_{t-1}\}$, entonces es posible probar que:

$$H_0: \rho = 0 \text{ vs. } H_a: \rho > 0$$

La estadística de Durbin – Watson (DW) proporciona un método de prueba, la cual esta definida por:

$$DW = \left[\sum_{t=1}^{n-1} (\hat{u}_{t+1} - \hat{u}_t)^2 \right] / \left(\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2 \right)$$

Donde $\hat{u}_t$ son los residuales estimados de $u_t = y_t - \hat{y}_t$

Después de hacer algunas aproximaciones, se puede demostrar que $DW = 2(1 - \hat{\rho})$, así, cuando no hay correlación serial el valor de será cercano a 2 ($\rho = 0$), y la estadística DW será cercana a cero. La correlación serial positiva esta asociada con valores de DW por debajo de 2 y la correlación serial negativa con valores de DW por arriba de 2. De manera más precisa, los

autores (J. Durbin y G. S. Watson) construyeron una tabla de valores de distribución, para la cual se presentan dos límites d_L y d_U , tales que:

- i) Si $DW < d_L$, entonces se rechaza $H_0: \rho = 0$, a favor de $H_a: \rho > 0$, la correlación serial positiva está presente
- ii) Si $DW > d_U$, entonces no se rechaza $H_0: \rho = 0$, no existe autocorrelación serial.
- iii) Si $d_L < DW < d_U$, el resultado no lleva a ninguna conclusión.

3.2.3 Cálculo de las elasticidades

A fin de obtener los parámetros deseados de las elasticidades precio propias, cruzadas y del gasto, se emplearon las siguientes ecuaciones:

$\epsilon_{ii} = \gamma_{ii}/w_i - \beta_i - 1$	Elasticidades precio propias Marshallianas
$\delta_{ii} = \gamma_{ii}/w_i - w_i - 1$	Elasticidades precio propias Hicksianas
$\epsilon_{ij} = \gamma_{ij}/w_i - \beta_i (w_j/w_i)$	Elasticidades precio cruzadas Marshallianas
$\delta_{ij} = \gamma_{ij}/w_i + w_j$	Elasticidades precio cruzadas Hicksianas
$\eta_i = 1 + \beta_i/w_i$	Elasticidades del gasto

Donde γ_{ij} y β_i son los estimadores de los parámetros del modelo AIDS (22), y w_i es la proporción del gasto para cada i -ésimo grupo de productos (canasta). La caracterización de las elasticidades se basó en las siguientes expresiones derivadas de la teoría de la demanda:

Para las elasticidades precio propias de la demanda:

- ϵ_{ii} ó $\delta_{ii} > 1 \Rightarrow$ Bienes cuya demanda es elástica
- ϵ_{ii} ó $\delta_{ii} < 1 \Rightarrow$ Bienes cuya demanda es inelástica
- ϵ_{ii} ó $\delta_{ii} = 1 \Rightarrow$ Bienes con demanda unitaria

Para las elasticidades cruzadas de la demanda:

- ϵ_{ij} ó $\delta_{ij} > 0 \Rightarrow$ Son bienes sustitutos
- ϵ_{ij} ó $\delta_{ij} < 0 \Rightarrow$ Son bienes complementarios
- ϵ_{ij} ó $\delta_{ij} = 0 \Rightarrow$ Son bienes indiferentes

Para las elasticidades del gasto (equivalentes a las del ingreso):

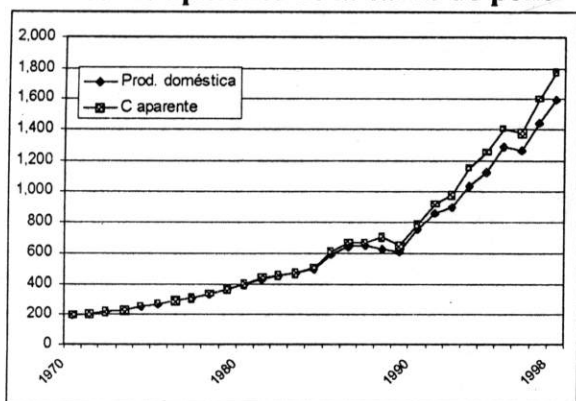
- $\eta_i < 0 \Rightarrow$ Son bienes inferiores
- $0 < \eta_i < 1 \Rightarrow$ Son bienes normales
- $\eta_i > 1 \Rightarrow$ Son bienes superiores o de lujo

3.3 Análisis de los datos empleados

3.3.1 Datos utilizados para las estimaciones

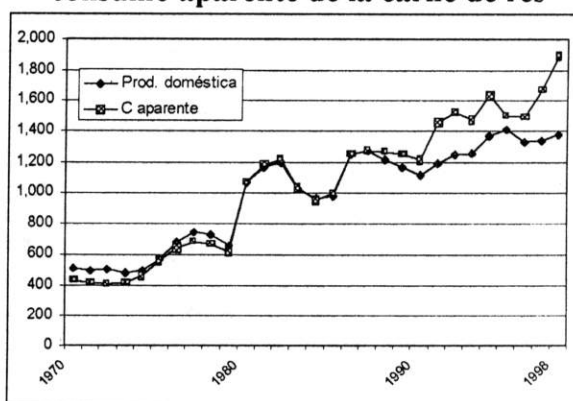
Para la estimación del modelo AIDS y de las elasticidades se emplearon los datos de producción de carne bovina, de pollo, cerdo y huevo reportada por el Centro de Estadística Agropecuaria de la SAGAR, así como los datos de comercio de FAOSTAT de la página de la FAO, para el periodo de 1970 a 1998. Las figuras 3-2 al 3-5 muestran la evolución de la producción y del consumo aparente (sumadas las importaciones y restando las exportaciones a la producción doméstica) de los cuatro productos estudiados. Como se observa, las diferencias en estos aspectos son notables para la carne de pollo, res y cerdo; mientras que para el huevo, prácticamente no hay una diferencia notable. Se consideró necesario incluir los datos de importaciones y exportaciones a los datos de producción doméstica, debido a que en la década de los 90's los flujos de importaciones de estos productos han sido considerables, merced de la apertura comercial del país. Finalmente, la figura 3-6 presenta la evolución de los precios pagados al productor de los cuatro productos. Como se observa, la mayor volatilidad en los precios está relacionada con la carne de res, pollo y cerdo, es decir con los productos cuya importación en la década de los 90's ha sido muy destacada.

Figura 3-2. Producción doméstica y consumo aparente de la carne de pollo



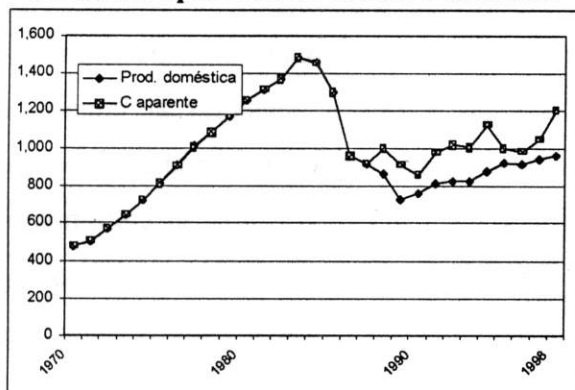
Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT. Millones de toneladas.

Figura 3-3. Producción doméstica y consumo aparente de la carne de res



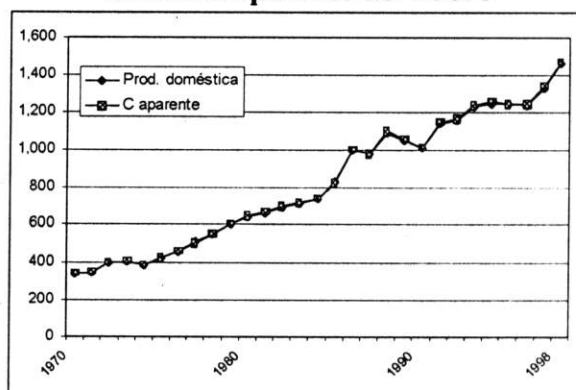
Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT. Millones de toneladas.

Figura 3-4. Producción doméstica y consumo aparente de la carne de cerdo



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT. Millones de toneladas.

Figura 3-5. Producción doméstica y consumo aparente del huevo



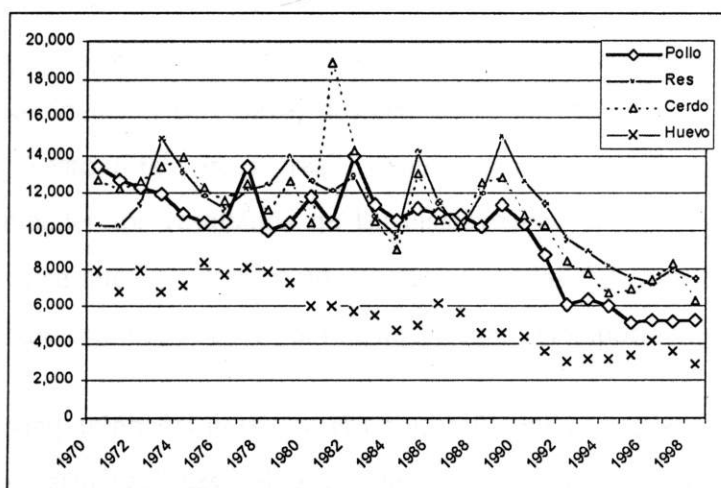
Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT. Millones de toneladas.

Debe observarse que uno de los supuestos para el empleo de estos datos fue que se considera que la producción doméstica (restándole las exportaciones mas las importaciones) se consume completamente, y por tanto, existe un margen constante de comercialización. Esto es:

$$Q_{Pi} + Q_{Mi} - Q_{Xi} = Q_{Ci} \Rightarrow \text{Lo que se produce se consume y;}$$

$P_c = (1 + \theta) P_p \Rightarrow$ El precio al consumidor es igual al precio al productor más una constante “ θ ”, que es el margen de comercialización constante.

Figura 3-6. Evolución de los precios (constantes) pesos por tonelada (1994=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR

Por otra parte, en el modelo se eliminó una quinta ecuación, debido a que como resultado de la restricción de aditividad ($\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$), implica que de las n-ecuaciones del sistema, sólo n-1 son linealmente independientes, de tal manera que para evitar la singularidad de la matriz $\Sigma \otimes I$, se eliminó la ecuación correspondiente a la agregación de precios y cantidades de los productos de la canasta (papa, arroz, maíz, lenteja, frijol, leche, carne de ovinos y caprinos). Se considera necesario definir la manera en como se realizó esta agregación. La columna de precios para la agregación de productos fue definida como el índice de precios Fisher, el cual es la media aritmética de:

$$\text{Índice de precios Laspeyres} = \frac{\sum P_{it} Q_{i0}}{\sum P_{i0} Q_{i0}}; \text{ y el índice de precios Passche} = \frac{\sum P_{it} Q_{it}}{\sum P_{i0} Q_{it}}$$

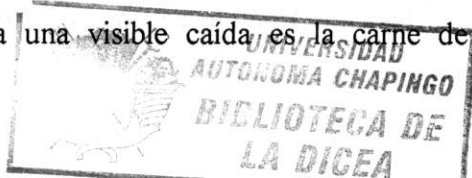
Por otra parte, la columna de cantidades agregada fue el resultado de la suma de las multiplicaciones de precios y cantidades de los 8 productos, y el resultado dividido por el índice Fisher.

3.3.2 Análisis de la participación en el gasto de los productos en estudio

En esta sección se presenta una análisis gráfico del comportamiento de las participaciones del gasto (w_i) de los cuatro productos bajo estudio considerando 3 elementos: el tiempo, los logaritmos de sus precios y con relación al gasto total. Como se observó previamente, los productos bajo consideración son la carne de pollo, de res, de cerdo y huevo; que en conjunto con otras carnes como la ovina y caprina, la leche y algunos cereales y granos como frijol, arroz, maíz, la lenteja y la papa, constituyen la canasta típica del consumidor mexicano.

El análisis que a continuación se realiza, designa la participación en el gasto de los cuatro productos sobre el gasto total que se realiza sobre esta canasta. La observación de estas gráficas permite entender los resultados de las elasticidades obtenidas mediante el modelo AIDS. Debe observarse que las participaciones están tomadas del consumo nacional aparente para los productos bajo estudio, es decir, donde intervienen las importaciones y exportaciones.

Gráficas de la participación del gasto en el tiempo. Como se puede observar en las figuras 3-7 a la 3- 10, las participaciones del gasto de los cuatro productos es muy variable. En particular, se observa una tendencia creciente para la carne de pollo, mientras que el producto cuya la participación observa una visible caída es la carne de cerdo. Por otra parte, la



participación de la carne de res presenta variaciones aunque con una tendencia ligeramente creciente. Finalmente el huevo, es el producto cuya participación en el gasto es la que presenta marcadas oscilaciones, las cuales ante la ausencia de importaciones, puede reflejar sus ciclos productivos.

Figura 3-7. Participación del gasto de la carne de pollo en el tiempo

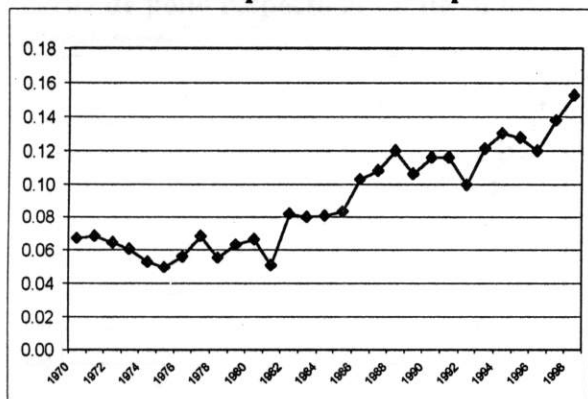
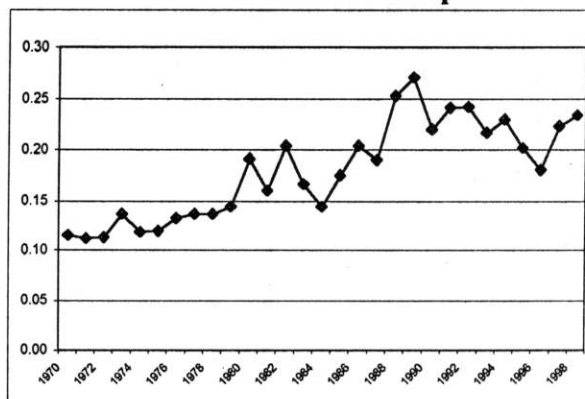


Figura 3-8. Participación del gasto de la carne de res en el tiempo



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT.

Figura 3-9. Participación del gasto de la carne de cerdo en el tiempo

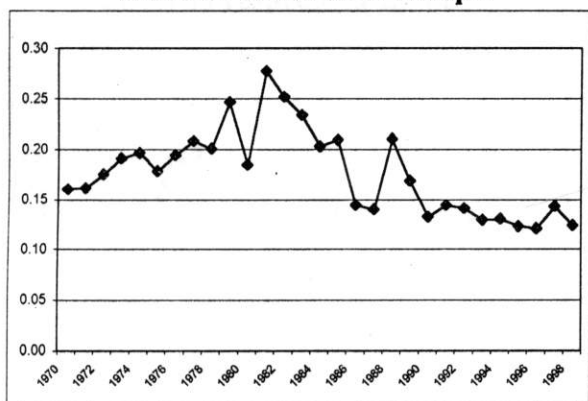
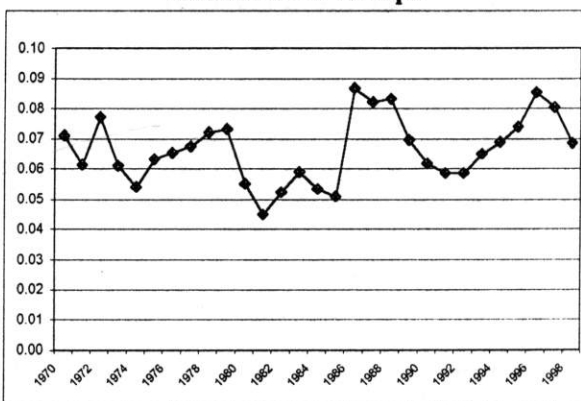


Figura 3-10. Participación del gasto del huevo en el tiempo



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT.

Gráficas de la participación del gasto vs el logaritmo de su precio. El modelo AIDS relaciona a la participación del gasto (w_i), en función de los logaritmos de los precios propios como de los precios de otros productos relacionados. Las graficas 3-11 a la 3-14, expresa estas relaciones de las participaciones del gasto de la carne de pollo, res, cerdo y huevo respecto al logaritmo de sus precios propios. Como se observa, solo en el caso de la carne de pollo se

destaca una clara correlación entre las dos variables involucradas. Esta correlación también es notable en la gráfica de la carne de res, sin embargo se puede intuir que se tiene cierta heterocedasticidad. Finalmente, en las gráficas 3-13 y 3-14 la correlación entre las variables es menor, resultando en menores ajustes del modelo.

Figura 3-11. Participación del gasto de la carne de pollo respecto al Ln de su precio

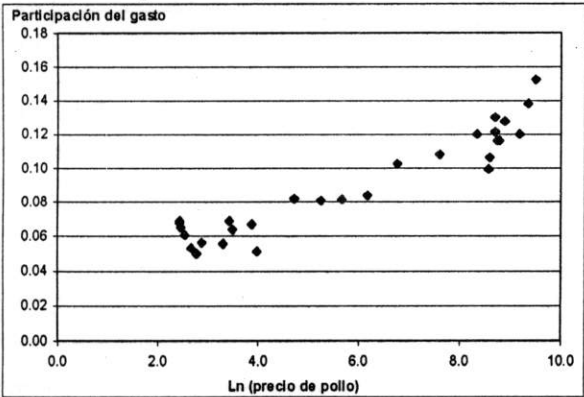
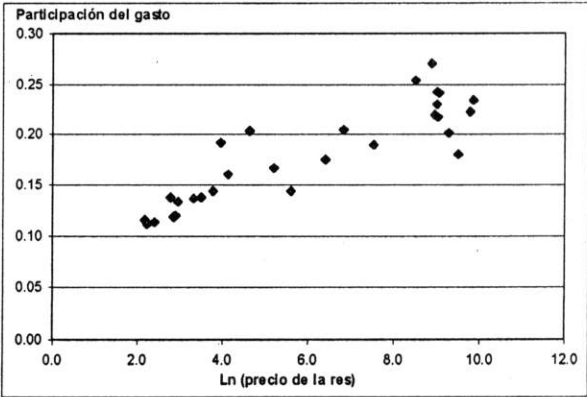


Figura 3-12. Participación del gasto de la carne de res respecto al Ln de su precio



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT.

