

UN SISTEMA DE DEMANDA CASI IDEAL (AIDS) APLICADO A ONCE FRUTAS EN MÉXICO (1960-1998)

AN ALMOST IDEAL DEMAND SYSTEM (AIDS) APPLIED TO ELEVEN FRUITS IN MÉXICO (1960-1998)

Miguel Ángel Martínez Damián* y José Antonio Vargas Oropeza

División de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. C.P. 56230. Chapingo Edo. de México. Correo electrónico: angel01@colpos.mx

* Autor para correspondencia

RESUMEN

El subsector frutícola de México es una de las actividades más importantes del sector agrícola. Durante el periodo 1990-1998, los frutales participaron con 7.3 % de la superficie sembrada a nivel nacional, con 25.8 y 24.9 % del volumen y valor de la producción, respectivamente. Asimismo, generan aproximadamente 87 millones de jornales anuales de manera directa. En la presente investigación se realizó la estimación de las elasticidades de la demanda para diversas frutas que integran una canasta de consumo característica del consumidor mexicano (naranja, plátano, mango, melón, durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja). Para estimar la estructura del gasto y el cálculo de las elasticidades de la demanda, se utilizó el Sistema de Demanda Casi Ideal, con el método SUR (seemingly unrelated regression) con índice Stone y Divisia. Las elasticidades Marshallianas y Hicksianas precio propias, las cruzadas y las del gasto obtenidas con el índice Stone y Divisia resultaron coincidentes en sus valores puntuales. Los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican a las frutas analizadas como bienes inelásticos. En cuanto a la elasticidad del gasto, catalogan al mango y plátano como bienes normales y al melón y naranja como bienes superiores.

Palabras clave: Frutas, elasticidad, demanda, modelo AIDS, índice Stone, índice Divisia.

SUMMARY

In México the fruit subsector is one of the most important economic activities in agriculture. During the period 1990-1998, fruit production accounted for 7.3 % of the national cultivated land. Despite this small percentage of land planted with fruit, trees it accounted for about 25.8 to 24.9 % of the national revenue on agricultural products, for the same period. Fruit crops in México also demand 87 millions jobs per year. This research estimated the demand elasticities for several fruit crops typical of a Mexican household (orange, banana, mango, muskmelon, apricot, watermelon, guava, paw paw, strawberry, pineapple, and grapefruit). The household's expenditure structure and the elasticities of demand of the eleven fruits were estimated using an "Almost Ideal Demand System" (AIDS) with the seemingly unrelated regression method SUR, for both the Stone and Divisia index. Moreover, the Marshallian and Hicksian own price, crossed and expenditure elasticities, obtained with the above indexes, were very similar at their estimated point.

The estimated own price coefficients classify fruits as inelastic goods. The expenditure elasticity classifies mango and banana as normal goods, and muskmelon and orange as superior goods.

Index words: Fruits, elasticity, demand, AIDS model, Stone index, Divisia index.

INTRODUCCIÓN

El subsector frutícola de México es una de las actividades más importantes del sector agrícola. En el periodo 1990-1998 los frutales participaron con 7.3 % de la superficie sembrada y generaron 25.8 y 24.9 % del volumen y valor de la producción agrícola nacional, respectivamente. Asimismo, el subsector demanda aproximadamente 87 millones de jornales anuales de manera directa (SAGAR-CEA, 1999).

Las once frutas que integran una canasta de consumo característica del consumidor mexicano son: naranja (*Citrus sinensis*), plátano (*Musa paradisiaca sapientum*), mango (*Mangifera indica*), melón (*Cucumis melo*), durazno (*Prunus persica*), sandía (*Cucumis citrullus*), guayaba (*Psidium guajava*), papaya (*Carica papaya*), fresa (*Fragaria x Ananassa*), piña (*Ananas comosus*) y toronja (*Citrus paradisi*). En el periodo 1990-1998, este grupo de cultivos representó 58.9 % de la superficie total sembrada de frutales en México, y 68.7 y 55.1 % del volumen y valor de la producción, respectivamente.

Las tendencias actuales del consumo de alimentos están siendo determinadas por el cambio de modelo económico impuesto por la globalización de la economía, el rompimiento de las fronteras comerciales, la liberalización de precios y mercados, las necesidades que plantean los rápidos cambios demográficos, del estilo de vida, la

competencia por el dinero que se destina a alimentación y los cambios en las preferencias de los consumidores.

