

Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios

Analysis of the corn market in Mexico from a price perspective

Ester Reyes Santiago¹, Fidel Bautista Mayorga^{1*}, José Alberto García Salazar¹

¹Economía, Postgrado en Socioeconomía Estadística e Informática, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México- Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. Tel.: (01) 595-95-20-200, Ext. 1836. Correo electrónico: fidelbm26@gmail.com

*Autor de correspondencia

Resumen

El maíz es el grano básico más importante en México; a pesar de ello, se importan grandes cantidades para satisfacer el consumo. El presente artículo tuvo como objetivos determinar los factores que afectan el comportamiento del mercado de maíz grano en México, estimar el efecto del precio de garantía sobre la oferta y analizar mediante escenarios el efecto del precio de importación sobre este mercado. Se formuló un modelo de ecuaciones simultáneas empleando datos anuales del mercado de maíz de 1999 a 2020 y se estimó el modelo por mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E). Los resultados indican que aumentar el precio de garantía en 37.4% provoca que la producción crezca en 8.38% y que los efectos de aumentar el precio de importación en 20% origina que la producción aumente 2.1% y el consumo se reduzca 5%. Se recomienda realizar sinergia con otros programas de apoyo al agro mexicano para incrementar aún más la producción y de esta manera avanzar en la autosuficiencia alimentaria.

Palabras clave: Producción de maíz; demanda de maíz; elasticidad; ecuaciones simultáneas.

Abstract

Corn is the most important basic grain in Mexico; despite this, large quantities are imported to satisfy consumption. The present article aimed to determine the factors that affect the behavior of the corn grain market in Mexico, to estimate the effect of the guaranteed price on the supply, and to analyze the effect of the import price on this market. A model of simultaneous equations was formulated using annual data from the corn market from 1999 to 2020, the model was estimated by least squares in two stages (LS2E). The results indicate that increasing the guaranteed price by 37.4% causes production to grow by 8.38%, and the effects of increasing the import price by 20% causes production to increase 2.1% and consumption to decrease 5%. Synergize with other support programs for Mexican agriculture is recommended to further increase production and thus advance on self-sufficiency.

Keywords: Corn production; corn demand; elasticity; simultaneous equations.

Recibido: 19 de julio de 2021

Aceptado: 13 de diciembre de 2021

Publicado: 23 de febrero de 2022

Cómo citar: Reyes Santiago, E., Bautista Mayorga, F., & García Salazar, J. A. (2022). Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. *Acta Universitaria* 32, e3265. doi. <http://doi.org/10.15174.2022.3265>

Introducción

En México se ha estudiado mucho sobre granos básicos; asimismo, el enfoque es muy diverso, por ejemplo, se destaca la autosuficiencia alimentaria, efectos del precio internacional sobre el mercado interno, estudios econométricos, defensa, privatización, origen y diversidad del maíz, análisis institucional sobre semillas de maíz, mercantilización de maíz ante contextos políticos y de cambio climático, respuesta ambiental sobre maíces nativos, entre otros (Caballero-García *et al.*, 2019; Casanova-Pérez *et al.*, 2019; Donnet *et al.*, 2020; García & Giraldo, 2021; Guzmán-Soria *et al.*, 2019).

La presente propuesta busca abonar información sobre los impactos que tienen los precios de importación y los precios de garantía sobre la producción de maíz en México, aunque si bien otros autores han trabajado algo similar, sus resultados ya no son actuales (Calderón *et al.*, 2004; García-Salazar *et al.*, 2011; Hernández & Martínez, 2009; Moreno-Sáez *et al.*, 2016; Pérez-Soto *et al.*, 2016), y en esta línea se desea actualizar dichos impactos, ya que el gobierno actual de la república mexicana decidió retomar la política agrícola de los precios de garantía.

Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2021) revelan que durante el periodo 2010 a 2020 se sembraron en promedio 9.9 millones de hectáreas de granos básicos (maíz, frijol, trigo y arroz), de los cuales el maíz representa el 76% del total, con un rendimiento promedio de 3.5 t/ha, dando como resultado una producción de maíz de 26.3 millones de toneladas, de los cuales el maíz blanco participa con el 82.9%, el amarillo con 10.3% y otros tipos de maíz con el 6.8% del total de la producción. Por otra parte, el consumo nacional aparente promedio de maíz blanco de 2010 a 2020 fue de 22 millones de toneladas y de maíz amarillo fue de 14 millones de toneladas. De acuerdo con estas cifras, se puede notar que se importa para satisfacer la demanda de maíz blanco 0.145 millones toneladas y 11.3 millones de toneladas de maíz amarillo, dejando claro que el maíz amarillo es el que México importa en grandes cantidades.