Figura 3-13. Participación del gasto de la carne de cerdo respecto al Ln de su precio

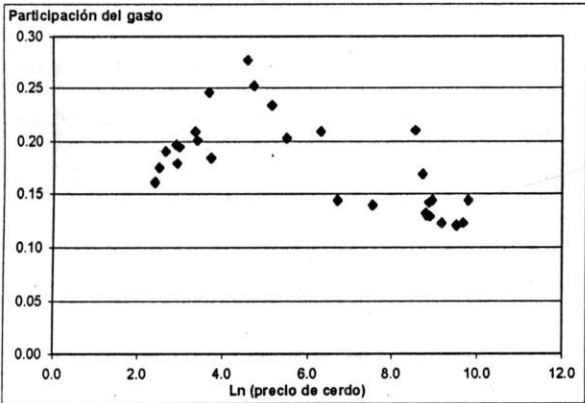
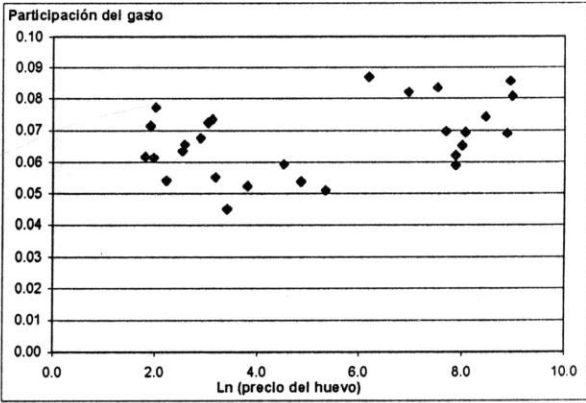


Figura 3-14. Participación del gasto del huevo respecto al Ln de su precio



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT.

Gráficas de participaciones del gasto vs gasto total. El modelo AIDS relaciona a las participaciones del gasto (w_i) en función del gasto total (el cual es deflactado por un índice de precios; el cual para este trabajo se consideró el índice Divisia). Este gasto total considera al conjunto total de productos de la canasta típica mexicana. Para los cuatro productos bajo

análisis, se observa que no existe un buen ajuste entre las variables involucradas; asimismo, se nota que se presentan casos de heterocedasticidad.

Figura 3-14. Participación del gasto de la carne de pollo respecto al gasto total

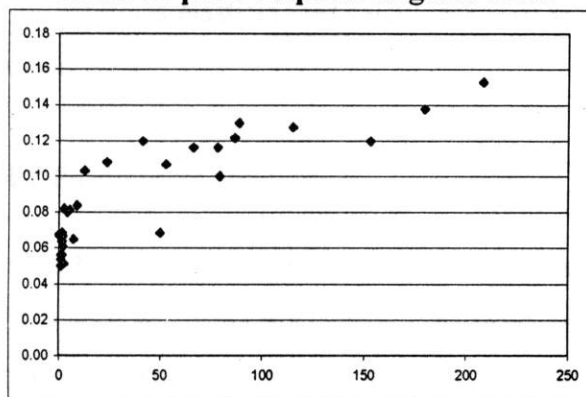
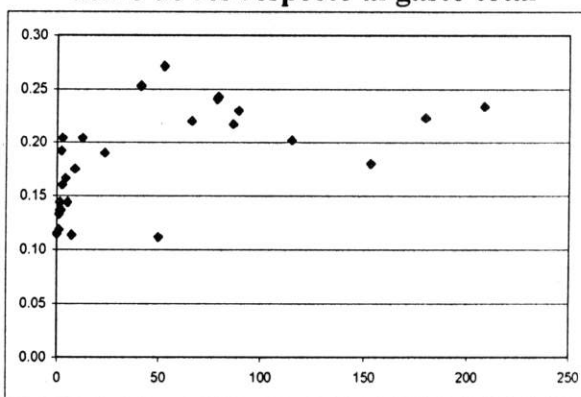


Figura 3-14. Participación del gasto de la carne de res respecto al gasto total



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT.

Figura 3-14. Participación del gasto de la carne de cerdo respecto al gasto total

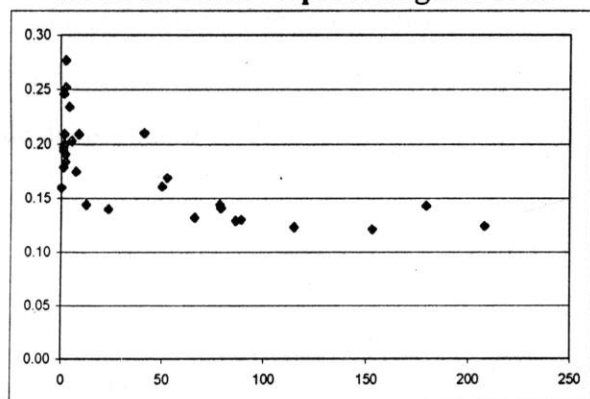
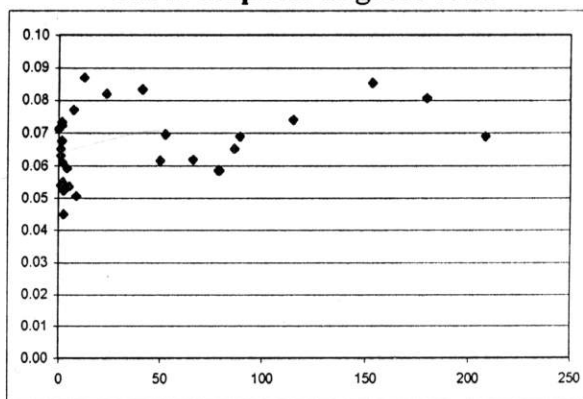


Figura 3-14. Participación del gasto del huevo respecto al gasto total



Fuente: Elaboración propia con datos de CEA-SAGAR y FAOSTAT.

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de los parámetros estimados con el modelo AIDS, considerando las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría. Posteriormente se presentan las elasticidades calculadas y se realiza una comparación con los resultados de otros trabajos.

4.1 Parámetros estimados

4.1.1 Estimadores con índice Stone y Divisia

El cuadro 4-1, presenta a los estimadores de los parámetros empleando el procedimiento SUR con el índice Stone y bajo la imposición de las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría. Puede observarse que 25 de los 35 estimadores resultaron significativos a un 95% de confiabilidad. Asimismo, el cuadro 4-1 muestra los valores calculados del estadístico D-W, los cuales están por debajo o cercanos a la unidad. De acuerdo con las tablas de distribución D-W (Kmenta, 1977), para un 1% de significancia, y considerando 28 observaciones y 5 regresores (incluyendo el término constante), se tiene un límite inferior, $d_L = 0.83$ y un límite superior $d_U = 1.62$. En este sentido, dos valores están en la zona de indeterminación y tres están por debajo de d_L , por tanto estos presentan autocorrelación serial positiva.

Cuadro 4-1. Parámetros estimados con el índice Stone

	α_i			γ_{ij}			β_i	
	Intercepto	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	LXR	D-W
Pollo	-2.57459*	0.05741*	0.06024*	0.01750	0.00311	-0.13826*	0.14038*	0.652
	0.17797	0.01035	0.00946	0.01130	0.00438	0.01321	0.00952	
Res	-3.23864*	0.06024*	0.21372*	-0.01902	0.02007*	-0.27501*	0.16681*	1.085
	0.27519	0.00946	0.02028	0.01972	0.00493	0.02196	0.01517	
Cerdo	1.15872*	0.01750	-0.01902	0.06866*	-0.00502	-0.06211*	-0.06747*	0.317
	0.43983	0.01130	0.01972	0.03435	0.00509	0.03253	0.02430	
Huevo	-0.60604*	0.00311	0.02007*	-0.00502	0.04734*	-0.06551	0.03303*	0.735
	0.09079	0.00438	0.00493	0.00509	0.00410		0.00473	
Agregado^{1/}	6.26056*	-0.13826*	-0.27501*	-0.06211*	-0.06551	0.54089*	-0.27275*	1.127
	0.52947	0.01321	0.02196	0.03253		0.04244	0.02884	

Notas: Los valores abajo del parámetro estimado son el error estándar estimado.

*/ Significancia mayor a 5%. 1/ Es la agregación de los productos: papa, arroz, maíz, lenteja, frijol, leche, carne de ovinos y caprinos.

El cuadro 4-2 presenta los estimadores empleando el procedimiento SUR con el índice Divisia, bajo las condiciones de homogeneidad, aditividad y simetría impuestas. Como puede observarse, 29 de los 35 estimadores resultaron significativos a un 5% de confiabilidad. Nuevamente, se presentan problemas de autocorrelación serial, dado que tres valores calculados de D-W están por debajo de la unidad y por debajo de $d_L = 0.83$, y dos valores están en la zona de indeterminación.

Cuadro 4-2. Parámetros estimados con el índice Divisia

	α_i			γ_{ij}			β_i	
	Intercepto	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	LXR	D-W
Pollo	-1.60484*	0.03962*	0.02312*	-0.01143	-0.00112	-0.05018*	0.08831*	0.316
	0.11159	0.00921	0.01002	0.01102	0.00412	0.01049	0.00598	
Res	-2.29094*	0.02312*	0.13855*	-0.03915*	0.01413*	-0.13664*	0.12068*	1.001
	0.18823	0.01002	0.02311	0.01873	0.00550	0.02010	0.01049	
Cerdo	0.87776*	-0.01143	-0.03915*	0.12482*	-0.01845*	-0.05579*	-0.04725*	0.232
	0.22020	0.01102	0.01873	0.02618	0.00521	0.02113	0.01204	
Huevo	-0.55417*	-0.00112	0.01413*	-0.01845*	0.06090*	-0.05546	0.02981*	0.608
	0.06440	0.00412	0.00550	0.00521	0.00452		0.00330	
Agregado^{1/}	4.57219*	-0.05018*	-0.13664*	-0.05579*	-0.05546	0.29807*	-0.19155*	1.095
	0.24542	0.01049	0.02010	0.02113		0.02783	0.01335	

Notas: Los valores abajo del parámetro estimado son el error estándar estimado.

*/ Significancia mayor a 5%. 1/ Es la agregación de los productos: papa, arroz, maíz, lenteja, frijol, leche, carne de ovinos y caprinos.

Al tenerse problemas de autocorrelación serial positiva, se emplearon dos métodos para solucionarlos, los cuales se presentan a continuación. La solución propuesta fue empleando las primeras diferencias con el procedimiento SUR y el índice Stone. En el segundo, se descarto el procedimiento de Mínimos Cuadrados Generalizados en dos etapas y SUR, por el de Mínimos Cuadrados Ordinarios y con un rezago. En ambos casos se mantienen las restricciones del modelo AIDS.

4.1.1 Estimadores mediante el procedimiento de primeras diferencias

El cuadro 4-3 muestra los estimadores de los parámetros bajo las condiciones impuestas de aditividad, homogeneidad y simetría, mediante el procedimiento SYSLIN y SUR de SAS y con las primeras diferencias. Puede observarse que 26 de los 35 parámetros estimados

resultaron significativos, lo que muestra un alto grado de confiabilidad en los estimadores y su capacidad para realizar predicciones.

Cuadro 4-3. Parámetros estimados mediante el procedimiento SUR de las primeras diferencias

	α_i			γ_{ij}			β_i	
	Intercepto	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	LXR	D-W
Pollo	0.00390*	0.07126*	-0.00742	-0.01213*	-0.01078*	-0.04094*	-0.00248	2.025
	0.00112	0.00721	0.00909	0.00629	0.00367	0.00801	0.01195	
Res	0.00510	-0.00742	0.09667*	-0.04538*	-0.01141*	-0.03245	-0.08930*	2.367
	0.00336	0.00909	0.02845	0.01603	0.00488	0.01752	0.03228	
Cerdo	0.00082	-0.01213*	-0.04538*	0.14002*	-0.02273*	-0.05979*	-0.06097*	1.326
	0.00243	0.00629	0.01603	0.01417	0.00365	0.01027	0.02193	
Huevo	0.00184*	-0.01078*	-0.01141*	-0.02273*	0.07147*	-0.02655	-0.03571*	1.528
	0.00059	0.00367	0.00488	0.00365	0.00388		0.00668	
Agregado^{1/}	-0.01166*	-0.04094*	-0.03245	-0.05979*	-0.02655	0.15972*	0.18846*	1.533
	0.00208	0.00801	0.01752	0.01027		0.01634	0.02339	

Notas: Los valores abajo del parámetro estimado son el error estándar estimado.

*/ Significancia mayor a 5%. 1/ Es la agregación de los productos: papa, arroz, maíz, lenteja, frijol, leche, carne de ovinos y caprinos.

Como se puntualizó anteriormente, se empleó el procedimiento de las primeras diferencias para resolver el problema de autocorrelación serial positiva que se presentó en el modelo original. De acuerdo con las tablas de distribución D-W (Kmenta, 1977) y con un 1% de significancia, con 28 observaciones y 5 regresores (incluyendo el término constante), se tiene un límite inferior, $d_L = 0.83$ y un límite superior $d_U = 1.62$. Como se puede observar, para las ecuaciones de pollo y res se resuelve el problema de autocorrelación serial positiva, dado que sus valores de D-W están por arriba del límite superior. Las ecuaciones del huevo y la del gasto, a pesar de estar en la parte indeterminada, presentan un valor es muy cercano al d_U .

4.1.2 Estimadores mediante MCO y un rezago

Al igual que en el caso anterior, el cuadro 4-4 muestra los estimadores de los parámetros obtenidos mediante mínimos cuadrados ordinarios y un rezago. Nuevamente se impusieron los criterios de aditividad, homogeneidad y simetría al modelo para realizar la regresión. Por otra parte, con el rezago de un periodo se tiene un estadístico D-W igual a 1.4339 (el cual estuvo por arriba del valor de 0.6314 que se obtiene sin el rezago de un periodo). Sin embargo, por la

manera de construcción del modelo, se tienen 18 regresores y 28 observaciones, con lo cual no se tienen elementos para consultar las tablas de distribución D-W. Puede observarse que 17 de los 35 estimadores calculados son significativos (95% de significancia).

Cuadro 4-4. Parámetros estimados mediante MCO y un rezago

	α_i			γ_{ij}			β_i
	Intercepto	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	LXR
Pollo	-1.62384*	0.06262*	0.03515	-0.00836	-0.00106	-0.08229*	0.09087*
	0.61220	0.02800	0.02020	0.01780	0.01920	0.03140	0.03320
Res	-1.63542*	0.03515	0.16122*	-0.02896	-0.03200	-0.14628*	0.08823*
	0.52530	0.02020	0.02610	0.01810	0.01820	0.02900	0.02870
Cerdo	0.27936	-0.00836	-0.02896	0.14479*	-0.01259	-0.09427*	-0.02048
	0.55470	0.01780	0.01810	0.02220	0.01700	0.02700	0.03040
Huevo	0.35179	-0.00106	-0.03200	-0.01259	0.06146*	0.05316	-0.01654
	0.57990	0.01920	0.01820	0.01700	0.02570		0.03170
Agregado^{1/}	2.66034*	-0.08229*	-0.14628*	-0.09427*	0.05316	0.26968*	-0.08996*
	0.81080	0.03140	0.02900	0.02700		0.05090	0.04380

Notas: Los valores abajo del parámetro estimado son el error estándar estimado.

*/ Significancia mayor a 5%. 1/ Es la agregación de los productos: papa, arroz, maíz, lenteja, frijol, leche, carne de ovinos y caprinos.

Puede decirse que los procedimientos de primeras diferencias y MCO y un rezago resuelven parcialmente el problema de autocorrelación serial, sin embargo, arrojan estimadores que son muy diferentes entre los métodos propuestos. Esto conduce a proponer maneras de contrastar sus diferencias. Posteriormente se construirán intervalos de confianza para un método y se observará si los estimadores derivados de los otros métodos caen dentro o fuera de dicho intervalo.

4.1.3 Pruebas de aditividad, homogeneidad y simetría

Como se mencionó anteriormente, el modelo AIDS permite el contraste de las restricciones que se le imponen, las cuales se resumen a continuación:

$$\text{Aditividad: } \sum_k \alpha_k = 1; \sum_k \beta_k = 0; \sum_k \gamma_{kj} = 0$$

$$\text{Homogeneidad: } \sum_k \gamma_{jk} = 0$$

$$\text{Simetría: } \gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

En los cuadros 4-1 y 4-2 donde se presentan los estimadores empleando índices diferentes (Stone y Divisia), se puede demostrar que se cumplen completamente las restricciones impuestas al modelo. En contraste, puede observarse que en los cuadros 4-3 y 4-4 donde se presentan soluciones al problema de autocorrelación serial, se puede probar que mantienen las propiedades de homogeneidad y simetría de los parámetros estimados; sin embargo, no se cumple la propiedad de aditividad, debido a que $\sum \alpha_i \neq 1$.

El no cumplimiento de la propiedad de homogeneidad también fue detectada en el trabajo de Mdrafi & Bronsen (1993), que emplearon el procedimiento Cochrane – Orcutt para resolver el problema de autocorrelación serial. En este sentido, cabe confirmar la hipótesis de que al emplear métodos de solución de autocorrelación serial, se violenta la propiedad de homogeneidad en la estimación de demandas mediante el modelo AIDS.

4.1.4 Comparación de los estimadores del modelo AIDS

El cuadro 4-5 presenta los límites superior e inferior de los estimadores del modelo AIDS empleando el índice Divisia. Dichos límites son útiles para contrastarlos con los obtenidos mediante el índice Stone, el de las primeras diferencias y el de MCO y un rezago, y poder así determinar si son significativamente diferentes. El intervalo de confianza para los estimadores fue calculado sobre base de la siguiente expresión:

$$P[\beta - (t_{(\lambda/2), n-k} \text{ gl})(\text{var}\beta)^{1/2} \leq \beta \leq \beta + (t_{(\lambda/2), n-k} \text{ gl})(\text{var}\beta)^{1/2}] = 1 - \lambda = 95\%$$

Donde $t_{(\lambda/2), n-k} \text{ gl}$ indica el valor estadístico de t con $n-k$ grados de libertad (en este caso 28 – 7) que delimita $\lambda/2$ del área de la distribución t en cada extremo. El término $(1 - \lambda)$ indica el área de la distribución en los puntos $-t_{(\lambda/2), n-k}$ y $+t_{(\lambda/2), n-k}$.

