

EL MERCADO DE LA MANZANA FRESCA EN MÉXICO: 2000-2021

THE FRESH APPLE MARKET IN MEXICO: 2000-2021

Abdiel Menchaca-Aguilar¹, José Saturnino Mora-Flores^{1*}, José Alberto García-Salazar¹, Roberto García-Mata¹ y José Sergio Escobedo-Garrido²

¹Colegio de Postgraduados (CP), Campus Montecillo, Posgrado en Socioeconomía Estadística e Informática-Economía, Texcoco, Estado de México, México. ²CP, Campus Puebla, Posgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México

*Autor de correspondencia (saturmf@colpos.mx)

RESUMEN

Debido a su aporte de vitaminas A, C, K y B6, magnesio, hierro y potasio, la manzana es uno de los productos frutícolas de mayor consumo en el mundo. En 2021 se produjeron y consumieron, respectivamente, 632 y 931 mil toneladas de manzana en México, de ahí que el saldo comercial es deficitario. El objetivo de este estudio fue analizar el mercado de la manzana en México para conocer los factores que lo determinan. La metodología consistió en la estimación de un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, que utilizó series de tiempo de 2000 a 2021. La oferta (0.01) y demanda (0.94) resultaron inelásticas a sus precios y el precio internacional se transmite de forma inelástica (0.04) al precio al mayoreo. La temperatura mínima promedio (-1.26), el precio al consumidor (-3.34) y el ingreso nacional disponible (6.09) resultaron elásticos respecto al saldo de comercio exterior. El déficit comercial puede mejorar si aumenta la oferta, pero medidas que influyan en el precio al productor de manzana y del fertilizante serán poco efectivas. Se recomiendan acciones que fomenten inversiones en protección de cultivos ante eventos climáticos desfavorables.

Palabras clave: *Malus domestica*, demanda, elasticidades, oferta, transmisión de precios.

SUMMARY

Due to its contribution of vitamins A, C, K and B6, magnesium, iron and potassium, apple is one of the most consumed fruit products in the world. In 2021, 632 and 931 thousand tons of apple were produced and consumed, respectively, in Mexico; hence, the trade balance is in deficit. The objective of this study was to analyze the apple market in Mexico to know the factors that determine it. The methodology consisted in estimating an econometric model of simultaneous equations, which used time series from 2000 to 2021. The supply (0.01) and demand (0.94) were inelastic at their prices and the international price is transmitted inelastically (0.04) at the wholesale price. The average minimum temperature (-1.26), the consumer price (-3.34) and the national disposable income (6.09) were elastic with respect to the foreign trade balance. The trade deficit may improve if the supply increases, but measures affecting the producer price of apple and fertilizer will be ineffective. Actions are recommended to encourage investments in crop protection in the face of adverse climatic events.

Index words: *Malus domestica*, demand, elasticities, offer, transmission of prices.

INTRODUCCIÓN

El manzano (*Malus domestica*) es un árbol frutal de la familia de las Rosáceas, se cultiva en diversos valles montañosos de la República Mexicana y el mundo. Su fruto es uno de los productos frutícolas dulces con mayor consumo en el mundo, debido a su aporte nutricional, ya que contiene antioxidantes, vitaminas A, C, K y B6, magnesio, hierro y potasio. Su ingesta es recomendable para reducir el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles y garantizar una fuente diaria de fibra dietética. Se consume principalmente en fresco, deshidratada, y con el producto transformado se generan postres, jugos, sidra, néctares, vinagre y licores (Josimuddin et al., 2022).

La manzana se produce en diversos ecosistemas por la adaptabilidad que tienen sus distintas variedades (Vigil, 2017). El cultivo se caracteriza por su resistencia al frío y la baja necesidad de calor y luz para su maduración, demanda una precipitación media anual de 1000 a 1500 mm para su desarrollo. Dependiendo de la variedad, puede producirse en temperaturas de -10 hasta 10 °C durante el invierno y de 15 a 30 °C durante el verano (SAGARPA, 2017).

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023a), en el periodo 2000-2021 la producción mundial se incrementó de 59,130 mil a 93,144 mil toneladas. El principal productor es China, seguido de Turquía, Estados Unidos (EUA), Polonia, India, Irán y Rusia; estos siete países concentran el 70.6 % de la producción mundial. El consumo de manzana se ha elevado debido a los cambios en la dieta de la población mundial, innovaciones en marketing y mejoras en la logística de la cadena de frío, y pasó de 58,733 a 93,139 mil toneladas en el mismo periodo. China es el mayor consumidor de manzanas frescas en el mercado global, seguida por la Unión Europea y EUA. Los países

con climas benéficos y sistemas productivos eficientes son los principales exportadores de manzana, en 2021 éstos fueron China, EUA, Italia, Chile y Nueva Zelanda. Los principales importadores son Alemania, Reino Unido, Egipto y Rusia (FAO, 2023b).