En México la población gusta de consumir productos frescos (frutas y verduras), cuyo consumo es por sector y de acuerdo con el poder adquisitivo de las familias. Las actividades de abasto al mayoreo y al detalle de estos productos han tenido que adecuarse a diversos factores que le impone la nueva dinámica del mercado nacional para satisfacer las necesidades de los consumidores nacionales. Con el tiempo, las frutas se han ido diferenciando entre ellas, ya sea por su origen, por la aparición de nuevas variedades, por la selección en tamaños, calidades, temporadas de cosecha, o por su presentación y empaque. En el mercado mexicano actual se puede encontrar que los supermercados cuentan en el área de frutas y verduras con diversas variedades de éstas.

En este contexto, se realiza el presente estudio sobre los factores que determinan el consumo nacional de las once frutas que conforman la canasta típica del consumidor mexicano. La finalidad es caracterizar la estructura del gasto en las frutas que integran la canasta seleccionada, así como generar información consistente para el cálculo de las elasticidades precio propias, cruzadas y del gasto. Se utilizó el Sistema de Demanda Casi Ideal (AIDS¹), con el método de regresiones aparentemente no relacionadas SUR² (por sus siglas en inglés) con los índices Stone y Divisia. Las ventajas del modelo AIDS radican en que sus resultados son consistentes con la teoría de la demanda y, por otra parte, se requieren relativamente pocas variables para la estimación.

El modelo AIDS se ha utilizado con mayor frecuencia en México para estimar parámetros básicos de elasticidades de productos agrícolas. Esta metodología fue empleada por Pérez (Comunicación personal)³ y Ramírez (Comunicación personal)⁴ para estimar las elasticidades de la demanda de cinco frutas en México, y por Hernández (comunicación personal)⁵ para determinar las elasticidades precio propias, cruzadas y del gasto de cinco hortalizas. La técnica ha sido también empleada por Morales y Martínez (1998) para el caso de tractores.

¹ Almost Ideal Demand System.

² Seemingly Unrelated Regressions.

³ R Pérez S (2000) Un sistema de demanda casi ideal aplicado a un conjunto de frutas: fresa (*Fragaria sp.*), guayaba (*Guajava sativus*), papaya (*Carica papaya L.*), plátano (*Musa sapientum*) y tuna (*Opuntia sp.*). Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad en Economía, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 73 p.

⁴ L Ramírez A (2000) Estimación de un Sistema de Demanda Casi Ideal para cinco frutas en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad en Economía, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 101 p.

⁵ J Hernández O (1999) Estimación de un Sistema de Demanda Casi Ideal para cinco hortalizas en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad en Economía, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 65 p.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo AIDS

El modelo AIDS de Deaton y Muellbauer (1980) está definido por la siguiente ecuación:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log(p_j) + \beta_i \log(X/P) \dots\dots\dots Ec. (1)$$

donde: w_i = es la participación del i-ésimo bien en el gasto del grupo; α_i = son las ordenadas al origen; p_j = son los precios de los bienes en el grupo; γ_{ij} = son los coeficientes de los precios; β_i = son los coeficientes del gasto; X = es el gasto total en los bienes considerados; \log = denota logaritmo natural; y P = es un índice de precios Translog, cuyo logaritmo se define como:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log(p_k) + \frac{1}{2}$$

$$\sum_k \sum_\ell \gamma_{k\ell} \log(p_k) \log(p_\ell)$$

donde: p_k, p_ℓ = son los precios de los bienes en el grupo; α_0, α_k y γ_ℓ = son parámetros.

El modelo se considera como una aproximación de primer orden a la relación general entre $w_i, \log(X)$ y $\log(p_j)$. Bajo las siguientes restricciones paramétricas el modelo propuesto por Deaton y Muellbauer (1980), satisface las restricciones de la teoría de la demanda: aditividad, homogeneidad y simetría.

La *aditividad* requiere:

$$\sum_k \alpha_k = 1, \sum_k \beta_k = 0 \sum_k \gamma_{kj} = 0, (k = 1, 2, \dots, n)$$

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

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

La *simetría* es satisfecha si:

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

El modelo AIDS posee las siguientes propiedades: 1) Es una aproximación de primer orden a cualquier sistema

de demanda; 2) Satisface los axiomas de la preferencia; 3) Agrega sobre los consumidores; 4) Tiene una forma funcional consistente con los datos del gasto familiar; y 5) Es una representación flexible de cualquier sistema de demanda arbitrario.