Como puede observarse, para un 95% de confiabilidad, se tiene que 14 estimadores con índice Stone, 13 estimadores con el método de primeras diferencias y 20 estimadores con MCO y un rezago caen dentro del intervalo; por tanto, puede afirmarse que los estimadores obtenidos con los cuatro procedimientos son diferentes entre sí. En este sentido, la decisión de emplear los resultados de uno u otro método dependerá de la consistencia de estos estimadores con la teoría económica.

Cuadro 4-5. Intervalos de confianza para los estimadores de los modelos propuestos

Ecuaciones		Índice Divisia	Límite inferior $\beta - (t_{(\alpha/2)} 21gl)(var\beta)^{1/2}$	Límite superior $\beta + (t_{(\alpha/2)} 21gl)(var\beta)^{1/2}$	Índice Stone	Primer diferencia	MCO - un rezago
Pollo	Intercepto	-1.6048	-1.8370	-1.3727	-2.5746	0.0039	-1.6238
	Pollo	0.0396	0.0205	0.0588	0.0574	0.0713	0.0626
	Res	0.0231	0.0023	0.0440	0.0602	-0.0074	0.0351
	Cerdo	-0.0114	-0.0344	0.0115	0.0175	-0.0121	-0.0084
	Huevo	-0.0011	-0.0097	0.0074	0.0031	-0.0108	-0.0011
	Agregado	-0.0502	-0.0720	-0.0284	-0.1383	-0.0409	-0.0823
	LXR	0.0883	0.0759	0.1008	0.1404	-0.0025	0.0909
Res	Intercepto	-2.2909	-2.6825	-1.8994	-3.2386	0.0051	-1.6354
	Pollo	0.0231	0.0023	0.0440	0.0602	-0.0074	0.0351
	Res	0.1385	0.0905	0.1866	0.2137	0.0967	0.1612
	Cerdo	-0.0392	-0.0781	-0.0002	-0.0190	-0.0454	-0.0290
	Huevo	0.0141	0.0027	0.0256	0.0201	-0.0114	-0.0320
	Agregado	-0.1366	-0.1785	-0.0948	-0.2750	-0.0324	-0.1463
	LXR	0.1207	0.0989	0.1425	0.1668	-0.0893	0.0882
Cerdo	Intercepto	0.8778	0.4197	1.3358	1.1587	0.0008	0.2794
	Pollo	-0.0114	-0.0344	0.0115	0.0175	-0.0121	-0.0084
	Res	-0.0392	-0.0781	-0.0002	-0.0190	-0.0454	-0.0290
	Cerdo	0.1248	0.0704	0.1793	0.0687	0.1400	0.1448
	Huevo	-0.0185	-0.0293	-0.0076	-0.0050	-0.0227	-0.0126
	Agregado	-0.0558	-0.0997	-0.0118	-0.0621	-0.0598	-0.0943
	LXR	-0.0472	-0.0723	-0.0222	-0.0675	-0.0610	-0.0205
Huevo	Intercepto	-0.5542	-0.6881	-0.4202	-0.6060	0.0018	0.3518
	Pollo	-0.0011	-0.0097	0.0074	0.0031	-0.0108	-0.0011
	Res	0.0141	0.0027	0.0256	0.0201	-0.0114	-0.0320
	Cerdo	-0.0185	-0.0293	-0.0076	-0.0050	-0.0227	-0.0126
	Huevo	0.0609	0.0515	0.0703	0.0473	0.0715	0.0615
	Agregado	-0.0555	-0.0555	-0.0555	-0.0655	-0.0266	0.0532
	LXR	0.0298	0.0229	0.0367	0.0330	-0.0357	-0.0165
Agregado	Intercepto	4.5722	4.0617	5.0827	6.2606	-0.0117	2.6603
	Pollo	-0.0502	-0.0720	-0.0284	-0.1383	-0.0409	-0.0823
	Res	-0.1366	-0.1785	-0.0948	-0.2750	-0.0324	-0.1463
	Cerdo	-0.0558	-0.0997	-0.0118	-0.0621	-0.0598	-0.0943
	Huevo	-0.0555	-0.0555	-0.0555	-0.0655	-0.0266	0.0532
	Agregado	0.2981	0.2402	0.3560	0.5409	0.1597	0.2697
	LXR	-0.1915	-0.2193	-0.1638	-0.2727	0.1885	-0.0900

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los valores en negritas caen dentro del intervalo

4.2 Elasticidades estimadas

En esta parte, se presentan los resultados de las elasticidades, los cuales se derivan de los estimadores obtenidos en la sección anterior. En este sentido, se muestran cuadros

comparativos de las elasticidades precio propias y cruzadas, así como del ingreso, empleando los dos índices y los dos métodos para resolver el problema de auto correlación serial.

4.2.1 Elasticidades con los índices Stone y Divisia

El cuadro 4-6 muestra las elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas, así como las del gasto, empleándose el índice de precios Stone. Como se puede observar, las elasticidades propias resultaron negativas fueron las de la carne de pollo, cerdo y el huevo, con lo cual se muestra que estos productos son inelásticos. Las elasticidades cruzadas presentan una limitada simetría en los signos, pero no en los valores de la elasticidad. El pollo es un bien sustituto con el resto de los productos. La carne de res es complementaria con la de cerdo, y sustituta con el resto. La carne de cerdo es complementaria con la de res y el huevo y sustituta con la de pollo y el agregado. El huevo es un producto complementario con el pollo y la res, y sustituto con la carne de cerdo y el agregado. En lo tocante a las elasticidades del gasto, los resultados muestran que la carne de pollo, de res y el huevo son bienes superiores, al ser su elasticidad mayor a la unidad, en cambio la carne de cerdo se comporta como un bien normal, al igual que el agregado.

Cuadro 4-6. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto empleando el índice Stone

ϵ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	Gasto (η_i)
Pollo	-0.50318	0.00237	0.23133	0.02246	1.19066	2.55813
Res	0.59826	0.02228	-0.04137	0.28977	0.17448	1.92809
Cerdo	0.12259	-0.27556	-0.54383	-0.08796	0.62454	0.61802
Huevo	-0.15572	-0.33939	0.15089	-0.32080	1.86413	1.49697
Agregado	-1.56053	-1.59165	-0.32717	-0.99003	0.38326	0.44001

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4-7 presenta las elasticidades precio propias y cruzadas hicksianas, empleando el índice de precios Stone. Las elasticidades propias de la carne de pollo, cerdo y del huevo son negativas y menores a la unidad; en cambio, la elasticidad de la carne de res y del agregado resultaron positivas. En este caso, las elasticidades cruzadas de los cinco elementos bajo análisis resultaron ser simétricas en sus signos. Puede observarse que la carne de pollo, de res,

de cerdo y del huevo son productos sustitutos entre sí, aunque las magnitudes de sustituibilidad son diferentes.

Cuadro 4-7. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas empleando el índice Stone

δ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado
Pollo	-0.27270	0.42525	0.18914	0.13693	-0.19376
Res	0.84836	0.36882	0.07206	0.48172	-0.38490
Cerdo	0.37083	0.07082	-0.43467	0.10112	0.04911
Huevo	0.10102	0.17815	0.03805	-0.22130	-0.06802
Agregado	-1.04750	-1.04303	0.13542	-0.49846	0.59757

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4-8 muestra las elasticidades precio propias y cruzada Marshallianas, así como del gasto, cuando se emplea el índice de precios Divisia. Como se observa, las elasticidades propias de los 5 elementos son negativas y menores a la unidad, demostrando que se trata de productos inelásticos. Por otra parte, las elasticidades cruzadas no presentan una simetría entre los signos. En este sentido, la carne de pollo se comporta como un producto complementario de la carne de res y del huevo, y como un bien sustituto de la carne de cerdo y del agregado. La carne de res es complementaria de la de cerdo y sustituta del pollo, huevo y el agregado. La carne de cerdo es complementaria del resto de los productos y sustituta del agregado. El huevo es complementario de la carne de pollo y de la de res y sustituta de la carne de cerdo y el agregado. Las elasticidades del gasto muestran que la carne de pollo, la de res y el huevo son bienes superiores al ser mayores a la unidad; en cambio, la carne de cerdo se comporta como un bien normal.

Cuadro 4-8. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto empleando el índice Divisia

ϵ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	Gasto (η_i)
Pollo	-0.64861	-0.11213	0.02792	-0.03883	0.93250	1.98018
Res	0.21232	-0.34984	-0.17521	0.20156	0.23853	1.67140
Cerdo	-0.17191	-0.34062	-0.24612	-0.28884	0.41362	0.73254
Huevo	-0.13212	-0.24770	0.02109	-0.11363	1.28974	1.44845
Agregado	-0.57333	-0.80477	-0.29869	-0.83837	-0.19649	0.60673

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4-9 muestra las elasticidades precio propias y cruzadas Hicsianas, empleando el índice de precios Divisia. Se observa que las elasticidades propias de la carne de pollo, de la de cerdo y del huevo son menores a la unidad y negativas. Las elasticidades cruzadas de los cinco productos, por otra parte, presentan una simetría completa en los signos. Se manifiesta además que la carne de pollo es un bien sustituto de la carne de res, de la de cerdo y del huevo y sustituta del agregado. Por otra parte, la carne de res un bien complementario con la carne de cerdo y el agregado, y sustituta de la carne de pollo y del huevo. La carne de cerdo es complementaria con la carne de res y con el huevo, pero es sustituta de la carne de pollo y del agregado. El huevo es un bien complementario con la carne de cerdo y el agregado, y sustituto con la carne de pollo y de res.

Cuadro 4-9. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas empleando el índice Divisia

δ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado
Pollo	-0.47020	0.21871	0.02539	0.07326	-0.01294
Res	0.43632	-0.04943	-0.04191	0.39232	-0.10081
Cerdo	0.04977	-0.04119	-0.11672	-0.10098	0.06210
Huevo	0.05405	0.14508	-0.03800	-0.01735	-0.04739
Agregado	-0.06994	-0.27318	0.17124	-0.34725	0.09903

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Elasticidades con el método SUR y de primeras diferencias

Como se observa en el cuadro 4-10, las elasticidades precio propias marshallianas resultaron ser negativas y menores a la unidad para el pollo, la res y el cerdo, con lo cual se demuestra que estos productos tienen una demanda inelástica. En lo referente a las elasticidades cruzadas, se observa que el pollo respecto a la carne de res y de cerdo es sustituto y respecto al huevo es complementario. La carne de res es un producto complementario respecto al resto de los productos. La carne de cerdo es complementaria respecto del resto de productos bajo estudio. Por otra parte, el huevo es un producto complementario con la carne de pollo, y sustituto con las carnes de res y cerdo. Las elasticidades del gasto muestran que la carne de pollo, res, cerdo y el huevo se comportan como bienes normales, al ser su elasticidad menor a la unidad.

Cuadro 4-10. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto con el método SUR y primeras diferencias

ϵ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	Gasto (η_i)
Pollo	-0.20655	0.13685	0.05089	-0.13580	-1.10288	0.97245
Res	-0.08117	-0.37288	-0.19700	-0.15849	-0.57732	0.50315
Cerdo	-0.13331	-0.16163	-0.14634	-0.32848	-0.64240	0.65486
Huevo	-0.11626	0.17799	0.03336	0.11092	-1.43548	0.46278
Agregado	-0.45390	-0.14757	-0.31637	-0.39459	-0.86053	1.38693

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4-11 muestra las elasticidades precio propias y cruzadas hicksianas. Puede notarse que estas elasticidades no guardan ninguna relación de similitud con las elasticidades marshallianas. En particular, las carnes de pollo, res y de cerdo, tienen elasticidades negativas e inferiores a la unidad, con lo cual se muestra que son bienes inelásticos. Puede verse que el pollo actúa como un producto sustituto con respecto a la carne de res y de cerdo, en cambio se comporta como complementario en relación con el huevo.

Cuadro 4-11. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas con el método SUR y primeras diferencias

δ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado
Pollo	-0.11893	0.04879	0.02145	-0.07205	0.00605
Res	0.09733	-0.28245	-0.07718	0.00804	0.11312
Cerdo	0.04206	-0.07585	-0.03067	-0.16528	0.05389
Huevo	-0.05316	0.00298	-0.06219	0.14168	0.01195
Agregado	0.03270	0.30654	0.14858	0.08760	-0.18501

Fuente: Elaboración propia.

La carne de res por su parte, actúa como un bien sustituto con respecto a la carne de pollo y el huevo, y como complementario con la carne de cerdo. La carne de cerdo es un bien sustituto respecto a la carne de pollo, y en cambio, es complementario respecto a la carne de res y al huevo. Finalmente, el huevo es un producto complementario con la carne de pollo y la carne de cerdo, y se comporta como un bien sustituto con respecto a la carne de res.

4.2.3. Elasticidades mediante MCO y un rezago

El cuadro 4-12 muestra las elasticidades obtenidas mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios y un rezago. Como se aprecia, las elasticidades precio propias de los cuatro productos bajo estudio son negativas y menores a la unidad, con lo cual se puede afirmar que son bienes inelásticos.

En lo tocante a las elasticidades precio cruzadas, se observa que el pollo es un bien complementario respecto a la carne de cerdo y el huevo, en cambio es sustituto respecto a la carne de res. La carne de res es un bien sustituto respecto a la de pollo y se comporta como un producto complementario en relación con la carne de cerdo y el huevo. Por otra parte, la carne de cerdo actúa como un producto complementario en su relación con la carne de pollo, de res y del huevo. El huevo por su parte, es un bien que se comporta como complementario con relación a la carne de pollo, de la de res y de cerdo. Las elasticidades del gasto demuestran que la carne de pollo y res se comportan como productos superiores. La carne de cerdo y el huevo por su parte actúan como bienes normales.

Cuadro 4-12. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto con el método de MCO y un rezago

ϵ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado	Gasto (η_i)
Pollo	-0.39583	0.01954	-0.00715	-0.00381	0.58673	2.00858
Res	0.34459	-0.19125	-0.14383	-0.47533	0.10702	1.49091
Cerdo	-0.13909	-0.25092	-0.15982	-0.18318	0.19696	0.88405
Huevo	-0.13498	-0.41663	-0.01684	-0.05882	1.00869	0.75122
Agregado	-0.99743	-0.78592	-0.52974	-0.23554	-0.17126	0.70829

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4-13 se presentan las elasticidades hicksianas precio propias y cruzadas de la demanda de estos productos. Puede observarse que la carne de pollo, cerdo y el huevo mostraron ser bienes inelásticos, dado que son negativos y menores a la unidad. Las elasticidades cruzadas tienen la característica de que son simétricas en los signos. En este sentido, la carne de pollo actúa como un bien sustituto respecto al resto de los productos, y respecto al agregado, como un bien complementario. La carne de res es un bien sustituto con relación a la carne de pollo y a la de cerdo, y como un bien complementario con el huevo. La carne de cerdo demostró ser un producto sustituto respecto a la de pollo y a la de res, y

complementario con relación al huevo y al agregado. Finalmente, el huevo se comporta como un bien complementario con la carne de res y de cerdo, y como un bien sustituto con la carne de pollo y el agregado.

Cuadro 4-13. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas con el método de MCO y un rezago

δ_{ij}	Pollo	Res	Cerdo	Huevo	Agregado
Pollo	-0.21487	0.28565	0.04279	0.07409	-0.09130
Res	0.56987	0.07672	0.01578	-0.30171	-0.09827
Cerdo	0.08389	0.01550	-0.00366	-0.01276	-0.01817
Huevo	0.05466	-0.11158	-0.00480	-0.00888	0.03402
Agregado	-0.49356	-0.26630	-0.05010	0.24926	0.17372

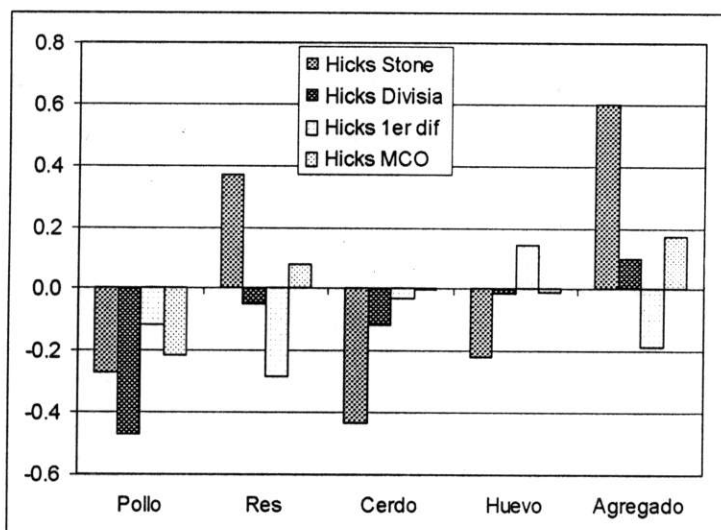
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Análisis de resultados

En esta sección se busca discernir cuales de los resultados de elasticidades derivados del empleo de los 4 métodos de estimación, pueden ser utilizados para realizar predicciones. Por tanto, se presentan gráficos para comparar las elasticidades obtenidas; en particular, las elasticidades precio propias y las del gasto. En la figura 4-1 se observan las elasticidades propias hicksianas, las cuales presentan el inconveniente de que son dispersas, en el sentido de que presentan valores negativos y positivos. Por ejemplo, las elasticidades hicksianas con índice stone y MCO y un rezago, presentan signos negativos para la carne de res. También es negativa la elasticidad del huevo con el método de las primeras diferencias. Son igualmente negativas las elasticidades del agregado con los índices stone, divisia y MCO y un rezago; todo lo cual contradice a lo esperado por la teoría económica. En este sentido, no se recomienda que sean empleadas estas elasticidades para fines de predicción.