La producción de manzana en México pasó de 338 mil a 632 mil toneladas en el periodo de 2000 a 2021, debido al desarrollo de nuevas variedades y tecnología con mayor potencial productivo. En el mismo periodo, el consumo nacional aparente se incrementó de 522 mil a 931 mil toneladas (SIAP, 2023b). La producción se destina principalmente al mercado nacional y es insuficiente para cubrir la demanda; ante esto, las importaciones han crecido de 184 mil a 300 mil toneladas en el mismo periodo; éstas provienen en un 95 % de EUA. La exportación de manzana fue de 490 toneladas por lo que el saldo de comercio exterior presenta un déficit (FAO, 2023b).

En México se ubican 15 regiones con condiciones para la producción de manzana, de las cuales las principales se localizan en el noreste del país; Chihuahua, Coahuila y Durango, en 2021 concentraron el 78.0, 7.1 y 4.5 % de la producción nacional, respectivamente. En la zona centro, Puebla es el mayor productor con el 5.4 % de la producción nacional. En el año 2021 se reportó la cosecha de 56 mil ha de manzana, de las cuales 42 mil ha fueron de riego y 14 mil ha de temporal. La producción obtenida en riego fue de 562 mil toneladas, mientras que en temporal fue de solo 69 mil toneladas (SIAP, 2023a).

El periodo de estudio (2000-2021) se ha caracterizado por constantes recesiones de la economía mundial. La crisis financiera del 2008 (Zurita *et al.*, 2009) y la crisis pandémica del coronavirus COVID-19 (Ocampo, 2020) afectaron la actividad económica. Inmerso en lo anterior, algunos estudios señalan que la inflación de productos alimenticios y disminución de los ingresos provocaron crisis económicas que afectan el consumo de frutas y verduras (da Silva y Claro, 2019).

El comportamiento de la demanda y la oferta depende de diversos factores. Femenia (2019) mostró a nivel mundial que un aumento del 10 % en el precio de las frutas como la manzana reduce el consumo en 6.1 % y su elasticidad es mayor a la de los cereales (-5.1 %). La respuesta del consumo de frutas a cambios en los ingresos es distinta en cada país. Abdullahi *et al.* (2017) señalaron que en países subdesarrollados como Nigeria, las frutas son un bien de lujo con una elasticidad ingreso de la demanda de 1.4.

Richards (2000) reportó elasticidades precio e ingreso de la demanda por variedades de manzanas en mercados locales de EUA, y señaló que la demanda responde de

manera inelástica al precio y al ingreso. Nayga (1995) encontró que en EUA las frutas son bienes normales con una elasticidad de 0.457 para frutas frescas y de 0.386 para frutas procesadas.

El comportamiento de la producción de manzanas es estacional, por lo que en los meses de agosto a octubre se concentra más del 90 % de la producción SIAP (2023a), el resto del año la demanda es cubierta por manzana nacional almacenada en frigoríficos o por importaciones.

Con base en el panorama anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar la oferta y la demanda de la manzana en México para observar los factores que la condicionan, así como explicar las transmisiones de precios en el mercado de este producto. Como hipótesis se establece que la oferta y la demanda responden de forma inelástica a sus respectivos precios y; además, el precio internacional se transmite a los precios nacionales del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo econométrico

Para alcanzar los objetivos se estimó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas que refleja el funcionamiento del mercado de la manzana en México. El modelo se estimó por el método de mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas (MC2E), y se utilizó el programa SAS 9.0. El modelo se integró con cuatro relaciones funcionales y una identidad que representó la condición de cierre del modelo y estableció el equilibrio del mercado. El modelo propuesto fue el siguiente:

$$QOM_t = \beta_{11} + \beta_{12}PPMRL_{t-1} + \beta_{13}PFERT_t + \beta_{14}AGUA_t + \beta_{15}TMIN_t + \beta_{16}QOML_t + \varepsilon_{1t}$$

$$PPMR_t = \beta_{21} + \beta_{22}PMAYR_t + \varepsilon_{2t}$$

$$PMAYR_t = \beta_{31} + \beta_{32}PCMR_t + \beta_{33}PIMPR_t + \varepsilon_{3t}$$

$$QDM_t = \beta_{41} + \beta_{42}PCMR_t + \beta_{43}INDR_t + \beta_{44}PCNAR_t + \varepsilon_{4t}$$