Otro atributo es que el agregador de precios P de la Ec.1, puede ser reemplazado por un índice de precios, de tal manera que se obtiene un sistema de demanda lineal en la etapa de estimación. Deaton y Muellbauer (1980) proponen reemplazar P por el índice de precios Stone P^s, cuyo logaritmo se define como:

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

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

$$\text{Log} (P^T) = 1/2 \sum_{j=1}^n (w_{it} + w_{i0})\log(p_{it}/p_{i0})$$

Procedimiento y especificación del modelo

El sistema de ecuaciones lineales a estimar esta definido por:

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \gamma_{ij} \log (p_{jt}) + \beta_i \log (X_t/P^s) + \mu_{it}$$

(i = 1, 2, . . . , m-1; t = 1, 2, . . . , T)

Para la estimación de los parámetros (α_i, γ_{ij} y β_i, en este caso representados por el vector β), se utilizó al estimador de mínimos cuadrados generalizados. De manera formal:

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

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 mínimos cuadrados ordinarios y se utilizan los residuos resultantes para construir a $\hat{\Omega}$. La siguiente etapa consiste en sustituir Ω por $\hat{\Omega}$. Por tanto, el estimador de β será:

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

Se empleó el método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR) para la estimación de los parámetros, al imponer 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 eliminada del sistema, en este caso el agregado. Los parámetros estimados son los mismos sin importar cuál ecuación es omitida.

Para estimar los parámetros de las elasticidades precio propias Marshallianas (ε_{ii}), las Hicksianas⁶ (δ_{ii}) y del gasto (η), se utilizaron las siguientes ecuaciones Mdafri y Brorsen (1993):

ε_{ii} = γ_{ii}/w_i - β_i - 1 Elasticidades precio propias Marshallianas

δ_{ii} = γ_{ii}/w_i - w_i - 1 Elasticidades precio propias Hicksianas

ε_{ij} = γ_{ij}/w_i - β_i (w_j/w_i) Elasticidades precio cruzadas Marshallianas

δ_{ij} = γ_{ij}/w_i + w_j Elasticidades precio cruzadas Hicksianas

η_i = 1 + β_i/w_i Elasticidades del gasto

donde: γ_{ij} y β_i = son los estimadores de los parámetros del modelo; y w_i = es la proporción media del gasto para cada i-ésimo grupo de productos.

Para obtener los errores estándar de las elasticidades, se calculó la desviación estándar de la combinación lineal definida por su formula. Por ejemplo, la varianza de ε_{ii} es igual a:

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

Información utilizada

Para la estimación del modelo AIDS se utilizaron series de datos de precios (precio medio rural) y cantidades anuales de producción (toneladas) para el periodo 1960-1998, de once frutas: naranja, plátano, mango, melón, durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja⁷. En el trabajo se establecen dos supuestos básicos:

1. Q_{pi} = Q_{ci} Es decir, que la cantidad producida internamente es igual a la cantidad consumida en el mercado

⁶ Se les dice de Marshall a las elasticidades precio que consideran al ingreso como variable desplazadora, y compensadas o de Hicks a aquéllas que ignoran dicho efecto; estas últimas son más sensibles al precio.

⁷ Las fuentes de información utilizadas fueron: para el periodo 1960-1994, Economía Agrícola; y para 1995-1998, Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, SAGAR.

nacional (por tanto se ignora el posible efecto tanto de exportaciones como de importaciones); y 2. $P_{ci} = (1 + \theta) P_{pi}$ El precio al consumidor es igual al precio al productor más una constante “ θ ”, esto es, un margen de comercialización constante.

Para analizar posibles efectos sustitución sin pérdida de grados de libertad, se consideró un agregado integrado por: durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja. Sin embargo, dada la restricción de aditividad en el modelo estimado, se eliminó la ecuación correspondiente a dicha agregación.