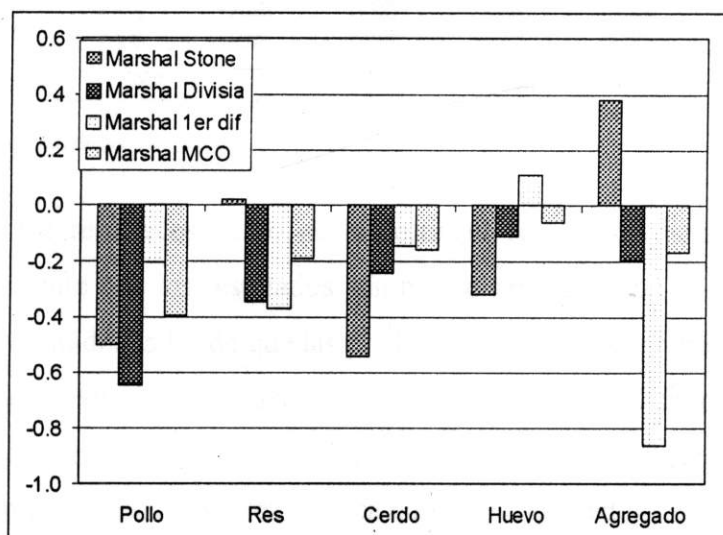
Por otra parte, la figura 4-2 presenta las elasticidades precio propias marshallianas para los cuatro métodos empleados. Como puede observarse, sólo las elasticidades del gasto y de la carne de res con índice stone, de la carne de cerdo con primeras diferencias presentan signos negativos. Al observarse detenidamente los resultados es posible recomendar el empleo de los resultados con el índice divisia. Los resultados con el índice divisia son muy similares a los obtenidos mediante MCO y un rezago; sin embargo, los valores absolutos de las elasticidades con el índice divisia son ligeramente mayores a los obtenidos con MCO y un rezago.

Figura 4-1. Elasticidades precio propias Hicksianas con los cuatro métodos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-2. Elasticidades precio propias Marshallianas con los cuatro métodos

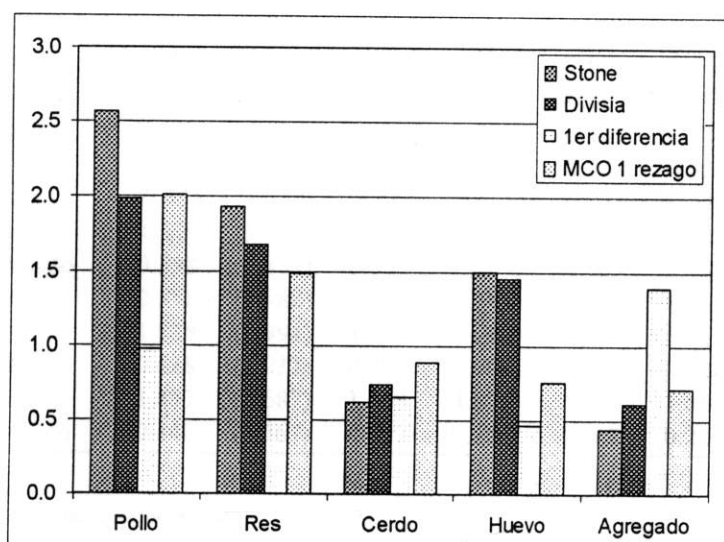


Fuente: Elaboración propia.

La figura 4-3 presenta las elasticidades del gasto empleando los cuatro métodos. Puede observarse que se presentan resultados muy heterogéneos, en el sentido de que dependiendo

del método empleado, los resultados para cada alimento pueden catalogarlos como bienes normales o bien bienes superiores o de lujo. Sin embargo, debe decirse que para los casos de la carne de cerdo y en menor medida para la carne de, sin importar del método empleado, se tiene que el pollo es un bien superior, y el cerdo que es un bien normal. Debe decirse que con los resultados que aquí se presentan, no se tiene un criterio para seleccionar a los resultados de algún método particular para hacer predicciones; sin embargo, se propone emplear el método SUR con índice divisia.

Figura 4-3. Elasticidades del gasto con los cuatro métodos



Fuente: Elaboración propia.

Al observar todos los resultados, tanto de los estimadores de los parámetros, como de las elasticidades, es evidente que los resultados son muy disimiles, razón por la cual es necesario descartar algunos resultados, a fin de que las predicciones sean más acertadas. Otro elemento a observar es que independientemente del método empleado, para el caso de las elasticidades propias, siempre se presentan algunos resultados negativos, lo cual contradice lo estipulado por la teoría económica; lo cual, a su vez implica que estos resultados deban desecharse.

Debe aclararse de que a pesar de que se tienen problemas de auto correlación serial con el empleo de los índices stone y divisia, los resultados de elasticidades precios propias, así como del ingreso, presentan mejores resultados, comparados con los que arrojan los métodos que resuelven, aunque parcialmente, el problema de auto correlación serial. Por lo anterior, en

general se están tomando los resultados de las elasticidades empleando el índice divisia para hacer predicciones. Finalmente, se presenta el cuadro 4-14 el cual contiene los datos que fueron empleados en las gráficas 4-1 al 4-3, con sus respectivos errores estándar, a fin de que el lector pueda hacer las comparaciones entre ellas.

Cuadro 4-14. Resumen de las elasticidades propias y del gasto con los cuatro métodos empleados

Elasticidades	Producto	Método empleado							
		Stone		Divisia		Series de diferencias		MCO 1 rezago	
Marshallianas	Pollo	-0.503	(2.436)	-0.649	(1.212)	-0.207	(0.409)	-0.396	(0.991)
	Res	0.022	(1.278)	-0.350	(0.653)	-0.373	(0.200)	-0.191	(0.518)
	Cerdo	-0.544	(1.298)	-0.246	(0.662)	-0.146	(0.203)	-0.160	(0.527)
	Huevo	-0.321	(3.263)	-0.114	(1.611)	0.111	(0.565)	-0.059	(1.329)
	Agregado	0.383	(0.553)	-0.196	(0.304)	-0.861	(0.103)	-0.171	(0.223)
Hicksianas	Pollo	-0.273	(2.330)	-0.470	(1.127)	-0.119	(0.448)	-0.215	(0.952)
	Res	0.369	(1.168)	-0.049	(0.565)	-0.282	(0.225)	0.077	(0.477)
	Cerdo	-0.435	(1.188)	-0.117	(0.575)	-0.031	(0.228)	-0.004	(0.486)
	Huevo	-0.221	(3.158)	-0.017	(1.528)	0.142	(0.607)	-0.009	(1.291)
	Agregado	0.598	(0.431)	0.099	(0.209)	-0.185	(0.083)	0.174	(0.176)
Ingreso	Pollo	2.558	(1.982)	1.980	(1.384)	0.972	(1.222)	2.009	(0.865)
	Res	1.928	(0.994)	1.671	(0.694)	0.503	(0.613)	1.491	(0.434)
	Cerdo	0.618	(1.011)	0.733	(0.706)	0.655	(0.623)	0.884	(0.441)
	Huevo	1.497	(2.687)	1.448	(1.876)	0.463	(1.656)	0.751	(1.172)
	Agregado	0.440	(0.367)	0.607	(0.256)	1.387	(0.226)	0.708	(0.160)

Fuente: Elaboración propia.

Los números entre paréntesis denotan el error estándar..

4.3.1 Otros resultados empleando regresiones múltiples independientes

Una vez definido los resultados que serán empleados para realizar las predicciones, se compararán los mismos con los obtenidos en otras investigaciones, así como con los resultados que podrían obtenerse mediante MCO empleando regresiones lineales múltiples en ecuaciones independientes. Al respecto, en el cuadro 4-15 se presentan los datos con este último método mencionado.

Como puede observarse, se realizaron regresiones múltiples con datos de precios y cantidades transformados a logaritmos naturales, con lo cual se obtienen las elasticidades directamente.

Dieciséis de los 24 parámetros estimados resultaron significativos al 5%; sin embargo, se debe

observar que al hacerse las regresiones de esta manera, se presentan problemas de multicolinealidad.

Cuadro 4-15. Resultados de regresiones múltiples independientes

Precios reales	Cantidades			
	Ln(pollo)	Ln(bovino)	Ln(porcino)	Ln(huevo)
Intercept	18.916 (5.1)	8.122 (2.61)	-7.844 (-3.0)	15.566 (4.46)
Ln(pollo)	-0.562 (-1.97)	0.247 (1.03)	0.099 (0.49)	-0.161 (-0.6)
Ln(bovino)	0.078 (0.2)	-0.399 (-1.24)	0.018 (0.07)	0.284 (0.78)
Ln(porcino)	-0.303 (-0.88)	-0.001 (0.0)	-0.360 (-1.49)	-0.263 (-0.82)
Ln(huevo)	-0.904 (-3.94)	-0.617 (-3.21)	0.501 (3.1)	-0.879 (-4.07)
Ln(PIB Pc*)	0.965 (3.05)	1.294 (4.88)	2.045 (9.18)	0.709 (2.38)

Fuente: Elaboración propia.

Los números entre paréntesis denotan el valor calculado de t-student.

*/ PIB Pc = Producto Interno Bruto per cápita.

4.4 Comparación de los resultados de los modelos AIDS con otros resultados

Por otra parte, para poder comparar los resultados de las elasticidades derivados del modelo AIDS con los resultados de otros trabajos y de las ecuaciones lineales independientes, se presenta el cuadro 4-16. En este cuadro se observa cuales son los límites inferior y superior de un intervalo de confianza construido para las elasticidades precio propias marshallianas y del gasto empleando el método SUR con índice divisia. La manera de construir el intervalo fue similar a lo visto en el punto 4.1.4. En este caso sólo cabe desarrollar las formulas de las varianzas de las elasticidades expuestas. Como se recordará, las formulas de las elasticidades son:

Elasticidades precio propias Marshallianas: $\epsilon_{ii} = \gamma_{ii}/w_i - \beta_i - 1$

Elasticidades del gasto: $\eta_i = 1 + \beta_i/w_i$

Cuyas varianzas son respectivamente (Infante Gil y Zarate de Lara, 2000):

$$\text{Var}(\epsilon_{ii}) = (1/w_i)^2 \text{var}(\gamma_{ii}) + \text{var}(\beta_i) - 2(1/w_i) \text{cov}(\gamma_{ii}, \beta_i)$$

$$\text{Var}(\eta_i) = (1/w_i)^2 \text{var}(\beta_i)$$

Cuadro 4-16. Comparación de los resultados de las elasticidades propias y del ingreso

Producto	Elasticidad	Intervalo		Otros resultados	
	Eii	Inferior	Superior	Revisión	MCO independientes
Pollo	-0.649	-1.006	-0.291		-0.562
Res	-0.350	-0.537	-0.163	0.62 ^{1/} */ -0.4 ^{2/}	*/ -0.399
Cerdo	-0.246	-0.436	-0.056	*/ -0.112 ^{3/}	*/ -0.360
Huevo	-0.114	-0.592	0.365	-0.7915 ^{4/}	-0.879
	Ni				
Pollo	1.980	1.565	2.396		*/ 0.965
				0.7 ^{5/}	
Res	1.671	1.377	1.965	0.5 ^{6/} 0.11 ^{7/}	1.294
Cerdo	0.733	0.436	1.029	0.14 ^{8/}	2.045
Huevo	1.448	0.965	1.932	0.89 ^{9/}	0.709

Fuente: Elaboración propia.

1/ Chinchilla Domínguez 1985. 2/ Ramírez Sosa 1986. 3/ Jiménez Gómez 1996. 4/ López López 1990. 5/ Estrada Rosales 1988, con ingreso per cápita. 6/ Ramírez Sosa 1986, con ingreso disponibles. 7/ Chinchilla Domínguez 1985, con ingreso per cápita disponible. 8/ Jiménez Gómez 1996, con ingreso per cápita. 9/ López López 1990, con ingreso per cápita. */ Son las elasticidades que caen dentro del intervalo, es decir son semejantes al 90%.

Como se mencionó anteriormente, se consideraron los resultados de las elasticidades marshallianas derivadas del método SUR con índice divisia, a fin de contrastarlas con los resultados de otros trabajos. En lo tocante a las elasticidades propias, sólo dos resultados, el de Ramírez Sosa (1986) para la carne de res y de Jiménez Gómez (1996) para la carne de cerdo, caen dentro de los intervalos establecido para las elasticidades. Asimismo, dos resultados de MCO independientes, para la carne de res y de cerdo, caen en los intervalos. En lo que se refiere a la elasticidad del gasto, ningún resultado de otras investigaciones cae en los intervalos; en contraste, solo un resultado de MCO independientes cae en el intervalo para el pollo. Cabe hacer la aclaración que en este caso, las elasticidades del modelo AIDS se relacionan con el presupuesto destinado a la canasta bajo estudio, en cambio por los otros trabajos, esta elasticidad esta relacionada con el ingreso per cápita o disponible y deflactado con algún índice de precios, por lo general con el índice de precios al consumidor.

En este punto, cabe observarse que las elasticidades obtenidas mediante el modelo AIDS son mejores que las obtenidas con otra metodología, debido a que son insesgadas en el sentido económico, al provenir de un modelo que satisface las restricciones que establece la teoría

económica, en cambio, los resultados de otros trabajos no toman en cuenta dichas restricciones.

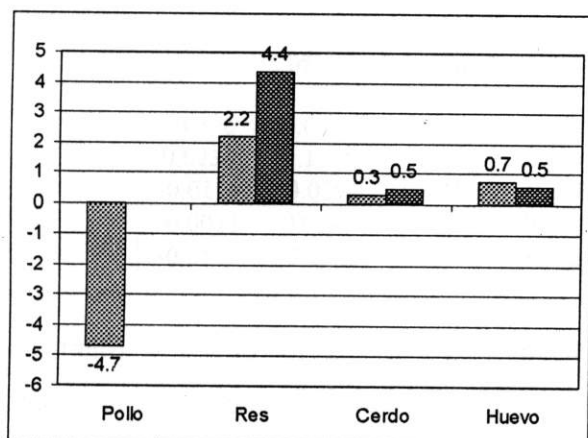
4.5 Aplicaciones del modelo AIDS

Para realizar las aplicaciones y predicciones empleando el modelo AIDS, se emplean diferentes elasticidades, en particular se emplean las elasticidades marshallianas y hicksianas y del gasto con el método SUR e índice divisia⁹. La primer aplicación esta relacionada con los efectos precios y efectos sustitución derivados en un incremento generalizado de los precios en una magnitud del 10%. Como puede observarse en las figuras 4-4 al 4-7, se presentan los escenarios para el cambio en los precios del 10%. Estos resultados fueron tomados empleando las elasticidades hicksianas con el método SUR e índice divisia. Se emplearon estos datos en virtud de que presentan una simetría exacta en los signos.

En el la figura 4-4 se puede observar que si se incrementa el precio de la carne de pollo en un 10%, su demanda caerá en 4.7%, y ésta carne será sustituida por los otros productos. En este sentido, se elevaría la demanda de carne de res de un 2.2 a un 4.4%, la demanda de carne de cerdo se elevaría de un 0.3 a un 0.5% y la demanda por huevo se incrementaría de un 0.5 a un 0.7%. La figura 4-5 muestra como un incremento del 10% en el precio de la carne de res disminuiría su demanda en un 0.5%, incrementándose como resultado la demanda de carne de pollo de entre 2.2 a 4.4%, así como del huevo entre 1.5 a 3.9%, reduciéndose asimismo la demanda por carne de cerdo en un 0.4%. Los cuadros 4.6 y 4.7 muestran estos efectos sustitución y complementarios ante incrementos en el precio de la carne de cerdo y el huevo.

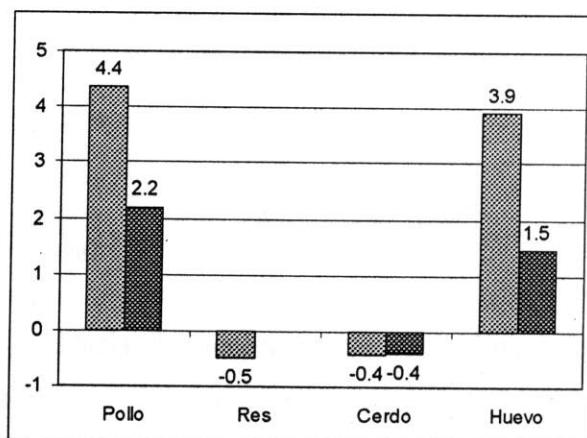
⁹ No se están considerando los resultados obtenidos mediante los otros métodos, debido a que no son significativamente semejantes.

Figura 4-4. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para la carne de pollo



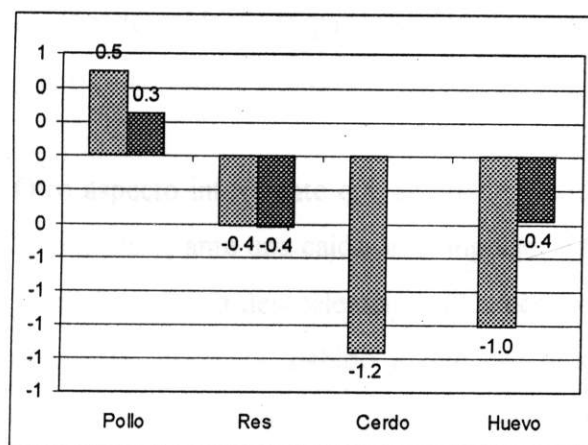
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-5. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para la carne de res



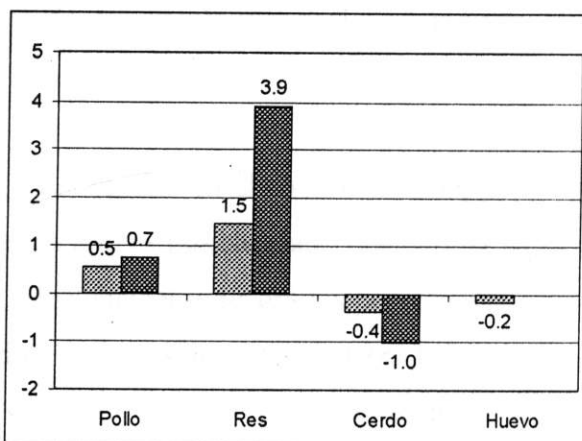
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-6. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para la carne de cerdo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-7. Cambio porcentual ante un incremento de precios del 10% para el huevo



Fuente: Elaboración propia.