$$SCESC_t = QDM_t - QOM_t$$

Donde para el año t : QOM_t es la cantidad ofertada de manzana en toneladas, $PPMRL_{t-1}$ es el precio promedio al productor real de manzana de $t-1$ en pesos mexicanos (MXN) por tonelada, $PFERT_t$ es el precio real del fertilizante en pesos MXN por tonelada, $AGUA_t$ es la cantidad de agua irrigada en distritos de riego en m^3 , $TMIN_t$ es la temperatura mínima en zonas productoras en $^{\circ}C$, $QOML_{t-1}$ es la cantidad ofertada de manzana de $t-1$ en toneladas, $PPMR_t$ es el precio promedio al productor real de manzana en

pesos MXN por tonelada, $PMAYR_t$ es el precio al mayoreo real de manzana en pesos MXN por tonelada, $PCMR_t$ es el precio al consumidor real de manzana en pesos MXN por tonelada, $PIMPR_t$ es el precio de importación real de manzana, en pesos MXN por tonelada, QDM_t es la cantidad demandada de manzana en toneladas, $INDR_t$ es el ingreso nacional disponible real en millones de pesos MXN, $PCNAR_t$ es el precio al consumidor real de naranja en pesos MXN por tonelada, $SCESC_t$ es el saldo de comercio exterior de socios comerciales en toneladas y ε es el término de error aleatorio.

Pruebas estadísticas del modelo

La significancia del modelo se basó en diferentes pruebas estadísticas. Para probar la bondad de ajuste se calculó el coeficiente de determinación (R^2); para determinar la existencia o no de una asociación significativa entre las variables se calculó la prueba de Fisher (F); para detectar autocorrelación se utilizó el estadístico Durwin Watson (DW); por último, la significancia individual de las variables independientes se midió con la prueba t de Student (t).

Factores de la oferta y la demanda

La definición del modelo se basó en la teoría económica y en la evidencia empírica. La oferta se define como las cantidades totales de un determinado producto que los productores están dispuestos a ofrecer y en posibilidades de vender a un precio dado por un periodo de tiempo (Caldentey y Gómez, 1993). En la ecuación de oferta se utilizó el precio al productor real con un periodo de retraso porque se asume que los productores planifican su producción de acuerdo con el precio recibido en el ciclo productivo anterior. Según la ley de la oferta, en el mercado de la manzana existe una relación directa entre su precio y la cantidad ofertada. Según Tomek y Robinson (2003), otro factor determinante de la oferta son los precios de los factores de producción; por lo anterior, se considera el precio de los fertilizantes como principal insumo agrícola y éste impacta negativamente en la oferta porque su aumento incrementa los costos de producción y afecta la planificación agrícola. La disposición de agua para riego se incluyó debido a que la mayor parte de la superficie donde se cultiva la manzana son huertos de riego por bombeo, y se espera que a mayor cantidad de agua usada en los distritos de riego manzaneros se incremente la oferta de manzana. La temperatura mínima promedio fue elegida debido a que la producción de manzana puede verse afectada por heladas tardías, las cuales dañan los brotes florales, estadía y amarre del fruto (Ramírez-Legarreta *et al.*, 2008), se espera que dicha variable tenga una relación positiva con la oferta, ya que a mayor temperatura mínima promedio se esperaría menor probabilidad de tener heladas.

Por último, debido a que la manzana es un cultivo perenne, se incluye la variable cantidad de oferta de manzana con un año de rezago para capturar la inercia del agricultor a seguir produciendo manzana de un año a otro, por lo que se espera que tenga una relación positiva con la cantidad de oferta del próximo año.

La demanda de productos agrarios depende principalmente del precio del bien, del ingreso del consumidor, de precios de los bienes relacionados y de los gustos y preferencias del consumidor (Caldentey y Gómez, 1993). En el caso de la demanda de manzana, ésta presenta una relación inversa con el precio al consumidor, así como una relación positiva con respecto al ingreso. También se consideró el precio al consumidor de la naranja como un bien sustituto de la manzana, por lo que en la estimación se esperaría que éste tenga una relación positiva respecto a la cantidad demandada del producto.

Mendoza (1987) señaló que el estudio de un mercado agrícola se puede enfocar a través de las funciones de comercialización; por lo tanto, el modelo incluye ecuaciones de transmisión de precios. Es a través de la comercialización que se modifica el precio final del producto, donde los intermediarios venden los productos a un precio más elevado porque absorben costos de comercialización y agregan valor (Cruz, 2017), es por esta razón que el efecto de los precios se transmite entre las distintas etapas de la cadena productiva. Se espera que el precio real al productor de manzana tenga una relación directa con el precio al mayoreo, y que el precio al mayoreo de manzana mexicana se vea afectado por el precio de las importaciones provenientes de EUA.

Al ser México importador de manzana, resulta substancial analizar el saldo de comercio exterior, ya que los cambios en la oferta y la demanda se ven reflejados en esta identidad que representa el equilibrio del mercado.