Es importante mencionar la forma en que se efectuó dicha agregación: la columna de los precios de las frutas en mención para la agregación, utilizó el índice de precios Fisher, definido como:

$$IF = \sqrt{IL * IP} \dots\dots\dots IF = \text{Índice Fisher}$$

donde:

$$IL = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ti} q_{0i}}{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{0i}} \dots IL = \text{Índice de Laspeyres}$$

$$IP = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ti} q_{ti}}{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{ti}} \dots\dots IP = \text{Índice de Paasche}$$

La columna de cantidades del agregado se obtuvo a través de la suma de las multiplicaciones de precios y cantidades de las siete frutas, y el resultado se dividió entre el índice Fisher.

A través de la utilización del procedimiento SYSLIN/SUR de SAS, se obtuvieron los estimadores de los parámetros con la imposición de las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los parámetros estimados con el índice Stone, 66 % resultaron significativos a 95 % de confiabilidad (23 de los 35 parámetros estimados en el modelo). Los valores de la D-W son cercanos a dos. En ese sentido, para 1 % de significancia, los valores de la D-W están por arriba del límite superior ($du = 1.6$) de las tablas de distribución D-W (Kmenta, 1977). Estos resultados indicaron que no hubo

problemas de autocorrelación serial. En el caso de los parámetros estimados con el índice Divisia, 71 % de los estimadores obtenidos resultaron significativos a 95 % de confiabilidad (25 de los 35 parámetros estimados); nuevamente, el estadístico D-W indicó que no hubo autocorrelación serial entre los errores.

A efecto de contrastar la aproximación de los estimadores obtenidos entre los modelos analizados, se construyó un intervalo de confianza para los parámetros Divisia, a fin de comprobar si los estimadores Stone se encuentran comprendidos en ese intervalo. Si éste es el caso, ambos parámetros son estadísticamente iguales. De acuerdo con los datos del Cuadro 1, con 95% de confiabilidad se puede afirmar que todos los parámetros estimados (Stone y Divisia) son estadísticamente iguales, por lo que se pueden utilizar sin distinción para hacer predicciones del comportamiento del consumo de los productos frutícolas en estudio.

Elasticidades Marshallianas y Hicksianas con índice Stone

Las elasticidades precio propias Marshallianas resultaron ser del signo esperado y menores a la unidad para todas las frutas que integran la canasta seleccionada (Cuadro 2); por consiguiente, esos productos frutícolas presentan una demanda inelástica, con poca reacción al precio. Respecto a las elasticidades cruzadas, existe una muy cercana simetría (ya que con excepción de dos casos, los signos de la elasticidad entre productos cruzados son iguales; sin embargo, las elasticidades relevantes son las hileras, como sugieren Mdafri y Brorsen, 1993). Estos resultados indican que el mango es complementario respecto a las otras frutas, el plátano se comporta como un bien sustituto de la naranja y complementario con las demás frutas de la canasta seleccionada. Asimismo, el melón y la naranja son sustitutos del agregado. Esta situación de complementariedad entre las frutas bajo análisis, se repite en cada par de las ecuaciones que integran el modelo.

Las elasticidades del gasto presentaron dos tipos diferentes de comportamiento para los productos frutícolas estudiados. El melón y la naranja se comportan como bienes superiores (a una unidad más de gasto, el incremento en demanda es superior a la unidad), ya que su coeficiente de elasticidad es mayor a la unidad. Por el contrario, el mango, el plátano y el agregado muestran una elasticidad menor a la unidad, lo que indica que se comportan como bienes normales para una unidad más de gasto dentro del grupo.

Cuadro 1. Intervalos de confianza a 95% para los estimadores con el índice Divisia