Otra aplicación de los resultados del modelo AIDS es predecir la magnitud en que cambiará la participación del gasto del consumidor (w_i) ante los cambios en los precios. Formalmente esto se define: $\partial w_i / \partial \ln p_i$. Considerando el modelo AIDS y empleando los resultados del método SUR e índice divisia, se tiene:

$w_{5x1} = \alpha_{5x1} + \gamma_{5x5} \ln p_{5x1} + \beta_{5x1} \ln (MR)$, cuya $\partial w_i / \partial \ln p_i$ es:

$$\partial w_{5x1} / \partial \ln p_{5x1} = \gamma_{5x5} \Rightarrow \partial w_{5x1} = (\gamma_{5x5})(\partial \ln p_{5x1})$$

Al sustituir los valores se tiene:

Matriz de estimadores γ_{5x5}					$\partial \ln p_{5x1}$	∂w_{5x1}
0.0396	0.0231	-0.0114	-0.0011	-0.0502	-0.2514	0.0003
0.0231	0.1385	-0.0392	0.0141	-0.1366	-0.2738	-0.0008
-0.0114	-0.0392	0.1248	-0.0185	-0.0558	-0.2598	0.0005
-0.0011	0.0141	-0.0185	0.0609	8.9326	-0.2484	-2.3842
-0.0502	-0.1366	-0.0558	8.9326	0.2981	-0.2654	-2.2338

X =

Por tanto, se puede afirmar que de continuar la tendencia del incremento de los precios de los bienes de la canasta bajo análisis, la participación en el gasto tiende a cambiar entre los productos que la componen. En particular, la carne de pollo y la de cerdo tenderán a ganar ligeramente en esta participación en la canasta de consumo, en un 0.03 y 0.05% respectivamente. Por el contrario, los continuos incrementos en los precios muestran una fuerte tendencia a decrecer la participación del huevo y el agregado; en cambio la caída en la participación de la carne de res es solo pequeña, del orden del 0.08%. Esto claramente indica una fuerte caída en la participación en la canasta de consumo para productos que van desde granos a la leche y el huevo.

Otro aspecto interesante que se puede predecir, es el cambio en el consumo de los productos bajo análisis, ante una caída en el ingreso. Este escenario es posible, dado que para el 2001, se pronostica que la desaceleración de la economía estadounidense tendrá los peores efectos en la economía mexicana, debido a que ese mercado es el mas importante para México. Estos efectos pueden ser tanto la disminución de exportaciones con alto contenido de mano de obra, como el ingreso a nuestro país de múltiples productos agropecuarios. En este sentido, se crea el escenario de caídas en el ingreso del 5 y 10%.

Como puede observarse en el cuadro 4-17, la caída en el consumo de los productos bajo análisis es alto, en el sentido de que ante el escenario descrito, la caída en el consumo de pollo oscilaría entre el 10 y el 20%; para la carne de res entre 8 y 17%; para la carne de cerdo entre el 4 y el 7%, para el huevo entre el 7 y el 14%. Esto significa problemas muy fuertes para las industrias y los sectores productoras de estos productos.

Cuadro 4-17. Cambios en la demanda ante un decremento en el ingreso

Producto	Elasticidad ingreso	Caídas en el ingreso (%)	
		-0.05	-0.10
Pollo	1.980	-0.10	-0.20
Res	1.671	-0.08	-0.17
Cerdo	0.733	-0.04	-0.07
Huevo	1.448	-0.07	-0.14
Agregado	0.607	-0.03	-0.06

Fuente: Elaboración propia

Capítulo V

Conclusiones

Para este trabajo se tuvo presente una consideración importante en la selección de los datos a emplear, la cual está relacionada con el hecho de que la producción de los productos bajo estudio ha sufrido fuertes cambios, en particular en la década de los 90's. En esta década se observó un incremento considerablemente de las importaciones de carne de res, cerdo y pollo; razón por la cual fue necesario incluir los datos de comercio y mantener los precios pagado a los productores.

Se presentaron cuatro métodos para obtener estimadores consistentes empleando el modelo AIDS, los cuales incluyeron el método SUR con índice Stone y Divisia, así como el método SUR y primeras diferencias y el de Mínimos Cuadrados Ordinarios con un rezago. Lo que se buscó al introducir los dos último modelos fue resolver el problema de auto correlación serial presente en los dos primeros modelos, y verificar que los resultados de estos dos métodos fueron tan buenos o mejores que los dos primeros métodos propuestos.

Como se pudo observar, en el caso del método SUR con índice stone, 25 de 35 estimadores fueron significativos al 95% de probabilidad, para método SUR con índice divisia fueron 29 de 35 los significativos; para el método SUR con primeras diferencias se obtuvieron 26 de 35 estimadores significativos; y finalmente, para el de MCO y un rezago, sólo 17 de 35 estimadores fueron significativos al 95% de probabilidad. Esto significa que los mejores estimadores se encontraban en el método SUR con índice divisia, seguido del de las primeras diferencias.

Otro elemento importante para designar a los mejores estimadores fue probar que las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría impuestas a los modelos se verificaran. Como se pudo constatar, en los métodos SUR con índice Stone y Divisia, se verifican estas restricciones; en contraste, para los métodos SUR con primeras diferencias y MCO y un rezago, la aditividad no se verificó.

A fin de establecer la certeza de que los estimadores derivados de los cuatro métodos fueran semejantes, se realizó un intervalo de confianza para los estimadores obtenidos del índice divisia, en virtud de sus mejores propiedades probabilísticas y de confiabilidad. Como se observó, existen notables diferencias entre los resultados derivados de los 4 métodos, debido a

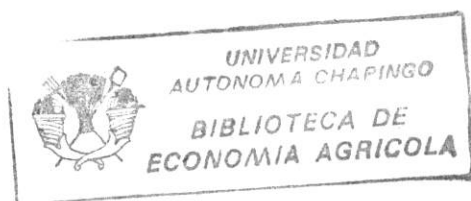
que 14 (índice stone), 13 (SUR primeras diferencias) y 20 (MCO y un rezago) estimadores de 35 cayeron en el intervalo. Esto significó la necesidad de descartar los resultados de los modelos no significativos.

Derivado de lo anterior, se obtuvieron elasticidades precio propias y cruzadas, así como del gasto, muy diversas entre sí para los productos pecuarios bajo estudio. Al hacer comparaciones entre los resultados, se observó que las elasticidades que más se adecuaban a los presupuestos de la teoría económica estaban relacionados con el método SUR e índice divisia. En este sentido, los resultados de los estimadores, así como las elasticidades (marshallianas y hicksianas) precio propias y cruzadas, así como del gasto, fueron empleadas para realizar algunas simulaciones.

Debe aclararse que a pesar de que se presentaron problemas de auto correlación serial, las alternativas empleadas para resolver estos problemas no produjeron los resultados adecuados ni esperados. Este fue otro de los elementos que motivaron el empleo de los resultados con el método SUR e índice divisia.

A fin de contrastar los resultados del modelo AIDS con el método SUR e índice divisia, con los resultados obtenidos en otros trabajos de modelación del mercado de los productos bajo estudio, se realizó un intervalo de confianza para los primeros. Como se observó con anterioridad, para el caso de las elasticidades propias, solo dos resultados cayeron en el intervalo; y para las elasticidades del gasto, ningún estudio dio resultados que cayeran en el intervalo construido. La consideración más importante relacionada con la comparación, es que los resultados del modelo AIDS son mejores, debido que presentan consistencia con la teoría del consumidor.

Al hacer las simulaciones, se presentó una característica importante entre los productos bajo estudio, los cuales presentan entre sí diverso grado de sustitución en la demanda. Asimismo, se observa que la carne de pollo, de res y el huevo son destacados como bienes superiores, y la carne de cerdo como un bien normal. Lo anterior puede tener un gran significado para los sectores productivos, debido a que en una posible recesión en la economía, con caídas en el ingreso, los sectores productivos de la carne de pollo, res y del huevo se verían en mayores dificultades económicas, por la importante disminución en su demanda.



Limitaciones del trabajo de investigación

Una de sus limitaciones tiene que ver con los datos empleados. Se consideran las cantidades producidas de carne (en canal) y los precios pagados al productor, siendo uno de los supuestos más importantes los márgenes de comercialización constante. Y estos datos se integran para obtener estimaciones de la demanda. Debe observarse que la demanda de productos cárnicos incluye desde carne en canal, cortes (o partes de la canal), embutidos y alimentos procesados. En este sentido, no se consideraron los coeficientes técnicos de transformación de una canal en cortes o embutidos.

Otra limitación del trabajo fue que no se incluyen comparaciones de las elasticidades entre países con similar nivel de desarrollo económico. Se considera que los países en desarrollo tienen altas elasticidades ingreso en los alimentos (en virtud de que una proporción alta del ingreso se destina a la alimentación), en cambio los países desarrollados presentan elasticidades ingreso para los alimentos bajas.

Otra de las limitaciones es un posible error en la especificación del modelo. Existen otros modelos que incluyen participaciones de mercado y logaritmo de los precios, los cuales satisfacen algunos de los supuestos de la teoría del consumidor, tales como el modelo Rotterdam y el Traslog. Las limitaciones de tiempo implicaron que estos modelos no fueran considerados.

Relacionado con lo anterior y por los problemas de la autocorrelación serial positiva, no se emplearon otros métodos de estimación, tales como máxima verosimilitud o el método generalizado de momentos, debido a que se consideraron varios elementos: concluir el trabajo con los objetivos especificados al inicio, y el que los métodos mencionados no mejorarían radicalmente a los estimadores, debido a que el número de observaciones en la serie de tiempo (28) no es muy grande. Puede decirse que el hecho que exista autocorrelación serial solo está reflejando el que se mantiene cierta tendencia en los gustos y preferencias: por ejemplo, la sustitución por carnes rojas por las de pollo, por consideraciones de salud y por el precio más económico de esta carne.

Bibliografía citada

- Estrada Rosales, Maynor E. Análisis de un modelo dinámico del mercado de carne bovina en México. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Montecillos, México. 1988.
- López López, Enrique. Modelo econométrico del mercado del huevo en México 1960 – 1987. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Montecillos, México. 1990.
- Fonseca Medina, René. Un modelo econométrico del mercado de la leche bovina en México, 1970 – 1988. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Montecillos, México. 1990.
- Ramírez Sosa, Hugo T. Una aproximación del mercado de la carne bovina en México. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Chapingo, México. 1986.
- Magaña Magaña, Miguel A. Análisis de los principales aspectos económicos del mercado de la carne de cerdo en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Economía. Montecillos, México. 1988.
- Chinchilla Domínguez, Mardel D. Contribución al estudio regional del mercado de la carne vacuna en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Economía. Chapingo, México. 1985.
- Jiménez Gómez, Mario. Modelo econométrico del mercado de la carne de cerdo en México: 1960 – 1994. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Economía. Montecillos, México. 1996.
- Hernández Ortiz, J. Estimación de un Sistema de Demanda Casi Ideal y Elasticidades para cinco hortalizas en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Economía. Montecillos, México. 1999.
- Subdirección Técnica, FIRA/Banco de México. Oportunidades de desarrollo de la industria de la carne de bovino en México. Una estrategia de reconversión. Boletín Informativo. Marzo de 1999.
- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Claridades Agropecuarias. Agosto de 1996 y Julio de 2000. México D.F.

- Pindyck, R. S. & Rubinfeld D. L. Econometric models and economic Forecasts. McGraw-Hill, Inc. Printed in the U.S. 1991.
- Deaton, A., & Muellbauer, J. Economics and consumer behavior. Cambridge University Press. 1988.
- Kmenta, Jan. Elementos de econometría. Impreso por Gráficas Instar, S.A. Barcelona, España. 1977.
- Mdrafi, A., & Brorsen, B. W. Demand for red meat, poultry, and fish in Morocco: An almost Ideal Demand System. Agricultural Economics. Vol. 9. (1993) Pp. 155-163. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam.
- Skully D., Link J., & Tropp D. Mexican Supermarkets Spur New Produce Distribution System. Agricultural Marketing Service, Economic Research Service USDA. Agricultural Outlook, August 1998.
- Moschini, G. Units of measurement and the Stone index in demand system estimation. American Journal of Agricultural Economics. Vol. 77 (February 1995). Pp. 63-68.
- Molina, J. A. Food demand in Spain: an application if the Almost Ideal System. American of Agricultural Economics. Vol. 45 (2) (1995). Pp. 252-258.
- Cárdenas, Enrique. Lecciones recientes sobre el desarrollo de la economía mexicana y retos para el futuro. México transición económica y comercio exterior. Publicado por Bancomex. 1997.
- García, B., O. Nevárez, et al. Situación actual de la Producción de Carne Bovina en México 1990-1996. SAGAR, México, D. F. 1998.
- AMEG, CNG y Plantas TIF. Investigación por prácticas de Dumping en exportaciones de EUA de ganado, carne y productos derivados de bovino. Análisis de daño y alternativas de acción inmediata. Documento de trabajo. Febrero de 1999.
- FIRA. Oportunidades para el Desarrollo de la Ganadería Productora de Carne en México. Boletín Informativo, Vol. XXX, No. 295, junio de 1997.
- SAGAR, Centro de Estadística Agropecuaria. Sistema de información Agropecuaria de Consulta 1980 – 1998. Disco Compacto 1999.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Forestal (SEDAF), Dirección de Desarrollo Ganadero. Impulso a la producción de ganado bovino de doble propósito en el trópico del Estado de Oaxaca. Documento de Trabajo. Junio del 2000.

Infante Gil, S y Zárate de Lara, G. Métodos Estadísticos, un enfoque interdisciplinario.
Editorial Trillas. Sexta reimpression. México 2000.

PROGRAMA SUR INDICE STONE

DATA A;

INPUT QAVE PAVE QBOV PBOV QPORK PPORK QHUE PHUE QPQO PINDF;

LP1=LOG(PAVE); LP2=LOG(PBOV); LP3=LOG(PPORK); LP4=LOG(PHUE); LP5=LOG(PINDF);

X=QAVE*PAVE+QBOV*PBOV+QPORK*PPORK+QHUE*PHUE+QPQO*PINDF;

S1=(QAVE*PAVE)/X;

S2=(QBOV*PBOV)/X;

S3=(QPORK*PPORK)/X;

S4=(QHUE*PHUE)/X;

S5=(QPQO*PINDF)/X;

S=S1*LP1+S2*LP2+S3*LP3+S4*LP4+S5*LP5;

LX=LOG(X); LXR=LX-S;

CARDS;

192022	11.60	426495	8.90	479031	11.00	342959	6.84	19314409.76	1.000000
204811	11.60	416541	9.30	503598	11.10	348133	6.15	20435123.90	1.012904
217151	11.75	405658	11.00	567606	12.10	401272	7.55	22097018.83	1.011570
229667	12.80	413746	16.00	640165	14.40	405976	7.28	22419396.31	1.187336
248904	14.50	459663	17.50	719384	18.50	387850	9.43	22415809.86	1.741693
267904	16.00	562390	18.20	809054	18.95	424369	12.82	24016881.39	2.103284
289149	18.00	640498	19.20	902751	19.95	458430	13.23	22791334.35	2.240218
308852	30.63	677146	27.74	1005328	28.59	507123	18.35	25453686.47	2.810555
334235	27.00	661910	33.50	1079230	30.00	553635	21.10	27342463.67	3.162958
365528	33.00	617989	44.00	1165468	40.00	603995	22.98	24701347.69	3.622160
398514	47.85	1066795	51.36	1250882	42.19	646918	24.33	28634480.51	5.019068
437311	53.40	1179318	61.98	1306574	96.77	666573	30.71	31960515.48	6.656447
454353	110.53	1214739	102.52	1365553	113.04	702614	45.51	27204178.45	9.210002
471839	190.65	1034444	180.15	1485495	176.37	716361	92.53	30132024.53	17.094841
498758	290.84	958647	268.23	1453946	249.44	740463	129.43	29605034.41	31.372275
607164	473.39	996869	602.72	1294587	556.12	825522	211.48	31419416.21	52.702242
660994	860.35	1243802	909.93	960026	831.69	997567	483.00	28109656.31	91.032182
666191	1995.85	1270851	1836.80	913667	1889.13	975229	1037.00	27232885.55	217.167949
700752	4173.56	1266857	4877.86	996960	5138.63	1100937	1848.00	26078518.26	311.471997
647737	5417.93	1244830	7180.29	906545	6143.79	1054149	2180.09	25097676.86	504.387151
788852	6262.14	1217497	7676.09	857148	6572.74	1012948	2607.31	30806054.58	649.312192
917195	6485.21	1457139	8493.70	974843	7575.29	1146781	2622.41	31776615.72	709.483833
982290	5220.28	1525997	8176.62	1017570	7143.45	1166897	2592.26	33225581.92	708.701559
1151305	5970.00	1471055	8340.00	1002157	7300.00	1238924	2980.00	36435073.50	727.038779
1248157	6010.00	1632683	8130.00	1123542	6690.00	1253719	3180.00	36716348.63	692.924748
1400605	7160.00	1501187	10580.00	1000636	9650.00	1245930	4670.00	37010095.44	1007.230430
1377660	9600.00	1493142	13290.00	976405	13640.00	1243953	7560.00	36961889.09	1472.515081
1597057	11370.00	1665452	17580.00	1040431	18140.00	1340840	7900.00	35997086.53	1517.502532
1771611	13240.00	1891652	18980.00	1195309	15880.00	1473304	7180.00	38420935.78	1685.532757

PROC MEANS; VAR S1 S2 S3 S4 S5;

PROC SYNLIN SUR DW OUTSUSED=S1 DATA=A VARDEF=N noprint;

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;

EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LXR;

PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16

B20 B21 B22 B23 B24 B25 B26

B30 B31 B32 B33 B34 B35 B36

B40 B41 B42 B43 B44 B45 B46;

S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+B15*LP5+B16*LXR;

S2=B20+B21*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+B25*LP5+B26*LXR;

S3=B30+B31*LP1+B32*LP2+B33*LP3+B34*LP4+B35*LP5+B36*LXR;

S4=B40+B41*LP1+B42*LP2+B43*LP3+B44*LP4+B45*LP5+B46*LXR;