Fuentes de información de las series de tiempo

Las series de tiempo de 2000 al 2021 provinieron de diversas fuentes. La cantidad ofertada de manzana y el precio medio al productor rural se obtuvieron del SIAP (2023a). El precio de los fertilizantes se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2023). El volumen de agua distribuido para regadío se obtuvo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2023a). Se consideraron los cinco principales distritos de riego de las regiones manzaneras: Don Martín, Nuevo León; Zacatecas, Zacatecas; Buenaventura y Papigochic, Chihuahua; y Durango, Durango. La temperatura mínima promedio de enero a mayo se tomó del Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA (2023b).

La demanda de manzana se estimó mediante el consumo nacional aparente, el cual se forma por la producción nacional más las importaciones menos las exportaciones. Los datos de la producción se tomaron de SIAP (2023a), y las exportaciones e importaciones se obtuvieron de FAO (2023b). El precio al consumidor de manzana se estimó mediante el precio al mayoreo (SNIIM,2023) de las variedades Red Delicious, Golden Delicious y Starking, al cuál se le agregó el margen de comercialización de manzana al menudeo (SIAP, 2023b). El ingreso nacional disponible se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023). El precio al consumidor de la naranja se obtuvo del SNIIM (2023).

Transmisión de precios

Para las ecuaciones de transmisión de precios se utilizaron datos de 2000-2021. El precio al mayoreo se obtuvo de SNIIM (2023). El precio de importación de manzana se tomó del precio de la manzana importada de EUA a México (FAO, 2023b). Todas las variables monetarias se deflactaron con sus respectivos índices con el año base 2019 para obtenerlas en términos reales: el precio medio rural se deflactó con el índice nacional de precios al productor (INPP), el precio al mayoreo con el índice nacional de precios al productor agrícola (INPA), el precio al consumidor y los fertilizantes con el índice nacional de precios al consumidor de la agricultura (INPCA) y el ingreso nacional disponible con el índice de precios implícitos (IPIB). La información de los índices de precios provino del INEGI (2023). El precio de exportación con el índice de precios de exportación de alimentos agrícolas de EUA se obtuvo de los datos económicos de la Reserva Federal (FRED, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de ecuaciones estimado funcionó adecuadamente para explicar los factores determinantes del mercado de la manzana en México. Los valores del coeficiente de determinación (R^2) de las cuatro ecuaciones de la forma estructural oscilaron entre 0.44 y 0.81. En las ecuaciones de oferta, demanda y transmisión de precio al mayoreo, las variables exógenas explicaron más del 50 % que las variables endógenas, mientras que en la ecuación de transmisión de precios al productor solo explicaron el 44 % (Cuadro 1).

La prueba de significancia de Fisher obtuvo valores de 7.4 a 19.01, todas con valores Prob > F fueron menores de 0.05, por lo que se puede concluir que la correlación entre las variables exógenas y endógenas son estadísticamente significativas y distintas de cero a un $\alpha = 0.05$. En la prueba

de autocorrelación Durwin Watson (DW) no se encontró evidencia de autocorrelación significativa en ninguna ecuación del modelo ya que éstas arrojaron valores de entre 1.48 y 2.45.

En las pruebas individuales de t de la función de oferta de manzana el precio de los fertilizantes, el agua disponible para riego, la temperatura mínima y la cantidad producida con un periodo de retraso resultaron significativas debido a que presentaron valores de -1.02, 1.44, 1.16 y 2.24 respectivamente; el cálculo de este estimador corresponde al cociente del coeficiente de la variable estimada entre su error estándar, y la significancia indica que en todos los casos el primero es mayor que el segundo; por el contrario, la variable precio medio rural de manzana con un periodo de retraso ($PPMRL_{t-1}$) resultó no significativa con un valor de t de 0.1, pero se incluyó en la ecuación porque explica la forma de como los productores toman el precio de períodos anteriores como una expectativa de precios.

En la función de demanda de manzana las variables precio medio al consumidor real, ingreso nacional disponible real y el precio medio al consumidor de naranja real presentaron los signos esperados y resultaron estadísticamente significativos de acuerdo con los valores de t mayores que la unidad.

Por último, en las dos funciones de transmisión de precios establecidas hubo significancia y corresponden con la teoría económica, debido a que el precio al consumidor y el precio de importación en relación con el precio al mayoreo se transmiten al precio al productor y tuvieron razones de t mayores de 1. Los signos fueron positivos en todos los casos y concuerdan con los resultados presentados por García-Mata *et. al.* (2013) en el mercado de plátano.

El análisis económico de las variables individuales se realizó bajo el supuesto de que todos los demás factores se mantienen constantes (*Ceteris paribus*). El análisis se realizó con las elasticidades respectivas, en cuyo cálculo se tomaron los coeficientes estimados, así como los promedios de los valores de cada variable (Cuadro 2).