Ecuaciones	Estimadores con índice Divisia	Límite inferior $\beta - (t_{\alpha/2;31gl})(var\beta)^{1/2}$	Límite superior $\beta + (t_{\alpha/2;31gl})(var\beta)^{1/2}$	Estimadores con Índice Stone
Mango				
Intercepto	1.14626	0.60289	1.68963	0.99216
Mango	0.15190	0.11217	0.19163	0.16413
Plátano	-0.01567	-0.04113	0.00979	-0.01529
Melón	-0.02795	-0.04943	-0.00646	-0.03923
Naranja	-0.00211	-0.01321	0.00899	-0.00609
Agregado†	-0.10618	-0.13338	-0.07897	-0.10352
LXR	-0.05131	-0.08841	-0.01420	-0.03988
Plátano				
Intercepto	0.32785	-0.03804	0.69374	0.35134
Mango	-0.01567	-0.04113	0.00979	-0.01529
Plátano	0.14484	0.11520	0.17447	0.14319
Melón	-0.05899	-0.07869	-0.03930	-0.06345
Naranja	0.01000	-0.00251	0.02251	0.00749
Agregado†	-0.08017	-0.10733	-0.05300	-0.07195
LXR	-0.00175	-0.02668	0.02318	-0.00344
Melón				
Intercepto	-1.49137	-1.81493	-1.16782	-1.49369
Mango	-0.02795	-0.04943	-0.00646	-0.03923
Plátano	-0.05899	-0.07869	-0.03930	-0.06345
Melón	0.06849	0.04284	0.09415	0.08228
Naranja	-0.02521	-0.03655	-0.01387	-0.02100
Agregado†	0.04366	0.01792	0.06939	0.04140
LXR	0.10521	0.08310	0.12732	0.10290
Naranja				
Intercepto	-0.30474	-0.49076	-0.11871	-0.29259
Mango	-0.00211	-0.01321	0.00899	-0.00609
Plátano	0.01000	-0.00251	0.02251	0.00749
Melón	-0.02521	-0.03655	-0.01387	-0.02100
Naranja	0.04371	0.02452	0.06290	0.04340
Agregado†	-0.02639	-0.02639	-0.02639	-0.02380
LXR	0.02573	0.01323	0.03822	0.02416
Agregado†				
Intercepto	1.32200	0.91261	1.73138	1.44278
Mango	-0.10618	-0.13338	-0.07897	-0.10352
Plátano	-0.08017	-0.10733	-0.05300	-0.07195
Melón	0.04366	0.01792	0.06939	0.04140
Naranja	-0.02639	-0.02639	-0.02639	-0.02380
Agregado†	0.16907	0.12178	0.21636	0.15786
LXR	-0.07789	-0.10599	-0.04978	-0.08375

Fuente: Cálculos propios y datos de la salida de PROC SYSLIN de SAS.

†) Agregado de las frutas seleccionadas: durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja.

Cuadro 2. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto con índice Stone.

ϵ_{ij}	Mango	Plátano	Melón	Naranja	Agregado†	Gasto
Mango	-0.3346	-0.0710	-0.3055	-0.1061	-0.2388	0.8480
	-0.0078	-0.3065	-0.4717	0.1165	-0.1101	0.9834
Melón	-0.0850	-0.3013	-0.5955	-0.3554	0.2934	1.6346
Naranja	0.1494	0.0479	-0.4047	-0.3084	0.3470	1.3985
Agregado†	-0.3604	-0.3444	0.2010	-0.3972	-0.4026	0.7275

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

†) Agregado de las frutas seleccionadas: durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja.

Cuadro 3. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas con índice Stone.

δ_{ij}	Mango	Plátano	Melón	Naranja	Agregado†
Mango	-0.1121	0.1887	0.0204	0.1619	-0.0744
Plátano	0.1492	-0.1024	-0.1838	0.3311	-0.0266
Melón	0.0126	-0.1436	-0.3304	-0.1842	0.2969
Naranja	0.0374	0.0967	-0.0689	-0.2236	-0.0168
Agregado†	-0.0872	-0.0394	0.5627	-0.0851	-0.1790

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

†) Agregado de las frutas seleccionadas: durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja.

Las elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas (Cuadro 3) en general muestran un patrón de comportamiento distinto al descrito en el Cuadro 2. Los resultados de las elasticidades propias indican nuevamente que se trata de bienes inelásticos, dado que su coeficiente de elasticidad es negativo y menor a la unidad. Los coeficientes de las elasticidades cruzadas no guardan una relación de similitud con las elasticidades Marshallianas. En particular, el mango resultó ser un producto sustituto (cuando aumenta el precio propio, aumenta la demanda por otro bien, el sustituto) con respecto a los otros productos, mientras que el plátano es complementario (cuando aumenta el precio propio, disminuye la demanda por otro bien, el complementario) con respecto al melón y sustituto con relación al mango y la naranja. El melón es complementario con la naranja y el plátano, y sustituto con el mango. La naranja es complementaria con el melón y sustituta con respecto al mango y al plátano. Respecto al agregado, éste resultó complementario con mango, plátano y naranja, y se comporta como sustituto con el melón, (Cuadro 3).