PROC SYNLIN SUR DW DATA=A SDATA=S1 OUTEST=BETA;

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;

EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LXR;

PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16

B20 B22 B23 B24 B26

B30 B33 B34 B36

B40 B44 B46;

BM1=-B11-B12-B13-B14;

BM2=-B12-B22-B23-B24;

BM3=-B13-B23-B33-B34;

BM4=-B14-B24-B34-B44;

S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*LXR;

S2=B20+B12*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*LXR;

S3=B30+B13*LP1+B23*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*LXR;

S4=B40+B14*LP1+B24*LP2+B34*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*LXR;

PROC PRINT;

RUN;

```

DATA B; set beta;
B50=1-B10-B20-B30-B40;
B56=-B16-B26-B36-B46;
B15=-B11-B12-B13-B14;
B25=-B12-B22-B23-B24;
B35=-B13-B23-B33-B34;
B45=-B14-B24-B34-B44;
B55=-B15-B25-B35-B45;
;
PROC IML;
USE B; READ ALL INTO R1 VAR{B11 B12 B13 B14 B15};
USE B; READ ALL INTO R2 VAR{B12 B22 B23 B24 B25};
USE B; READ ALL INTO R3 VAR{B13 B23 B33 B34 B35};
USE B; READ ALL INTO R4 VAR{B14 B24 B34 B44 B45};
USE B; READ ALL INTO R5 VAR{B15 B25 B35 B45 B55};

USE B; READ ALL INTO B VAR{B16 B26 B36 B46 B56};

W={0.0900941 0.1797352 0.1766411 0.0664685 0.4870611};
B=B'; W=W';
PRINT B W;
G=R1//R2//R3//R4//R5; PRINT G;

DO I=1 TO 5;
Eii=(G[I,I]/W[I])-B[I]-1;
Dii=(G[I,I]/W[I])+W[I]-1;
Ni=1+(B[I]/W[I]);
PRINT Eii Dii Ni;
END;

DO I=1 TO 5; DO J=1 TO 5;
Eij=G[I,J]/W[I]-B[I]*(W[I]/W[J]);
Dij=G[I,J]/W[I]+W[J];
PRINT Eij Dij I J;
END ; END;
QUIT;

```

Resultados

The SAS System 10:35 Thursday, January 1, 1998 21

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
S1	29	0.0900941	0.0301143	0.0499540	0.1526304
S2	29	0.1797352	0.0482105	0.1117041	0.2710665
S3	29	0.1766411	0.0426820	0.1208339	0.2772151
S4	29	0.0664685	0.0110596	0.0448817	0.0869781
S5	29	0.4870611	0.0648416	0.3331110	0.5968618

SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	9
Endogenous	4
Exogenous	5
Parameters	18
Equations	4

Number of Statements 8

Model Variables: S1 S2 S3 S4 LP1 LP2 LP3 LP4 LXR

Parameters: B10 B11 B12 B13 B14 B16 B20 B22 B23 B24 B26 B30 B33 B34 B36 B40 B44 B46

Equations: S1 S2 S3 S4

SYSNLIN Procedure

NOTE: The parameter B12 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B13 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B14 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B23 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B24 is shared by 2 of the equations to be estimated.

NOTE: The parameter B34 is shared by 2 of the equations to be estimated.

The SAS System 10:35 Thursday, January 1, 1998 24

SYSNLIN Procedure

The 4 Equations to Estimate are:

S1 = F(B10(1), B11, B12, B13, B14, B16(LXR))
 S2 = F(B12, B20(1), B22, B23, B24, B26(LXR))
 S3 = F(B13, B23, B30(1), B33, B34, B36(LXR))
 S4 = F(B14, B24, B34, B40(1), B44, B46(LXR))

SYSNLIN Procedure SUR Estimation

SUR Estimation Summary

Dataset Option	Dataset
DATA=	A
SDATA=	S1
OUTEST=	BETA

Parameters Estimated 18

Minimization Summary

Method	GAUSS
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	6.9234E-12
PPC	8.26E-11
RPC(B20)	32066.77
Object	0.98257314
Trace(S)	0.00281282
Objective Value	19.3091031

Observations Processed

Read	29
Solved	29

SYSNLIN Procedure SUR Estimation

Nonlinear SUR Summary of Residual Errors

Equation	DF	DF							Durbin
	Model	Error	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq		Watson
S1	4.5	24.5	0.00818	0.0003338	0.01827	0.6779	0.6319	0.652	
S2	4.5	24.5	0.02309	0.0009425	0.03070	0.6452	0.5945	1.085	
S3	4.5	24.5	0.03548	0.0014482	0.03806	0.3044	0.2051	0.317	
S4	4.5	24.5	0.00216	0.00008828	0.0093955	0.3685	0.2783	0.735	

Nonlinear SUR Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Approx. Std Err	'T' Ratio	Approx. Prob> T
B10	-2.574594	0.17797	-14.47	0.0001
B11	0.057408	0.01035	5.55	0.0001
B12	0.060239	0.0094599	6.37	0.0001
B13	0.017495	0.01130	1.55	0.1347
B14	0.00311285	0.0043770	0.71	0.4838
B16	0.140379	0.0095207	14.74	0.0001
B20	-3.238644	0.27519	-11.77	0.0001
B22	0.213721	0.02028	10.54	0.0001
B23	-0.019020	0.01972	-0.96	0.3444
B24	0.020072	0.0049309	4.07	0.0004
B26	0.166811	0.01517	10.99	0.0001
B30	1.158715	0.43983	2.63	0.0145
B33	0.068659	0.03435	2.00	0.0571
B34	-0.00502008	0.0050897	-0.99	0.3338
B36	-0.067473	0.02430	-2.78	0.0105
B40	-0.606040	0.09079	-6.67	0.0001

B44	0.047341	0.0041028	11.54	0.0001
B46	0.033033	0.0047303	6.98	0.0001

Number of Observations		Statistics for System
Used	29	Objective
Missing	0	Objective*N
		559.9640

OBS	_NAME_	_TYPE_	_NUSED_	B10	B11	B12	B13	B14	B16	B20	B22
1		SUR	29	-2.57459	-0.057408	0.060239	0.017495	.0031128	0.14038	-3.23864	0.21372
OBS	B23	B24	B26	B30	B33	B34	B36	B40	B44	B46	
1	-0.019020	0.020072	0.16681	1.15871	0.068659	-.0050201	-0.067473	-0.60604	0.047341	0.033033	

	B	W
	0.1403787	0.0900941
	0.1668107	0.1797352
	-0.067473	0.1766411
	0.0330328	0.0664685
	-0.272749	0.4870611

	G
0.0574081	0.0602392
0.0602392	0.2137207
0.017495	-0.01902
0.0031128	0.0200724
-0.138255	-0.275012
0.017495	-0.01902
0.0686592	-0.00502
-0.00502	0.0473409
-0.062114	-0.065506
0.5408868	

	EII	DII	NI
	-0.503177	-0.272704	2.5581344

	EII	DII	NI
	0.0222759	0.3688218	1.9280914

	EII	DII	NI
	-0.543834	-0.434665	0.618023

	EII	DII	NI
	-0.320802	-0.221301	1.4969698

	EII	DII	NI
	0.3832606	0.5975723	0.4400099

	EIJ	DIJ	I	J
	0.4968233	0.7272961	1	1

	EIJ	DIJ	I	J
	0.5982593	0.8483608	1	2

	EIJ	DIJ	I	J
	0.1225865	0.3708265	1	3

	EIJ	DIJ	I	J
	-0.155724	0.1010196	1	4

	EIJ	DIJ	I	J
	-1.560531	-1.047503	1	5

	EIJ	DIJ	I	J
	0.0023727	0.4252495	2	1

	EIJ	DIJ	I	J
	1.0222759	1.3688218	2	2

EIJ	DIJ	I	J
-0.275558	0.0708162	2	3
EIJ	DIJ	I	J
-0.339389	0.1781462	2	4
EIJ	DIJ	I	J
-1.591651	-1.043034	2	5
EIJ	DIJ	I	J
0.2313316	0.1891365	3	1
EIJ	DIJ	I	J
-0.041367	0.0720566	3	2
EIJ	DIJ	I	J
0.4561664	0.5653346	3	3
EIJ	DIJ	I	J
0.1508905	0.0380488	3	4
EIJ	DIJ	I	J
-0.327167	0.1354235	3	5
EIJ	DIJ	I	J
0.0224614	0.1369261	4	1
EIJ	DIJ	I	J
0.2897679	0.4817191	4	2
EIJ	DIJ	I	J
-0.087956	0.1011154	4	3
EIJ	DIJ	I	J
0.6791981	0.7786995	4	4
EIJ	DIJ	I	J
-0.990029	-0.49846	4	5
EIJ	DIJ	I	J
1.1906648	-0.193762	5	1
EIJ	DIJ	I	J
0.1744832	-0.3849	5	2
EIJ	DIJ	I	J
0.6245377	0.0491137	5	3
EIJ	DIJ	I	J
1.8641326	-0.068024	5	4
EIJ	DIJ	I	J
1.3832606	1.5975723	5	5

PROGRAMA SUR INDICE DIVISIA

DATA A;

```
INPUT QAVE PAVE QBOV PBOV QPORK PPORK QHUE PHUE QPQO PINDF INDDIV;
LP1=LOG(PAVE); LP2=LOG(PBOV); LP3=LOG(PPORK); LP4=LOG(PHUE); LP5=LOG(PINDF);
X=QAVE*PAVE+QBOV*PBOV+QPORK*PPORK+QHUE*PHUE+QPQO*PINDF;
S1=(QAVE*PAVE)/X;
S2=(QBOV*PBOV)/X;
S3=(QPORK*PPORK)/X;
S4=(QHUE*PHUE)/X;
S5=(QPQO*PINDF)/X;
S=S1*LP1+S2*LP2+S3*LP3+S4*LP4+S5*LP5;
LX=LOG(X); LXR=LX-INDDIV;
CARDS;
```

192022	11.60	426495	8.90	479031	11.00	342959	6.84	19314409.76	1.000000	0.00000
204811	11.60	416541	9.30	503598	11.10	348133	6.15	20435123.90	1.012904	0.00696
217151	11.75	405658	11.00	567606	12.10	401272	7.55	22097018.83	1.011570	0.05502
229667	12.80	413746	16.00	640165	14.40	405976	7.28	22419396.31	1.187336	0.22917
248904	14.50	459663	17.50	719384	18.50	387850	9.43	22415809.86	1.741693	0.52812
267904	16.00	562390	18.20	809054	18.95	424369	12.82	24016881.39	2.103284	0.67388
289149	18.00	640498	19.20	902751	19.95	458430	13.23	22791334.35	2.240218	0.73171
308852	30.63	677146	27.74	1005328	28.59	507123	18.35	25453686.47	2.810555	1.02450
334235	27.00	661910	33.50	1079230	30.00	553635	21.10	27342463.67	3.162958	1.12606
365528	33.00	617989	44.00	1165468	40.00	603995	22.98	24701347.69	3.622160	1.30683
398514	47.85	1066795	51.36	1250882	42.19	646918	24.33	28634480.51	5.019068	1.55344
437311	53.40	1179318	61.98	1306574	96.77	666573	30.71	31960515.48	6.656447	1.91800
454353	110.53	1214739	102.52	1365553	113.04	702614	45.51	27204178.45	9.210002	2.26101
471839	190.65	1034444	180.15	1485495	176.37	716361	92.53	30132024.53	17.094841	2.83178
498758	290.84	958647	268.23	1453946	249.44	740463	129.43	29605034.41	31.372275	3.33369
607164	473.39	996869	602.72	1294587	556.12	825522	211.48	31419416.21	52.702242	3.94148
660994	860.35	1243802	909.93	960026	831.69	997567	483.00	28109656.31	91.032182	4.46401
666191	1995.85	1270851	1836.80	913667	1889.13	975229	1037.00	27232885.55	217.167949	5.28971
700752	4173.56	1266857	4877.86	996960	5138.63	1100937	1848.00	26078518.26	311.471997	5.92297
647737	5417.93	1244830	7180.29	906545	6143.79	1054149	2180.09	25097676.86	504.387151	6.29180
788852	6262.14	1217497	7676.09	857148	6572.74	1012948	2607.31	30806054.58	649.312192	6.45885
917195	6485.21	1457139	8493.70	974843	7575.29	1146781	2622.41	31776615.72	709.483833	6.55104
982290	5220.28	1525997	8176.62	1017570	7143.45	1166897	2592.26	33225581.92	708.701559	6.51804
1151305	5970.00	1471055	8340.00	1002157	7300.00	1238924	2980.00	36435073.50	727.038779	6.55034
1248157	6010.00	1632683	8130.00	1123542	6690.00	1253719	3180.00	36716348.63	692.924748	6.51298
1400605	7160.00	1501187	10580.00	1000636	9650.00	1245930	4670.00	37010095.44	1007.230430	6.84572
1377660	9600.00	1493142	13290.00	976405	13640.00	1243953	7560.00	36961889.09	1472.515081	7.19617
1597057	11370.00	1665452	17580.00	1040431	18140.00	1340840	7900.00	35997086.53	1517.502532	7.31631
1771611	13240.00	1891652	18980.00	1195309	15880.00	1473304	7180.00	38420935.78	1685.532757	7.37283

PROC MEANS; VAR S1 S2 S3 S4 S5;

PROC SYNLIN SUR DW OUTSUSED=S1 DATA=A VARDEF=N noprint;

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;

EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LXR;

PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16

B20 B21 B22 B23 B24 B25 B26

B30 B31 B32 B33 B34 B35 B36

B40 B41 B42 B43 B44 B45 B46;

S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+B15*LP5+B16*LXR;

S2=B20+B21*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+B25*LP5+B26*LXR;

S3=B30+B31*LP1+B32*LP2+B33*LP3+B34*LP4+B35*LP5+B36*LXR;

S4=B40+B41*LP1+B42*LP2+B43*LP3+B44*LP4+B45*LP5+B46*LXR;

PROC SYNLIN SUR DW DATA=A SDATA=S1 OUTEST=BETA;

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;

EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LXR;

PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16

B20 B22 B23 B24 B26

B30 B33 B34 B36

B40 B44 B46;

BM1=-B11-B12-B13-B14;

BM2=-B12-B22-B23-B24;

BM3=-B13-B23-B33-B34;

BM4=-B14-B24-B34-B44;

S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*LXR;

```

S2=B20+B12*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*LXR;
S3=B30+B13*LP1+B23*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*LXR;
S4=B40+B14*LP1+B24*LP2+B34*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*LXR;
PROC PRINT;
RUN;

```

```

DATA B; set beta;
B50=1-B10-B20-B30-B40;
B56=-B16-B26-B36-B46;
B15=-B11-B12-B13-B14;
B25=-B12-B22-B23-B24;
B35=-B13-B23-B33-B34;
B45=-B14-B24-B34-B44;
B55=-B15-B25-B35-B45;
;
PROC IML;
USE B; READ ALL INTO R1 VAR{B11 B12 B13 B14 B15};
USE B; READ ALL INTO R2 VAR{B12 B22 B23 B24 B25};
USE B; READ ALL INTO R3 VAR{B13 B23 B33 B34 B35};
USE B; READ ALL INTO R4 VAR{B14 B24 B34 B44 B45};
USE B; READ ALL INTO R5 VAR{B15 B25 B35 B45 B55};

USE B; READ ALL INTO B VAR{B16 B26 B36 B46 B56};

W={0.0900941 0.1797352 0.1766411 0.0664685 0.4870611};
B=B'; W=W';
PRINT B W;
G=R1//R2//R3//R4//R5; PRINT G;

DO I=1 TO 5;
Eii=(G[I,I]/W[I])-B[I]-1;
Dii=(G[I,I]/W[I])+W[I]-1;
Ni=1+(B[I]/W[I]);
PRINT Eii Dii Ni;
END;

DO I=1 TO 5; DO J=1 TO 5;
Eij=G[I,J]/W[I]-B[I]*(W[I]/W[J]);
Dij=G[I,J]/W[I]+W[J];
PRINT Eij Dij I J;
END ; END;
QUIT;

```

RESULTADOS

The SAS System 10:35 Thursday, January 1, 1998 55

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
S1	29	0.0900941	0.0301143	0.0499540	0.1526304
S2	29	0.1797352	0.0482105	0.1117041	0.2710665
S3	29	0.1766411	0.0426820	0.1208339	0.2772151
S4	29	0.0664685	0.0110596	0.0448817	0.0869781
S5	29	0.4870611	0.0648416	0.3331110	0.5968618

SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	9
Endogenous	4
Exogenous	5
Parameters	18
Equations	4
Number of Statements	8

Model Variables: S1 S2 S3 S4 LP1 LP2 LP3 LP4 LXR

B46

Parameters: B10 B11 B12 B13 B14 B16 B20 B22 B23 B24 B26 B30 B33 B34 B36 B40 B44

Equations: S1 S2 S3 S4

SYSNLIN Procedure

NOTE: The parameter B12 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B13 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B14 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B23 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B24 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTE: The parameter B34 is shared by 2 of the equations to be estimated.