La elasticidad precio de la oferta de manzana resultó de 0.01; Vázquez y Martínez (2015) obtuvieron una elasticidad de 0.16, lo que indica una respuesta similar a la obtenida en este estudio. Rivera *et. al.* (2021) encontraron que en frutales perennes la elasticidad precio se aproxima a cero, debido a que las decisiones sobre inversiones en el establecimiento de huertos en la producción de manzana se realizan a largo plazo; de esa forma, el productor no puede responder en el corto plazo a cambios en los precios. También, Dadone (1973) consideró que en la venta del productor al mayorista existe muy poco margen de tiempo

Cuadro 1. Coeficientes estimados de la forma estructural del mercado de manzana en México, 2000- 2021.

Función	Variables explicativas					Intercepto	R ²
QOM_t	PPMRL_{t-1}	PFERT_t	AGUA_t	TMIN_t	QOML_{t-1}		
Coeficiente	0.70022	-3.88366	0.16075	30919.590	0.47428	55089.36	0.81
Error estándar	7.35106	3.79985	0.11178	26672.330	0.19349	202532.70	
Razón de t	0.10	-1.02	1.44	1.16	2.42	0.27	
QDM_t	PCMR_t	INDR_t	PCNAR_t				
Coeficiente	-18.19450	0.07522	23.40534			11375.750	0.57
Error estándar	7.98771	0.02062	18.8720			461808.40	
Razón de t	-2.28	3.65	1.24			0.02	
PPMR_t	PMAYR_t						
Coeficiente	0.47467					-6306.180	0.44
Error estándar	0.12235					3759.235	
Razón de t	3.88					-1.680	
PMAYR_t	PCMR_t	PIMPR_t					
Coeficiente	0.69726	0.09				320.26260	0.69
Error estándar	0.12430	0.09				5002.69100	
Razón de t	5.61	1.07				0.06	

Fuente: elaboración propia con resultados de investigación.

Cuadro 2. Elasticidades de la forma estructural del mercado de manzana en México, 2000-2021.

Función	Variables predeterminadas				
QOM _t	PPMRL _{t-1}	PFER _t	AGUA _t	TMIN _t	QOML _{t-1}
	0.01	-0.11	0.11	0.44	0.47
QDM _t	PCMR _t	INDR _t	PCNAR _t		
	-0.91	1.67	0.24		
PPMR _t	PMAYR _t				
	1.77				
PMAYR _t	PCMR _t	PIMP _t			
	0.94	0.04			

Fuente: elaboración propia con resultados de investigación.

para esperar mejores precios, lo que hace que la oferta de corto plazo sea muy inelástica.

La elasticidad del precio del fertilizante sobre las cantidades ofertadas fue inversa e inelástica (-0.11), si este precio aumenta en 10 %, la cantidad producida disminuye un 1.1 %, debido a que representa un costo de producción, los resultados son similares a los encontrados por García-Mata *et al.* (2013) en la producción de plátano y los adjudica a la disposición de los productores por emplear las cantidades de fertilizante recomendadas por

los centros de investigación. En el caso de la manzana esto se explica porque en los principales estados productores, los agricultores necesitan de una adecuada fertilización para poder producir manzana de primera.

El coeficiente de elasticidad de la cantidad de agua para riego fue de 0.11, el resultado concuerda con la teoría económica y agronómica, ya que los frutales requieren de agua durante todo el año para su desarrollo metabólico, transporte de sustancias nutritivas, estructura y turgencia del fruto (Fischer, 2003) y sin este recurso no se pueden

obtener frutos de calidad. Según los datos recabados, la cantidad de agua irrigada en los últimos 10 años ha disminuido en 3.1 % anualmente, de continuar esta tendencia la cantidad ofertada de manzana declinará en 0.34 %, la cual pasaría de 809 mil toneladas en 2022 a 759 mil en 2024. Estos resultados pueden ser posibles, según el plan rector de manzana, Chihuahua presenta cada vez más falta de agua, y es necesario establecer programas para el uso eficiente de este recurso (CESPMEC, 2012).

El clima es un determinante físico que afecta de forma importante la producción agrícola debido a que puede crear ventajas y desventajas en ésta (Buse, 1974). La relación de la elasticidad de la temperatura mínima promedio en la oferta fue directa e inelástica (0.44), lo que indica que si esta variable aumenta en 10 % la cantidad ofertada aumentará en 4.48 %. No se pudieron contrastar resultados similares debido a que no se encontraron estudios de manzana con esta variable, pero se explica porque los huertos que crecen en zonas con inviernos fríos están más expuestos a heladas tardías (Devadoss y Luckstead, 2010); así que cuando aumenta la temperatura mínima se reduce el riesgo de heladas perjudiciales.