Elasticidades Marshallianas y Hicksianas con índice Divisia

Las elasticidades precio propias de las frutas resultaron de acuerdo con el signo esperado y menores a la unidad (Cuadro 4), por lo que se clasifican como bienes inelásticos; de acuerdo con los coeficientes de elasticidad precio cruzadas, son bienes complementarios. Sobre el particular, el mango es un bien complementario respecto al resto de las frutas. El plátano es complementario con respecto al melón y al agregado, pero sustituto con relación al mango y a la naranja. Los demás pares de resultados tienen una interpretación similar. En cuanto a las elasticidades del gasto estimadas confirman que el mango, el plátano y el agregado de frutas se comportan como bienes normales. Por otra parte, el melón y la naranja son bienes superiores.

Según las elasticidades Hicksianas precio propias y cruzadas de la demanda de las frutas estudiadas (Cuadro 5), se ratifica que todos los bienes analizados son inelásticos; sin embargo, son de magnitud menor a los valores obtenidos en las elasticidades Marshallianas. Las elasticidades cruzadas muestran una tendencia similar que con el índice Stone. Por tanto, el mango se comporta como un bien sustituto respecto a plátano, melón y naranja, y complementario con el agregado de las frutas. Los demás pares de resultados tienen una interpretación similar.

Comparación de los resultados del modelos AIDS con otras investigaciones

A fin de contrastar los resultados de las elasticidades derivados del modelo AIDS con los resultados de otros trabajos de investigación, se elaboró el Cuadro 6 en el cual se incluyen los límites inferior y superior de un intervalo de confianza para las elasticidades precio propias Marshallianas y del gasto con el índice Divisia. Al hacer la comparación de las elasticidades Marshallianas estimadas con el índice Divisia bajo el modelo AIDS, con las calculadas de manera uniecuacional por otros autores, se puede afirmar que los coeficientes obtenidos a través del modelo AIDS son mejores, toda vez que son insesgados porque provienen de un sistema de ecuaciones que cumple con las restricciones impuestas por la teoría económica. En los dos trabajos que utilizaron el modelo AIDS para estimar las elasticidades, éstas se encuentran muy cercanas al intervalo de confianza construido a 90 %, así como alrededor del valor puntual de las elasticidades Marshallianas, lo cual indica su alto grado de confiabilidad. En el caso de las elasticidades propias, 75 % de las elasticidades estimadas por otros autores con el modelo AIDS se encuentran dentro del intervalo de confianza que se construyó. Con relación a las elasticidades del gasto, 50 % se ubican dentro del intervalo de confianza en mención.

Cuadro 4. Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas y del gasto con índice Divisia.

ϵ_{ij}	Mango	Plátano	Melón	Naranja	Agregado [†]	Gasto
Mango	-0.3698	-0.0741	-0.2374	-0.0408	-0.2543	0.8045
Plátano	0.0052	-0.3003	-0.4460	0.1573	-0.1455	0.9916
Melón	-0.0235	-0.2821	-0.6828	-0.4254	0.2897	1.6488
Naranja	0.2140	0.0542	-0.4368	-0.3049	0.3089	1.4243
Agregado [†]	-0.3608	-0.3852	0.2137	-0.4402	-0.3720	0.7466

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

†) Agregado de las frutas seleccionadas: durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja.

Cuadro 5. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas con índice Divisia.

ϵ_{ij}	Mango	Plátano	Melón	Naranja	Agregado [†]
Mango	-0.1587	0.1869	0.0900	0.2276	-0.0831
Plátano	0.1478	-0.0945	-0.1563	0.3724	-0.0534
Melón	0.0556	-0.1222	-0.4154	-0.2536	0.3042
Naranja	0.0526	0.1088	-0.0948	-0.2185	-0.0252
Agregado [†]	-0.0973	-0.0790	0.5766	-0.1278	-0.1425

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS.

†) Agregado de las frutas seleccionadas: durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja.

Cuadro 6. Intervalos de confianza para las elasticidades propias y del gasto y comparación con otros resultados.