SYSNLIN Procedure

The 4 Equations to Estimate are:

S1 = F(B10(1), B11, B12, B13, B14, B16(LXR))
S2 = F(B12, B20(1), B22, B23, B24, B26(LXR))
S3 = F(B13, B23, B30(1), B33, B34, B36(LXR))
S4 = F(B14, B24, B34, B40(1), B44, B46(LXR))

SYSNLIN Procedure

SUR Estimation

SUR Estimation Summary

Dataset Option	Dataset
DATA=	A
SDATA=	S1
OUTEST=	BETA

Parameters Estimated 18

Minimization Summary

Method	GAUSS
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	2.2529E-12
PPC	6.6E-11
RPC(B20)	22683.59
Object	0.9884782
Trace(S)	0.00247099
Objective Value	16.2147013

Observations Processed

Read	29
Solved	29

SYSNLIN Procedure

SUR Estimation

Nonlinear SUR Summary of Residual Errors

Equation	DF Model	DF Error	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq	Durbin Watson
S1	4.5	24.5	0.00813	0.0003317	0.01821	0.6800	0.6343	0.316
S2	4.5	24.5	0.01334	0.0005446	0.02334	0.7950	0.7657	1.001
S3	4.5	24.5	0.03722	0.0015191	0.03898	0.2704	0.1661	0.231

S4 4.5 24.5 0.00185 0.00007565 0.0086978 0.4588 0.3815 0.608

Nonlinear SUR Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Approx. Std Err	'T' Ratio	Approx. Prob> T
B10	-1.604844	0.11159	-14.38	0.0001
B11	0.039615	0.0092051	4.30	0.0002
B12	0.023117	0.01002	2.31	0.0299
B13	-0.011430	0.01102	-1.04	0.3099
B14	-0.00111906	0.0041154	-0.27	0.7880
B16	0.088309	0.0059836	14.76	0.0001
B20	-2.290942	0.18823	-12.17	0.0001
B22	0.138546	0.02311	6.00	0.0001
B23	-0.039152	0.01873	-2.09	0.0473
B24	0.014130	0.0055045	2.57	0.0169
B26	0.120675	0.01049	11.50	0.0001
B30	0.877764	0.22020	3.99	0.0005
B33	0.124822	0.02618	4.77	0.0001
B34	-0.018453	0.0052132	-3.54	0.0017
B36	-0.047245	0.01204	-3.92	0.0006
B40	-0.554169	0.06440	-8.61	0.0001
B44	0.060897	0.0045175	13.48	0.0001
B46	0.029808	0.0033008	9.03	0.0001

Number of Observations
Used 29
Missing 0

Statistics for System
Objective 16.2147
Objective*N 470.2263

	N	T	N									
	A	Y	U									
O	M	P	E	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B	E	E	D	1	1	1	1	1	1	2	2	2
S	-	-	-	0	1	2	3	4	6	0	2	3

1 SUR 29 -1.60484 0.039615 0.023117 -0.011430 -.0011191 0.088309 -2.29094 0.13855 -0.039152

O	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
S	4	6	0	3	4	6	0	4	4	6

1 0.014130 0.12067 0.87776 0.12482 -0.018453 -0.047245 -0.55417 0.060897 0.029808

B W
0.0883086 0.0900941
0.1206745 0.1797352
-0.047245 0.1766411
0.029808 0.0664685
-0.191547 0.4870611

G
0.0396147 0.0231169 -0.01143 -0.001119 -0.050182
0.0231169 0.1385464 -0.039152 0.0141301 -0.136642
-0.01143 -0.039152 0.1248217 -0.018453 -0.055787
-0.001119 0.0141301 -0.018453 0.0608973 -0.055455
-0.050182 -0.136642 -0.055787 -0.055455 0.2980657

EII	DII	NI
-0.648605	-0.470202	1.9801817

EII	DII	NI
-0.349838	-0.049428	1.6714017

EII	DII	NI
-0.246115	-0.116719	0.7325393

EII	DII	NI
-0.113625	-0.017349	1.4484526

EII	DII	NI
-0.196486	0.0990289	0.60673

EIJ	DIJ	I	J
0.3513951	0.5297978	1	1

EIJ	DIJ	I	J
0.212321	0.4363217	1	2

EIJ	DIJ	I	J
-0.171911	0.0497712	1	3

EIJ	DIJ	I	J
-0.132118	0.0540475	1	4

EIJ	DIJ	I	J
-0.573334	-0.069938	1	5

EIJ	DIJ	I	J
-0.112126	0.2187107	2	1

EIJ	DIJ	I	J
0.6501619	0.9505716	2	2

EIJ	DIJ	I	J
-0.340618	-0.041189	2	3

EIJ	DIJ	I	J
-0.247696	0.1450846	2	4

EIJ	DIJ	I	J
-0.80477	-0.273178	2	5

EIJ	DIJ	I	J
0.0279203	0.0253853	3	1

EIJ	DIJ	I	J
-0.175214	-0.04191	3	2

EIJ	DIJ	I	J
0.7538848	0.8832813	3	3
EIJ	DIJ	I	J
0.0210859	-0.037999	3	4
EIJ	DIJ	I	J
-0.298685	0.1712425	3	5
EIJ	DIJ	I	J
-0.038827	0.0732581	4	1
EIJ	DIJ	I	J
0.2015598	0.3923184	4	2
EIJ	DIJ	I	J
-0.28884	-0.100982	4	3
EIJ	DIJ	I	J
0.8863746	0.9826511	4	4
EIJ	DIJ	I	J
-0.838374	-0.347245	4	5
EIJ	DIJ	I	J
0.9324959	-0.012937	5	1
EIJ	DIJ	I	J
0.238525	-0.100808	5	2
EIJ	DIJ	I	J
0.4136235	0.062104	5	3
EIJ	DIJ	I	J
1.2897385	-0.047388	5	4
EIJ	DIJ	I	J
0.8035144	1.0990289	5	5

PROGRAMA SUR INDICE STONE PRIMERAS DIFERENCIAS

```
DATA A;
INPUT QAVE PAVE QBOV PBOV QPORK PPORK QHUE PHUE QPQO PINDF INDDIV;
LP1=LOG(PAVE); LP2=LOG(PBOV); LP3=LOG(PPORK); LP4=LOG(PHUE); LP5=LOG(PINDF);
X=QAVE*PAVE+QBOV*PBOV+QPORK*PPORK+QHUE*PHUE+QPQO*PINDF;
S1=(QAVE*PAVE)/X;
S2=(QBOV*PBOV)/X;
S3=(QPORK*PPORK)/X;
S4=(QHUE*PHUE)/X;
S5=(QPQO*PINDF)/X;
S=S1*LP1+S2*LP2+S3*LP3+S4*LP4+S5*LP5;
DS1=DIF(S1); DS2=DIF(S2); DS3=DIF(S3); DS4=DIF(S4);
DLP1=DIF(LP1); DLP2=DIF(LP2); DLP3=DIF(LP3); DLP4=DIF(LP4); DLP5=DIF(LP5);
LX=LOG(X); LXR=LX-S;
DLXR=DIF(LXR);
```

CARDS;

192022	11.60	426495	8.90	479031	11.00	342959	6.84	19314409.76	1.000000	0.00000
204811	11.60	416541	9.30	503598	11.10	348133	6.15	20435123.90	1.012904	0.00696
217151	11.75	405658	11.00	567606	12.10	401272	7.55	22097018.83	1.011570	0.05502
229667	12.80	413746	16.00	640165	14.40	405976	7.28	22419396.31	1.187336	0.22917
248904	14.50	459663	17.50	719384	18.50	387850	9.43	22415809.86	1.741693	0.52812
267904	16.00	562390	18.20	809054	18.95	424369	12.82	24016881.39	2.103284	0.67386
289149	18.00	640498	19.20	902751	19.95	458430	13.23	22791334.35	2.240218	0.73171
308852	30.63	677146	27.74	1005328	28.59	507123	18.35	25453686.47	2.810555	1.02450
334235	27.00	661910	33.50	1079230	30.00	553635	21.10	27342463.67	3.162958	1.12606
365528	33.00	617989	44.00	1165468	40.00	603995	22.98	24701347.69	3.622160	1.30683
398514	47.85	1066795	51.36	1250882	42.19	646918	24.33	28634480.51	5.019068	1.55344
437311	53.40	1179318	61.98	1306574	96.77	666573	30.71	31960515.48	6.656447	1.91800
454353	110.53	1214739	102.52	1365553	113.04	702614	45.51	27204178.45	9.210002	2.26101
471839	190.65	1034444	180.15	1485495	176.37	716361	92.53	30132024.53	17.094841	2.83178
498758	290.84	958647	268.23	1453946	249.44	740463	129.43	29605034.41	31.372275	3.33369
607164	473.39	996869	602.72	1294587	556.12	825522	211.48	31419416.21	52.702242	3.94148
660994	860.35	1243802	909.93	960026	831.69	997567	483.00	28109656.31	91.032182	4.46401
666191	1995.85	1270851	1836.80	913667	1889.13	975229	1037.00	27232885.55	217.167949	5.28971
700752	4173.56	1266857	4877.86	996960	5138.63	1100937	1848.00	26078518.26	311.471997	5.92297
647737	5417.93	1244830	7180.29	906545	6143.79	1054149	2180.09	25097676.86	504.387151	6.29180
788852	6262.14	1217497	7676.09	857148	6572.74	1012948	2607.31	30806054.58	649.312192	6.45885
917195	6485.21	1457139	8493.70	974843	7575.29	1146781	2622.41	31776615.72	709.483833	6.55104
982290	5220.28	1525997	8176.62	1017570	7143.45	1166897	2592.26	33225581.92	708.701559	6.51804
1151305	5970.00	1471055	8340.00	1002157	7300.00	1238924	2980.00	36435073.50	727.038779	6.55024
1248157	6010.00	1632683	8130.00	1123542	6690.00	1253719	3180.00	36716348.63	692.924748	6.51298
1400605	7160.00	1501187	10580.00	1000636	9650.00	1245930	4670.00	37010095.44	1007.230430	6.84572
1377660	9600.00	1493142	13290.00	976405	13640.00	1243953	7560.00	36961889.09	1472.515081	7.19617
1597057	11370.00	1665452	17580.00	1040431	18140.00	1340840	7900.00	35997086.53	1517.502532	7.31631
1771611	13240.00	1891652	18980.00	1195309	15880.00	1473304	7180.00	38420935.78	1685.532757	7.37283

```
PROC MEANS; VAR S1 S2 S3 S4 S5;
```

```
PROC SYNLIN SUR DW OUTSUSED=S1 DATA=A VARDEF=N noprint;
```

```
ENDOGENOUS DS1 DS2 DS3 DS4;
```

```
EXOGENOUS DLP1 DLP2 DLP3 DLP4 DLP5 DLXR;
```

```
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16
```

```
B20 B21 B22 B23 B24 B25 B26
```

```
B30 B31 B32 B33 B34 B35 B36
```

```
B40 B41 B42 B43 B44 B45 B46;
```

```
DS1 =B10+B11*DLP1+B12*DLP2+B13*DLP3+B14*DLP4+B15*DLP5+B16*DLXR;
```

```
DS2 =B20+B21*DLP1+B22*DLP2+B23*DLP3+B24*DLP4+B25*DLP5+B26*DLXR;
```

```
DS3 =B30+B31*DLP1+B32*DLP2+B33*DLP3+B34*DLP4+B35*DLP5+B36*DLXR;
```

```
DS4 =B40+B41*DLP1+B42*DLP2+B43*DLP3+B44*DLP4+B45*DLP5+B46*DLXR;
```

```
PROC SYNLIN SUR DW DATA=A SDATA=S1 OUTEST=BETA;
```

```
ENDOGENOUS DS1 DS2 DS3 DS4;
```

```
EXOGENOUS DLP1 DLP2 DLP3 DLP4 DLXR;
```

```
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16
```

```
B20 B22 B23 B24 B26
```

```
B30 B33 B34 B36
```

```
B40 B44 B46;
```

```
BM1=-B11-B12-B13-B14;
```

```
BM2=-B12-B22-B23-B24;
```

```

BM3=-B13-B23-B33-B34;
BM4=-B14-B24-B34-B44;

DS1  =B10+B11*DLP1+B12*DLP2+B13*DLP3+B14*DLP4+BM1*DLP5+B16*DLXR;
DS2  =B20+B12*DLP1+B22*DLP2+B23*DLP3+B24*DLP4+BM2*DLP5+B26*DLXR;
DS3  =B30+B13*DLP1+B23*DLP2+B33*DLP3+B34*DLP4+BM3*DLP5+B36*DLXR;
DS4  =B40+B14*DLP1+B24*DLP2+B34*DLP3+B44*DLP4+BM4*DLP5+B46*DLXR;

PROC PRINT;
RUN;

DATA B; set beta;
B50=1-B10-B20-B30-B40;
B56=-B16-B26-B36-B46;
B15=-B11-B12-B13-B14;
B25=-B12-B22-B23-B24;
B35=-B13-B23-B33-B34;
B45=-B14-B24-B34-B44;
B55=-B15-B25-B35-B45;
;
PROC IML;
USE B; READ ALL INTO R1 VAR{B11 B12 B13 B14 B15};
USE B; READ ALL INTO R2 VAR{B12 B22 B23 B24 B25};
USE B; READ ALL INTO R3 VAR{B13 B23 B33 B34 B35};
USE B; READ ALL INTO R4 VAR{B14 B24 B34 B44 B45};
USE B; READ ALL INTO R5 VAR{B15 B25 B35 B45 B55};

USE B; READ ALL INTO B VAR{B16 B26 B36 B46 B56};

W={0.0900941 0.1797352 0.1766411 0.0664685 0.4870611};
B=B`; W=W`;
PRINT B W;
G=R1//R2//R3//R4//R5; PRINT G;

DO I=1 TO 5;
Eii=(G[I,I]/W[I])-B[I]-1;
Dii=(G[I,I]/W[I])+W[I]-1;
Ni=1+(B[I]/W[I]);
PRINT Eii Dii Ni;
END;

DO I=1 TO 5; DO J=1 TO 5;
Eij=G[I,J]/W[I]-B[I]*(W[I]/W[J]);
Dij=G[I,J]/W[I]+W[J];
PRINT Eij Dij I J;
END ; END;
QUIT;

```

RESULTADOS

The SAS System 11:20 Thursday, January 1, 1998 28

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
S1	29	0.0900941	0.0301143	0.0499540	0.1526304
S2	29	0.1797352	0.0482105	0.1117041	0.2710665
S3	29	0.1766411	0.0426820	0.1208339	0.2772151
S4	29	0.0664685	0.0110596	0.0448817	0.0869781
S5	29	0.4870611	0.0648416	0.3331110	0.5968618

SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	9
Endogenous	4
Exogenous	5

Parameters	18
Equations	4
Number of Statements	8

Model Variables: DS1 DS2 DS3 DS4 DLP1 DLP2 DLP3 DLP4 DLXR

Parameters: B10 B11 B12 B13 B14 B16 B20 B22 B23 B24 B26 B30 B33 B34 B36 B40 B44 B46

Equations: DS1 DS2 DS3 DS4

SYSNLIN Procedure

NOTE: The parameter B12 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B13 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B14 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B23 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B24 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B34 is shared by 2 of the equations to be estimated.

SYSNLIN Procedure

The 4 Equations to Estimate are:

DS1 = F(B10(1), B11, B12, B13, B14, B16(DLXR))
 DS2 = F(B12, B20(1), B22, B23, B24, B26(DLXR))
 DS3 = F(B13, B23, B30(1), B33, B34, B36(DLXR))
 DS4 = F(B14, B24, B34, B40(1), B44, B46(DLXR))

SYSNLIN Procedure SUR Estimation

SUR Estimation Summary

Dataset Option	Dataset
DATA=	A
SDATA=	S1
OUTEST=	BETA

Parameters Estimated 18

Minimization Summary

Method	GAUSS
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	0
PPC	0
RPC(B33)	1385.367
Object	0.91042695
Trace(S)	0.00069398
Objective Value	5.32401362

Observations Processed

Read	29
Solved	29
Used	28
Missing	1

SYSNLIN Procedure SUR Estimation

Nonlinear SUR Summary of Residual Errors

DF DF

Durbin

Equation	Model	Error	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq	Watson
DS1	4.5	23.5	0.0009928	0.00004225	0.0064998	0.7315	0.6915	2.025
DS2	4.5	23.5	0.00925	0.0003936	0.01984	0.5654	0.5007	2.367
DS3	4.5	23.5	0.00580	0.0002467	0.01571	0.8146	0.7870	1.326
DS4	4.5	23.5	0.0002670	0.00001136	0.0033705	0.9191	0.9070	1.528

Nonlinear SUR Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Approx. Std Err	'T' Ratio	Approx. Prob> T
B10	0.00390409	0.0011223	3.48	0.0020
B11	0.071262	0.0072086	9.89	0.0001
B12	-0.00742458	0.0090915	-0.82	0.4225
B13	-0.012125	0.0062892	-1.93	0.0663
B14	-0.010777	0.0036733	-2.93	0.0075
B16	-0.00248246	0.01195	-0.21	0.8373
B20	0.00509785	0.0033642	1.52	0.1433
B22	0.096665	0.02845	3.40	0.0025
B23	-0.045382	0.01603	-2.83	0.0095
B24	-0.011412	0.0048791	-2.34	0.0284
B26	-0.089302	0.03228	-2.77	0.0110
B30	0.00082384	0.0024327	0.34	0.7379
B33	0.140022	0.01417	9.88	0.0001
B34	-0.022727	0.0036474	-6.23	0.0001
B36	-0.060966	0.02193	-2.78	0.0107
B40	0.00183548	0.0005914	3.10	0.0050
B44	0.071468	0.0038775	18.43	0.0001
B46	-0.035708	0.0066758	-5.35	0.0001

Number of Observations
Used 28
Missing 1

Statistics for System
Objective 5.3240
Objective*N 149.0724

	N	T	N									
	A	Y	U									
O	M	P	E	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B	E	E	D	1	1	1	1	1	2	2	2	2
S	-	-	-	0	1	2	3	4	6	0	2	3

1 SUR 28 .0039041 0.071262 -.0074246 -0.012125 -0.010777 -.0024825 .0050979 0.096665 -0.045382

O	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
S	4	6	0	3	4	6	0	4	4	6

1 -0.011412 -0.089302 .00082384 0.14002 -0.022727 -0.060966 .0018355 0.071468 -0.035708

B W
-0.002482 0.0900941
-0.089302 0.1797352
-0.060966 0.1766411
-0.035708 0.0664685
0.1884585 0.4870611

G

0.0712619	-0.007425	-0.012125	-0.010777	-0.040935
-0.007425	0.0966648	-0.045382	-0.011412	-0.032447
-0.012125	-0.045382	0.140022	-0.022727	-0.059789
-0.010777	-0.011412	-0.022727	0.071468	-0.026552
-0.040935	-0.032447	-0.059789	-0.026552	0.159723