Se encontró que la oferta de la manzana está influenciada por la oferta del ciclo anterior de manera positiva e inelástica (0.47). Lo anterior indica que mientras más grande es la oferta del ciclo anterior, mayor será la oferta en el periodo posterior, lo que se relaciona con el hecho de que la manzana es un cultivo perene.

La elasticidad precio de la demanda de manzana fue inelástica (-0.91), mayor que aquella de -0.71 obtenida por Lee (1994) para Japón, en ambos casos las cantidades responden inelásticamente al precio al consumidor. La teoría económica señala que los alimentos básicos son inelásticos, como en el caso de la manzana (Blanco, 2008).

La cantidad demandada de manzana mostró ser elástica ante cambios en el ingreso. Por la magnitud del coeficiente, la manzana es un bien de lujo (1.67), y concuerda con el resultado de Abdullahi *et al.* (2017), quienes obtuvieron elasticidades ingreso de 1.4, por lo que cambios de 10 % en el ingreso hacen que la demanda de manzana aumente en más de ese porcentaje (16.7 %).

El precio al consumidor de naranja mostró una relación de sustitución con la cantidad demandada de manzana, su respuesta fue inelástica (0.24). García-Mata *et al.* (2013) estimaron distintas elasticidades cruzadas del plátano, indicaron que elasticidades de productos con bienes complementarios y sustitutos imperfectos como los alimentos son inelásticas.

En relación con las funciones de transmisión de precios, el precio al mayoreo se ve influenciado de forma directa e inelástica por el precio al consumidor. Un aumento del 10 % en el precio al consumidor incrementará el precio al mayoreo en 9.4 %. Simultáneamente, el precio de importación de manzana estadounidense impacta inelásticamente en el precio al mayoreo, dado que se obtuvo una elasticidad menor a la unidad (0.04); cuando el precio de la manzana estadounidense aumenta, también se incrementa el precio del producto en México, aunque en menor proporción.

Por último, el precio al mayoreo afecta al precio al productor directa y elásticamente (1.77); así, un aumento del 10 % en dicho precio aumentará el precio al productor en 17.7 %. De los análisis anteriores se puede deducir que ante descensos de los precios reales al consumidor de manzana los productores de manzana se verán mayormente afectados en la cadena de comercialización.

La forma reducida del modelo considera los parámetros que relacionan las variables endógenas del modelo con las variables exógenas y predeterminadas. En este caso, se evaluó la influencia de las variables estudiadas en el mercado de la manzana en el saldo de comercio exterior con elasticidades, para así posibilitar recomendaciones de política agrícola (Cuadro 3).

Por el lado de la oferta, el saldo de comercio exterior obtuvo una respuesta negativa e inelástica ante un aumento en el precio real al productor de la manzana nacional con un año de rezago (-0.03); el aumento en 10 % de dicha variable induciría a una reducción del 0.3 % de la balanza comercial, lo que indica que en la producción nacional de manzana el precio tiene poca influencia en las cantidades importadas de este producto.

Respecto al precio de los fertilizantes, éstos mantienen una relación positiva e inelástica en el saldo de comercio exterior (0.30); de esta manera, un aumento del 10 % en esta variable provocaría un aumento de 3 % en el saldo comercial, debido a la disminución de las cantidades de manzana ofertadas en México y el aumento de importaciones para cubrir la demanda nacional del producto; por el contrario, disminuciones en el precio del fertilizante provocarían reducciones menores que proporcionales en la balanza comercial.

En la relación de la cantidad de agua para riego en el saldo de comercio exterior se obtuvo una respuesta negativa e inelástica (-0.32), por lo que aumentos de 10 % en la cantidad de agua para riego disminuirán el saldo de comercio exterior en 3.2 %; sin embargo, la disposición de agua en las regiones manzaneras ha mantenido

Cuadro 3. Elasticidades de la forma reducida del mercado de manzana en México, 2000-2021.

Función	Variables predeterminadas							
SCESC _t	PPMRL _{t-1}	PFER _t	AGUA _t	TMIN _t	QOML _{t-1}	PCMR _t	INDR _t	PCNAR _t
	-0.03	0.3	-0.31	-1.18	-1.26	-3.34	6.09	0.89

Fuente: elaboración propia con resultados de investigación.

una tendencia a la baja en los últimos 10 años (3.12 %); de continuar así, las importaciones de manzana se incrementarán cerca del 1 % anual.