Ecuación	Marshallianas	Intervalo de confianza		Otros autores	
	AIDS	(90% de confiabilidad)		AIDS	Uniecuacionales
	ϵ_{ii}	Inferior	Superior		
Mango	-0.370	-0.411	-0.328	\square / -0.392 [†]	-0.013 ξ
Plátano	-0.300	-0.351	-0.249	-0.627 ^{††} , \square / -0.282 [†]	-0.660 ^{¶¶} , 0.111 ^{¶¶¶}
Melón	-0.683	-0.747	-0.619		-0.283 $\xi\xi$
Naranja	-0.305	-0.467	-0.142	\square / -0.328 [†]	\square / -0.334 ^{†††} , -0.132 [†]
	η	Inferior	Superior	AIDS	Uniecuacionales
Mango	0.804	0.665	0.944	1.249 [†]	0.052 ξ
Plátano	0.992	0.835	1.148	\square / 1.121 ^{††} , \square / 0.834 [†]	-1.090 ^{¶¶} , -0.191 ^{¶¶¶}
Melón	1.649	1.471	1.826		0.861 $\xi\xi$
Naranja	1.424	1.134	1.715	1.096 [†]	-0.693 ^{†††} , -0.092 [†]

Fuente: Elaboración propia con datos de la Salida de SAS y de la revisión de literatura.

†) Estimadas por Ramírez (2000; Op. Cit.); ††) Estimadas por Pérez (2000; Op. Cit.); †††) Estimadas por Agámez (comunicación personal)⁸ ;

¶) Estimadas por Hernández (Comunicación personal)⁹; ¶¶) Estimadas por Cuevas *et al.* (1998); ¶¶¶) Estimadas por Reyes (Comunicación personal)¹⁰;

ξ) Estimadas por Morales (Comunicación personal)¹¹ ; ξξ) Estimadas por Zepeda (comunicación personal)¹².

□/ Son las elasticidades que caen dentro del intervalo de confianza a 90 % de confiabilidad.

Cuadro 7. Variación en la demanda ante disminución en el ingreso (-ΔX) del 10 y 15%.

Fruto	Disminución en demanda (%)	
	-ΔX= 10 %	-ΔX=15 %
Mango	(0.08)	(0.12)
Plátano	(0.10)	(0.15)
Melón	(0.16)	(0.25)
Naranja	(0.14)	(0.21)
Agregado	(0.07)	(0.11)

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de SAS. Nota: los números entre paréntesis son negativos.

⁸ P E Agámez A (1983) El mercado de la naranja en México y excedentes exportables. Tesis de Maestría en Economía Agrícola. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

⁹ C S Hernández H. (1996). Estimación de la oferta y demanda de naranja en México. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

¹⁰ M L Reyes C (1996) Análisis de la demanda de plátano en México. Tesis de Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

¹¹ M A Morales V (1997) Análisis de la oferta y demanda del mango (*Mangifera indica* L) en México de 1974-1994. Tesis de Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

¹² R Zepeda Z (1996) Estimación de la oferta y demanda de melón en México, mediante un modelo de regresión múltiple. Tesis de Licenciado en Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Aplicaciones del modelo AIDS

Una aplicación de los resultados del modelo AIDS es predecir la magnitud en que cambiará la composición del gasto del consumidor (w_i) ante los cambios en los precios de los productos considerados. Formalmente esto se define por el cociente: $\partial w_i / \partial \ln p_i$. Al considerar el modelo AIDS y emplear los resultados del método SUR e índice Divisia, se tiene:

$$w = \alpha + \gamma \ln p + \beta \ln (MR)$$

cuya $\partial w / \partial \ln p$ es: $\partial w / \partial \ln p = \gamma$, de modo que $\partial w = (\gamma)(\partial \ln p)$

Al sustituir los valores se obtiene:

Matriz de estimadores (γ) ($\partial \ln p$)	∂w	*	=	[
$\begin{bmatrix} 0.15190 & -0.01567 & -0.02795 & -0.00211 & -0.10618 \\ -0.01567 & 0.14484 & -0.05899 & 0.01000 & -0.08017 \\ -0.02795 & -0.05899 & 0.06849 & -0.02521 & 0.14366 \\ -0.00211 & 0.01000 & -0.02521 & 0.04371 & -0.02639 \\ -0.10618 & -0.08017 & 0.04366 & -0.02639 & 0.16907 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.21051 \\ -0.20876 \\ -0.21836 \\ -0.18599 \\ -0.21568 \end{bmatrix}$			$\begin{bmatrix} -0.0007 \\ -0.0014 \\ 0.0015 \\ 0.0014 \\ 0.0020 \end{bmatrix}$

Con base en estos resultados, se puede establecer que de continuar la tendencia al alza en los precios de las frutas seleccionadas, la participación porcentual en el gasto destinado a la compra de mango y plátano disminuirá en 0.07 % y 0.14 % respectivamente. Por el contrario, el presupuesto destinado para la compra de melón, naranja y las frutas que conforman el agregado se incrementará en 0.15 %, 0.14 %, y 0.20 %, respectivamente.