EII	DII	NI
-0.206545	-0.118934	0.9724459

EII	DII	NI
-0.37288	-0.282447	0.5031454

EII	DII	NI
-0.146342	-0.030667	0.6548603

EII	DII	NI
0.1109233	0.1416839	0.462784

EII	DII	NI
-0.860526	-0.185007	1.3869299

EIJ	DIJ	I	J
0.7934549	0.8810665	1	1

EIJ	DIJ	I	J
-0.081165	0.097326	1	2

EIJ	DIJ	I	J
-0.133312	0.0420634	1	3

EIJ	DIJ	I	J
-0.116259	-0.053155	1	4

EIJ	DIJ	I	J
-0.453903	0.0326991	1	5

EIJ	DIJ	I	J
0.1368471	0.0487857	2	1

EIJ	DIJ	I	J
0.62712	0.7175529	2	2

EIJ	DIJ	I	J
-0.161625	-0.07585	2	3

EIJ	DIJ	I	J
0.1779857	0.002975	2	4

EIJ	DIJ	I	J
-0.14757	0.3065364	2	5

EIJ	DIJ	I	J
0.0508913	0.021454	3	1

EIJ	DIJ	I	J
-0.196997	-0.077179	3	2
EIJ	DIJ	I	J
0.8536581	0.9693334	3	3
EIJ	DIJ	I	J
0.0333573	-0.062192	3	4
EIJ	DIJ	I	J
-0.316368	0.1485831	3	5
EIJ	DIJ	I	J
-0.135798	-0.072048	4	1
EIJ	DIJ	I	J
-0.158485	0.0080445	4	2
EIJ	DIJ	I	J
-0.32848	-0.165276	4	3
EIJ	DIJ	I	J
1.1109233	1.1416839	4	4
EIJ	DIJ	I	J
-0.394592	0.0875959	4	5
EIJ	DIJ	I	J
-1.102878	0.0060485	5	1
EIJ	DIJ	I	J
-0.577317	0.113118	5	2
EIJ	DIJ	I	J
-0.642401	0.0538862	5	3
EIJ	DIJ	I	J
-1.435482	0.0119541	5	4
EIJ	DIJ	I	J
0.1394736	0.8149932	5	5

PROGRAMA OLS UN REZAGO

DATA A;

INPUT QAVE PAVE QBOV PBOV QPORK PPORK QHUE PHUE QPQO PINDF INDDIV;
LP1=LOG(PAVE); LP2=LOG(PBOV); LP3=LOG(PPORK); LP4=LOG(PHUE); LP5=LOG(PINDF);
X=QAVE*PAVE+QBOV*PBOV+QPORK*PPORK+QHUE*PHUE+QPQO*PINDF;

S1=(QAVE*PAVE)/X;

S2=(QBOV*PBOV)/X;

S3=(QPORK*PPORK)/X;

S4=(QHUE*PHUE)/X;

S5=(QPQO*PINDF)/X;

S=S1*LP1+S2*LP2+S3*LP3+S4*LP4+S5*LP5;

LX=LOG(X); LXR=LX-S;

uno=1;

CARDS;

192022	11.60	426495	8.90	479031	11.00	342959	6.84	19314409.76	1.000000	0.000000
204811	11.60	416541	9.30	503598	11.10	348133	6.15	20435123.90	1.012904	0.00696
217151	11.75	405658	11.00	567606	12.10	401272	7.55	22097018.83	1.011570	0.05502
229667	12.80	413746	16.00	640165	14.40	405976	7.28	22419396.31	1.187336	0.22917
248904	14.50	459663	17.50	719384	18.50	387850	9.43	22415809.86	1.741693	0.52812
267904	16.00	562390	18.20	809054	18.95	424369	12.82	24016881.39	2.103284	0.67386
289149	18.00	640498	19.20	902751	19.95	458430	13.23	22791334.35	2.240218	0.73171
308852	30.63	677146	27.74	1005328	28.59	507123	18.35	25453686.47	2.810555	1.02450
334235	27.00	661910	33.50	1079230	30.00	553635	21.10	27342463.67	3.162958	1.12606
365528	33.00	617989	44.00	1165468	40.00	603995	22.98	24701347.69	3.622160	1.30683
398514	47.85	1066795	51.36	1250882	42.19	646918	24.33	28634480.51	5.019068	1.55344
437311	53.40	1179318	61.98	1306574	96.77	666573	30.71	31960515.48	6.656447	1.91800
454353	110.53	1214739	102.52	1365553	113.04	702614	45.61	27204178.45	9.210002	2.26101
471839	190.65	1034444	180.15	1485495	176.37	716361	92.53	30132024.53	17.094841	2.83178
498758	290.84	958647	268.23	1453946	249.44	740463	129.43	29605034.41	31.372275	3.33369
607164	473.39	996869	602.72	1294587	556.12	825522	211.48	31419416.21	52.702242	3.94148
660994	860.35	1243802	909.93	960026	831.69	997567	483.00	28109656.31	91.032182	4.46401
666191	1995.85	1270851	1836.80	913667	1889.13	975229	1037.00	27232885.55	217.167949	5.28971
700752	4173.56	1266857	4877.86	996960	5138.63	1100937	1848.00	26078518.26	311.471997	5.92297
647737	5417.93	1244830	7180.29	906545	6143.79	1054149	2180.09	25097676.86	504.387151	6.29180
788852	6262.14	1217497	7676.09	857148	6572.74	1012948	2607.31	30806054.58	649.312192	6.45885
917195	6485.21	1457139	8493.70	974843	7575.29	1146781	2622.41	31776615.72	709.483833	6.55104
982290	5220.28	1525997	8176.62	1017570	7143.45	1166897	2592.26	33225581.92	708.701559	6.51804
1151305	5970.00	1471055	8340.00	1002157	7300.00	1238924	2980.00	36435073.50	727.038779	6.55034
1248157	6010.00	1632683	8130.00	1123542	6690.00	1253719	3180.00	36716348.63	692.924748	6.51298
1400605	7160.00	1501187	10580.00	1000636	9650.00	1245930	4670.00	37010095.44	1007.230430	6.84572
1377660	9600.00	1493142	13290.00	976405	13640.00	1243953	7560.00	36961889.09	1472.515081	7.19617
1597057	11370.00	1665452	17580.00	1040431	18140.00	1340840	7900.00	35997086.53	1517.502532	7.31631
1771611	13240.00	1891652	18980.00	1195309	15880.00	1473304	7180.00	38420935.78	1685.532757	7.37283

PROC PRINT; VAR S1 S2 S3 S4 S5 LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LX;

PROC MEANS; VAR S1 S2 S3 S4 S5;

PROC SYSNLIN ols DW DATA=A OUTEST=BETA collin;

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;

EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LXR;

PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16

B20 B22 B23 B24 B26

B30 B33 B34 B36

B40 B44 B46 RHO1; ***** RHO2 RHO3 RHO4;

BM1=-B11-B12-B13-B14;

BM2=-B12-B22-B23-B24;

BM3=-B13-B23-B33-B34;

BM4=-B14-B24-B34-B44;

S1HAT=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*LXR;

S2HAT=B20+B12*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*LXR;

S3HAT=B30+B13*LP1+B23*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*LXR;

S4HAT=B40+B14*LP1+B24*LP2+B34*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*LXR;

S1=S1HAT+RHO1*ZLAG(S1-S1HAT);

S2=S2HAT+RHO1*ZLAG(S2-S2HAT);

S3=S3HAT+RHO1*ZLAG(S3-S3HAT);

S4=S4HAT+RHO1*ZLAG(S4-S4HAT);

PROC SYSNLIN ols DW DATA=A OUTEST=BETA collin;

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;

EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LXR;

PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16

B20 B22 B23 B24 B26

B30 B33 B34 B36

```

      B40          B44      B46;  ***** RHO2 RHO3 RHO4;
BM1=-B11-B12-B13-B14;
BM2=-B12-B22-B23-B24;
BM3=-B13-B23-B33-B34;
BM4=-B14-B24-B34-B44;

S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*LXR;
S2=B20+B12*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*LXR;
S3=B30+B13*LP1+B23*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*LXR;
S4=B40+B14*LP1+B24*LP2+B34*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*LXR;

data c; set a;

PROC IML;

USE C; READ ALL INTO Y1 VAR {S1};
USE C; READ ALL INTO Y2 VAR {S2};
USE C; READ ALL INTO Y3 VAR {S3};
USE C; READ ALL INTO Y4 VAR {S4};

USE C; READ ALL INTO X1 VAR {UNO LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LXR};
USE C; READ ALL INTO X2 VAR {UNO LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LXR};
USE C; READ ALL INTO X3 VAR {UNO LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LXR};
USE C; READ ALL INTO X4 VAR {UNO LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 LXR};

Y=Y1//Y2//Y3//Y4;

X=BLOCK(X1,X2,X3,X4);

create b var {y};
append from y ;

create d var {x10 x11 x12 x13 x14 x15 x16 x20 x21 x22 x23 x24 x25 x26 x30 x31 x32 x33 x34
x35
x36 x40 x41 x42 x43 x44 x45 x46}; append from x;
quit;

data e; merge b d;
x11p=x11-x15; x12p=x12-x15; x13p=x13-x15; x14p=x14-x15;
x21p=x21-x25; x22p=x22-x25; x23p=x23-x25; x24p=x24-x25;
x31p=x31-x35; x32p=x32-x35; x33p=x33-x35; x34p=x34-x35;
x41p=x41-x45; x42p=x42-x45; x43p=x43-x45; x44p=x44-x45;

x12s=x12p+x21p;
x13s=x13p+x31p;
x14s=x14p+x41p;
x23s=x23p+x32p;
x24s=x24p+x42p;
x34s=x34p+x43p;

proc autoreg;
model y= x10 x11p x12s x13s x14s x16 x20 x22p x23s x24s x26 x30 x33p x34s x36 x40 x44p x46
/noint nlag=1;

RUN;
QUIT;

```

RESULTADOS

SYSNLIN Procedure
OLS Estimation

Nonlinear OLS Summary of Residual Errors

Equation	Model	DF	DF	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq	Durbin	Watson
		Error								

S1	4.75	24.25	0.00129	0.00005334	0.0073035	0.9491	0.9412	1.898
S2	4.75	24.25	0.00904	0.0003728	0.01931	0.8611	0.8396	2.317
S3	4.75	24.25	0.00591	0.0002435	0.01561	0.8842	0.8663	1.249
S4	4.75	24.25	0.0004605	0.00001899	0.0043577	0.8655	0.8447	1.226

Nonlinear OLS Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Approx. Std Err	'T' Ratio	Approx. Prob> T
B10	-0.218846	0.31013	-0.71	0.4872
B11	0.057742	0.01113	5.19	0.0001
B12	0.013234	0.01164	1.14	0.2667
B13	-0.017235	0.0085776	-2.01	0.0559
B14	-0.00226500	0.0058081	-0.39	0.7000
B16	0.00976367	0.01733	0.56	0.5784
B20	1.564677	0.76550	2.04	0.0521
B22	0.081851	0.03003	2.73	0.0118
B23	-0.044454	0.01728	-2.57	0.0167
B24	-0.027729	0.0071469	-3.88	0.0007
B26	-0.091817	0.04343	-2.11	0.0451
B30	0.850802	0.58974	1.44	0.1620
B33	0.148953	0.01844	8.08	0.0001
B34	-0.022700	0.0053936	-4.21	0.0003
B36	-0.052815	0.03356	-1.57	0.1287
B40	0.782663	0.18527	4.22	0.0003
B44	0.072793	0.0062377	11.67	0.0001
B46	-0.044698	0.01037	-4.31	0.0002
RHO1	1.024232	0.01532	66.84	0.0001

Number of Observations	Statistics for System
Used 29	Objective 0.000576
Missing 0	Objective*N 0.0167

The SAS System 11:37 Thursday, January 1, 1998

10

SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	9
Endogenous	4
Exogenous	5
Parameters	18
Equations	4
Number of Statements	8

Model Variables: S1 S2 S3 S4 LP1 LP2 LP3 LP4 LXR

Parameters: B10 B11 B12 B13 B14 B16 B20 B22 B23 B24 B26 B30 B33 B34 B36 B40 B44

B46

Equations: S1 S2 S3 S4

The SAS System 11:37 Thursday, January 1, 1998

11

SYSNLIN Procedure

NOTE: The parameter B12 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B13 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B14 is shared by 2 of the equations to be estimated.

NOTE: The parameter B23 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B24 is shared by 2 of the equations to be estimated.
 NOTE: The parameter B34 is shared by 2 of the equations to be estimated.

The SAS System 11:37 Thursday, January 1, 1998

12

SYSNLIN Procedure

The 4 Equations to Estimate are:

S1 = F(B10(1), B11, B12, B13, B14, B16(LXR))
 S2 = F(B12, B20(1), B22, B23, B24, B26(LXR))
 S3 = F(B13, B23, B30(1), B33, B34, B36(LXR))
 S4 = F(B14, B24, B34, B40(1), B44, B46(LXR))

The SAS System 11:37 Thursday, January 1, 1998

13

SYSNLIN Procedure

OLS Estimation

OLS Estimation Summary

Dataset Option Dataset
 DATA= A
 OUTEST= BETA

 Parameters Estimated 18

Minimization Summary

Method GAUSS
 Iterations 1

Final Convergence Criteria
 R 4.9072E-12
 PPC 7.66E-11
 RPC(B10) 26086.91
 Object 0.97165779
 Trace(S) 0.0026279
 Objective Value 0.00222012

Observations Processed

Read 29
 Solved 29

SYSNLIN Procedure

OLS Estimation

Nonlinear OLS Summary of Residual Errors

Equation	DF Model	DF Error	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq	Durbin Watson
S1	4.5	24.5	0.00820	0.0003347	0.01830	0.6770	0.6309	0.659
S2	4.5	24.5	0.01740	0.0007101	0.02665	0.7327	0.6945	1.075
S3	4.5	24.5	0.03469	0.0014158	0.03763	0.3200	0.2228	0.292
S4	4.5	24.5	0.00410	0.0001672	0.01293	-0.1962	-0.3670	0.801

Nonlinear OLS Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Approx. Std Err	'T' Ratio	Approx. Prob> T
B10	-2.634678	0.53739	-4.90	0.0001
B11	0.059560	0.03060	1.95	0.0634

B12	0.064064	0.02444	2.62	0.0149
B13	0.013560	0.02668	0.51	0.6159
B14	0.00746060	0.01625	0.46	0.6502
B16	0.143271	0.02817	5.09	0.0001
B20	-2.360581	0.59400	-3.97	0.0006
B22	0.198496	0.03972	5.00	0.0001
B23	-0.035936	0.03617	-0.99	0.3304
B24	-0.042647	0.01801	-2.37	0.0263
B26	0.124459	0.03197	3.89	0.0007
B30	0.847349	0.80272	1.06	0.3017
B33	0.089497	0.05628	1.59	0.1248
B34	0.016889	0.01940	0.87	0.3926
B36	-0.051004	0.04299	-1.19	0.2471
B40	-0.374775	0.38128	-0.98	0.3354
B44	0.027903	0.01729	1.61	0.1196
B46	0.026327	0.01984	1.33	0.1970

Number of Observations		Statistics for System	
Used	29	Objective	0.002220
Missing	0	Objective*N	0.0644
The SAS System		11:37 Thursday, January 1, 1998	

17

Autoreg Procedure

Dependent Variable = Y

Ordinary Least Squares Estimates

SSE	0.064383	DFE	98
MSE	0.000657	Root MSE	0.025632
SBC	-454.834	AIC	-504.399
Reg Rsq	0.9726	Total Rsq	0.9726
Durbin-Watson	0.6314		

NOTE: No intercept term is used. R-squares are redefined.

Variable	DF	B Value	Std Error	t Ratio	Approx Prob
X10	1	-2.634678	0.7663	-3.438	0.0009
X11P	1	0.059560	0.0426	1.398	0.1652
X12S	1	0.064064	0.0288	2.223	0.0285
X13S	1	0.013560	0.0292	0.465	0.6429
X14S	1	0.007461	0.0266	0.281	0.7794
X16	1	0.143271	0.0401	3.574	0.0005
X20	1	-2.360581	0.6439	-3.666	0.0004
X22P	1	0.198496	0.0378	5.251	0.0001
X23S	1	-0.035936	0.0302	-1.189	0.2374
X24S	1	-0.042647	0.0254	-1.681	0.0960
X26	1	0.124459	0.0341	3.646	0.0004
X30	1	0.847349	0.6784	1.249	0.2147
X33P	1	0.089497	0.0399	2.242	0.0272
X34S	1	0.016889	0.0256	0.659	0.5112
X36	1	-0.051004	0.0356	-1.433	0.1551
X40	1	-0.374775	0.6961	-0.538	0.5915
X44P	1	0.027903	0.0337	0.828	0.4099
X46	1	0.026327	0.0366	0.720	0.4734

Estimates of Autocorrelations

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
-----	------------	-------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

0	0.000555	1.000000	*****
1	0.000377	0.679830	*****

Preliminary MSE = 0.000299

18

The SAS System 11:37 Thursday, January 1, 1998

Autoreg Procedure

Estimates of the Autoregressive Parameters

Lag	Coefficient	Std Error	t Ratio
1	-0.67983035	0.074462	-9.130

Yule-Walker Estimates

SSE	0.026623	DFE	97
MSE	0.000274	Root MSE	0.016567
SBC	-551.897	AIC	-604.215
Reg Rsq	0.9083	Total Rsq	0.9887
Durbin-Watson	1.4339		

NOTE: No intercept term is used. R-squares are redefined.

Variable	DF	B Value	Std Error	t Ratio	Approx Prob
X10	1	-1.623835	0.6122	-2.652	0.0093
X11P	1	0.062619	0.0280	2.237	0.0276
X12S	1	0.035149	0.0202	1.737	0.0855
X13S	1	-0.008356	0.0178	-0.469	0.6398
X14S	1	-0.001064	0.0192	-0.055	0.9560
X16	1	0.090867	0.0332	2.737	0.0074
X20	1	-1.635416	0.5253	-3.113	0.0024
X22P	1	0.161219	0.0261	6.184	0.0001
X23S	1	-0.028962	0.0181	-1.598	0.1133
X24S	1	-0.032001	0.0182	-1.761	0.0813
X26	1	0.088233	0.0287	3.070	0.0028
X30	1	0.279362	0.5547	0.504	0.6157
X33P	1	0.144792	0.0222	6.534	0.0001
X34S	1	-0.012589	0.0170	-0.742	0.4600
X36	1	-0.020481	0.0304	-0.675	0.5016
X40	1	0.351792	0.5799	0.607	0.5455
X44P	1	0.061460	0.0257	2.387	0.0189
X46	1	-0.016536	0.0317	-0.522	0.6027