La temperatura es uno de los factores más importantes en la producción de manzana y la disminución de la balanza comercial, el efecto de dicha variable presenta una relación inversa y elástica con el saldo de comercio exterior (-1.18); es decir, un aumento de 10 % de la temperatura mínima disminuye el saldo un 11.8 % debido a que la oferta abastece la mayor proporción del consumo de manzana y se necesitan menos importaciones; por el contrario, temperaturas poco favorables, con heladas tardías, aumentarán la balanza comercial más que proporcionalmente, debido a la pérdida de cosechas.

Las cantidades ofertadas con un año de retraso captan la inercia de los agricultores a seguir produciendo manzana, es por eso que la variable incide negativa y elásticamente en el balance comercial (1.26); así, un aumento de 10 % de la variable disminuye en 12.6 % el balance comercial; debido a esto, toman mayor relevancia las inversiones y acciones destinadas a incrementar la producción de manzana nacional.

Por el lado de la demanda, la elasticidad del precio al consumidor respecto al saldo de la balanza comercial resultó elástica y negativa (-3.34); así una disminución de 10 % de dicho precio aumenta el saldo de la balanza comercial 33.4 %. Esto se explica por la ley de la demanda, ya que si existen aumentos en el precio, disminuye el consumo del producto, y si las cantidades ofertadas se mantienen constantes las importaciones tenderán a disminuir.

La relación del ingreso nacional disponible en la balanza comercial también resultó elástica pero positiva (6.09), por lo que un aumento de 10 % en el ingreso incrementará un 60.9 % el saldo de comercio exterior; al contrario, si disminuye el ingreso nacional disponible en 3 %, el saldo comercial se contraerá en 20 %, debido a la reducción del consumo. La importancia de este efecto es que muestra la magnitud en que se puede reducir el consumo de manzana ante disminuciones de esta variable y las consecuencias que puede tener en el mercado.

La elasticidad cruzada del precio de la naranja resultó

inelástica y positiva (0.89); así, un aumento de 10 % en el precio de la naranja incrementará en 8.9 % la importación de manzana debido a que aumentos en el precio de la naranja causarán disminuciones en su consumo y aumentos en la demanda de manzana por ser un bien sustituto. Por último, esto hará que aumenten las importaciones de manzana y, por ende, el saldo comercial.

CONCLUSIONES

Las relaciones de las variables que conforman el modelo explican el funcionamiento del mercado de la manzana en México. En la oferta los coeficientes son inelásticos casi en su totalidad, en la demanda el precio al consumidor es inelástico y el ingreso nacional disponible es elástico. El saldo de comercio exterior de México mejorará si el incremento de la oferta nacional de manzana crece a un ritmo mayor que el consumo. Medidas que influyan en el precio al productor de manzana, fertilizantes e importación serían poco efectivas, debido a la inelasticidad de estos factores. Por el lado de la demanda, disminuciones en el precio al consumidor y aumentos en los ingresos aumentarán elásticamente el saldo de comercio exterior. El saldo de comercio exterior aumentará elásticamente si las condiciones climáticas en México no son benéficas para el cultivo de manzana; y a su vez, aumentará inelásticamente si disminuye la disponibilidad de agua. Por lo anterior, las políticas agrícolas deben enfocarse a fomentar inversiones en protección de cultivos ante eventos climáticos desfavorables para cubrir mayor cuota de mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdullahi A., M. R. Ja'afar-Furo and H. Yahya (2017) Analysis of socio-economic determinants of apple fruits (*Chrysophyllum albidum*) demand among consumers in Mubi metropolis, Adamawa State, Nigeria. *International Journal of Social Sciences and Educational Studies* 3:61-71, <https://doi.org/10.23918/ijsses.v3i3p61>
- Blanco S. J. M. (2008) Economía, Teoría y Práctica. Quinta edición. McGraw-Hill, Madrid, España. 528 p.
- Buse R. C. (1974) Study Guide for Applied Micro-economics: For Use with Applied Economics, Resource Allocation in Rural America and Other Micro-economic Text Books. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 279 p.
- Caldentey A. P. y A. C. Gómez M. (1993) Economía de los Mercados Agrarios. Mundi-Prensa. Madrid, España. 218 p.
- CESPMEC, Comité Estatal Sistema Producto Manzana del Estado de Chihuahua (2012) Plan Rector Sistema Nacional Manzana. Comité Estatal Sistema Producto Manzana del Estado de Chihuahua A. C. Chihuahua, Chihuahua, México. 39 p.

- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2023a)** Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México, México. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-agricolas-de-los-distritos-de-riego> (Noviembre 2023).
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2023b)** Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvia. Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México, México. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (Noviembre 2023).
- Cruz P. E. (2017)** Manual sobre Análisis Básico de Precios Agrícolas para la Toma de Decisiones. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 174 p.
- da Silva, L. E. S., e R. M. Claro (2019)** Tendências temporais do consumo de frutas e hortaliças entre adultos nas capitais brasileiras e Distrito Federal, 2008-2016. *Cadernos de Saúde Pública* 35:e00023618, <https://doi.org/10.1590/0102-311X00023618>
- Dadone A. A. (1973)** Sistema de comercialización de frutas y verduras en la ciudad de Córdoba. *Revista de Economía y Estadística* 17:45-61, <https://doi.org/10.55444/2451.7321.1973.v17.n1-2-3-4.3692>
- Devadoss S. y J. Luckstead (2010)** An analysis of apple supply response. *International Journal of Production Economics* 124:265-271, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.024>
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023a)** FAOSTAT statistical database, production, Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (November 2023).
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023b)** FAOSTAT statistical database, trade. Detailed trade matrix. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/TM> (November 2023).
- Femenia F. (2019)** A meta-analysis of the price and income elasticities of food demand. *German Journal of Agricultural Economics* 68:77-98, <https://doi.org/10.2004/ag.econ.319809>
- Fischer G. (2003)** Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa. In: Cultivo, Poscosecha y Exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg). G. Fischer, D. Miranda, G. Cayón y M. Mazorra (eds.). Produmedios. Bogotá, Colombia. pp:9-26.
- FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis (2023)** Producer price index by commodity: final demand: finished consumer foods. Federal Reserve Bank of St. Louis. St. Louis, Missouri, USA. <https://fred.stlouisfed.org/series/WPSFD4111> (February 2023).
- García-Mata R., M. F. González-Machorro, R. C. García-Sánchez, J. S. Mora-Flores, A. González-Estrada y M. Á. Martínez-Damián (2013)** El mercado del plátano (*Musa paradisiaca*) en México, 1971-2017. *Agrociencia* 47:399-410.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023)** Banco de información económica (BIE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0> (Noviembre 2023).
- Josimuddin S. K., M. Kumar and H. Rastogi (2022)** A review on nutritional and medicinal value of *Malus domestica* with various activity. *International Journal of Health Sciences* 6:7251-7265, <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS4.10163>
- Lee J. Y. (1994)** Fresh fruit consumption in Japan. *Agribusiness* 10:513-520, [https://doi.org/10.1002/1520-6297\(199411/12\)10:6<513::AID-AGR2720100608>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1520-6297(199411/12)10:6<513::AID-AGR2720100608>3.0.CO;2-Q)
- Mendoza G. (1987)** Compendio de Mercadeo de Productos Agropecuarios. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 345 p.
- Nayga R. M. (1995)** Determinants of U.S. household expenditures on fruit and vegetables: a note and update. *Journal of Agriculture Applied Economics* 27:588-594, <https://doi.org/10.1017/S1074070800028613>
- Ocampo J. A. (2020)** La cooperación financiera internacional frente a la crisis económica latinoamericana. *Revista CEPAL* 131:7-28.
- Ramírez-Legarreta M. R., J. L. Jacobo-Cuéllar, A. A. Gardea-Béjar y R. Á. Parra Quezada (2008)** Modelo de desarrollo floral en manzanos [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh) Mansf.] Red Delicious y Golden Delicious como herramienta de toma de decisiones en el manejo integrado de enfermedades. *Revista Mexicana de Fitopatología* 26:153-163.
- Richards T. J. (2000)** A discrete/continuous model of fruit promotion, advertising, and response segmentation. *Agribusiness* 16:179-196, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6297\(200021\)16:2<179::AID-AGR4>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6297(200021)16:2<179::AID-AGR4>3.0.CO;2-J)
- Rivera L. S., I. Caamal C., M. Del Valle S. y A. Perales S. (2021)** Elasticidad precio de la oferta de naranja en México de 1991 a 2019. *Acta Universitaria* 31:e3133, <https://doi.org/10.15174/au.2021.3133>
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2017)** Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México, México. 62 p.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023a)** Producción Agrícola, Acciones y programas. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119> (Septiembre 2023).
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023b)** Documentos, márgenes de comercialización. Histórial. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ciudad de México. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/margenes_comercializacion.html (Abril 2024).
- SNIIM, Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (2023)** Mercados nacionales. Secretaría de Economía. Ciudad de México. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/> (Noviembre 2023).
- Tomek W. G. and K. L. Robinson (2003)** Agricultural Product Prices. Fourth edition. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA. 428 p.
- Vázquez A. J. M. P. y M. Á. Martínez D. (2015)** Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6:955-965, <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i5.590>
- Vigil C. A. (2017)** Adaptabilidad de seis variedades de *Malus domestica* en el primer año de instalación en la Ecorregión Puna, Arequipa. *Véritas* 18:73-76.
- Zurita G. J., J. F. Martínez P. y F. Rodríguez M. (2009)** La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México. *El Cotidiano* 157:17-27.