Al analizar la variación en el consumo de las frutas que integran la canasta seleccionada ante movimientos en el ingreso, a partir de los resultados presentados en el Cuadro 6, donde se establecieron las elasticidades estimadas del gasto, a continuación se plantean dos escenarios en los que se presentan movimientos negativos en el ingreso del orden de 10 y 15 %. De acuerdo con el Cuadro 7, la disminución en el consumo de las frutas que integran la canasta seleccionada tiene una alta magnitud. Así, ante una disminución en el ingreso de 10 a 15 %, se producirán efectos negativos en la demanda de mango, ya que ésta puede llegar a caer entre 8 y 12 %. La situación más grave la enfrentarían los productores de melón, ya que la pérdida de consumo se ubicaría entre 16 y 25 %. El resto de pares de resultados tiene una interpretación similar.

CONCLUSIONES

Las elasticidades son parámetros que permiten realizar análisis de política económica. 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 otros trabajos no se tomó en cuenta a dichas restricciones. De las estimaciones que se originaron por medio de sistemas uniecuacionales, 92 % quedaron fuera del intervalo de confianza al 90% de confiabilidad aquí construido.

Con 95 % de confiabilidad, 23 de los 35 parámetros estimados con índice Stone resultaron significativos y sin problemas de autocorrelación serial. En cuanto al índice Divisia, 25 de los 35 parámetros estimados resultaron significativos a 95 % de probabilidad. De igual forma, la prueba D-W indicó que no hubo problemas de autocorrelación serial entre los errores. Con 95 % de confiabilidad se puede afirmar que todos los parámetros estimados (con el método SUR y los índices Stone y Divisia) son estadísticamente iguales, por lo que se puede utilizar sin distinción cualquier grupo de parámetros para realizar predicciones. Las elasticidades Marshallianas y Hicksianas precio propias, cruzadas y del gasto estimadas con los índices Stone y Divisia resultaron coincidentes en sus valores puntuales.

Los coeficientes estimados de elasticidad precio propio clasifican a los productos analizados como bienes de demanda inelástica, respecto al gasto, y catalogan al mango y plátano como bienes normales y al melón y naranja como bienes superiores.

De mantenerse una tendencia al alza en los precios de las frutas analizadas, la participación del gasto que será afectada de manera negativa se presentará en mango y plátano. Por el contrario, se observarán incrementos en el gasto destinado a la compra de melón, naranja y del agregado. Una disminución en el ingreso entre 10 y 15 %, provocará efectos negativos en la demanda de mango, ya que ésta puede llegar a caer entre 8 y 12 %. La situación más grave la enfrentarían los productores de melón, ya que la pérdida de consumo se ubicará entre 16 y 25 %.

BIBLIOGRAFÍA

Cuevas A C M, R García M, J Mora F, J Omaña S, G García D (1998) Un modelo econométrico del mercado del plátano en México (1964-1990). *Agrociencia* 32:183-190.

Deaton A, J Muellbauer (1980) *Economics and Consumer Behavior*. Cambridge University Press. 450 p.

Kmenta J (1977) *Elementos de Econometría*. Impreso por Gráficas Instar, S.A. Barcelona, España. 750 p.

Mdafri A, B. W. Brorsen (1993) Demand for red meat, poultry and fish in Morocco. An almost ideal demand system. *Agric. Econ.* 9:155-163.

Morales C N, M A Martínez D (1998) El sistema de demanda casi ideal aplicado a tractores agrícolas en México. *Agrociencia* 32: 157-163.

Moschini G (1995) Units of measurement and the Stone index in demand system estimation. *Amer. J. Agric. Economics* 77:63-68.

SAGAR-CEA (1999) Sistema de Información Agropecuaria de Consulta 1980-1998. CD México.