Los estados que figuran por la importancia en la producción de maíz blanco son Sinaloa, Jalisco, Michoacán, México, Guanajuato, Guerrero, Veracruz, Chiapas y Puebla, estas entidades en conjunto concentran el 80% del total de la producción de maíz blanco. En esta tónica, Chihuahua, Jalisco, Tamaulipas y Chiapas concentran más del 80% de la producción total de maíz amarillo a nivel nacional. Cabe mencionar que el maíz blanco se destina al consumo humano y el amarillo se destina a la industria para fabricar alimentos balanceados del sector pecuario (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios [Aserca], 2018; SIAP, 2021). Con respecto a los precios de maíz blanco, este pasó de 2837.45 pesos/t en 2010 a 4187.75 pesos/t en 2020, teniendo una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 4%; en el caso de maíz amarillo, este pasó de 2587.74 pesos/t en 2010 a 4209.13 pesos/t en 2020, estimándose una TCMA de 5% (SIAP, 2021).

México continúa con una importación creciente del grano proveniente principalmente de los Estados Unidos de América (EUA). En los años ochenta se importaban 3 millones de toneladas, en 1993 se redujo hasta 152 mil toneladas, esto por la incidencia de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo) en la compra y manejo de inventario. Para 1994, 1995 y 1997 las importaciones superaron 2.2 millones de toneladas, en 1998 alcanzó los 4.7 millones de toneladas, en 1999 y 2000 la importación del grano osciló los 5 millones de toneladas (García & Santiago, 2004). En este tenor, el Servicio de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI, 2021) reporta que en 2010 y 2020 la importación de maíz fue 7.8 y 15.7 millones de toneladas, respectivamente.

De acuerdo con datos de la Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (Faostat, 2021), en el periodo 2000-2019, la TMCA de los precios internacionales del maíz han aumentado en 7.5% (considerando a EUA, Brasil y Argentina, principales países exportadores). En este sentido, González-Rojas *et al.* (2011) mencionaron algunos aspectos que hacen que los precios internacionales de maíz aumenten, por ejemplo, una caída en la superficie sembrada de maíz en países productores como EUA por efectos adversos del cambio climático sobre el rendimiento de maíz. Otro aspecto es el incremento en el precio del petróleo, esta medida provocará que países productores de maíz tengan la necesidad de producir combustibles alternativos, destinando una parte de la producción de maíz para este fin. Un aspecto más es el crecimiento demográfico de países como Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica, este hará que la demanda crezca originando que los precios aumenten. Esta situación compromete a México a buscar alternativas de abastecimiento de maíz provenientes de otros mercados y el encarecimiento del producto en varios sectores económicos, entre los que destaca el de las tortillas.

En este contexto, el gobierno mexicano actual ha puesto en marcha la política agrícola de precios de garantía, el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) lo define como un instrumento de política económica diseñado para elevar el precio a los productores por encima del equilibrio de mercado y también para mantener el precio de los consumidores por debajo de los precios de mercado, usualmente el gobierno absorbe la diferencia (CEDRSSA, 2019). Esta política es de cobertura nacional y persigue dos objetivos centrales: el primero es el combate efectivo de la pobreza rural a través de incrementar el ingreso de pequeños productores y apoyar en la comercialización a medianos productores agropecuarios de granos básicos (maíz, frijol, trigo panificable, arroz) y leche; el segundo es lograr la autosuficiencia alimentaria, es decir, aumentar la producción interna y disminuir gradualmente las importaciones de los granos básicos, entre ellos el maíz. Los principales criterios del programa son los siguientes (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2020; Patiño, 2019):

- a) Aplica a productores registrados en un padrón georreferenciado: 1.6 millones en maíz, 300 mil en frijol, 40 mil en trigo panificable, 6 mil en arroz y 8 mil en leche.
- b) Límite de superficie apoyada: maíz es de 5 ha de temporal, frijol de 30 ha de temporal o 5 ha de riego, trigo panificable y arroz (no especificado).
- c) Límite de compra por productor: maíz 20 t, frijol 15 t, trigo 100 t, arroz 120 t y 25 L por vaca.
- d) Monto económico que reciben los productores: maíz 5610 pesos/t, frijol 14 500 pesos/t, trigo 5790 pesos/t, arroz 6120 pesos/t y leche 8.20 pesos/L.

De acuerdo con el Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA), el funcionamiento actual de los precios de garantía se expone a continuación: el productor acude al centro de acopio de la entidad gubernamental a entregar su producto y recibe a cambio el precio de garantía vigente; posterior a la adquisición, la entidad gubernamental tendrá que asumir los gastos de almacenaje, conservación y flete. Finalmente, la entidad gubernamental sale a vender el producto al precio de mercado, absorbiendo el diferencial entre el precio de garantía y el precio de mercado, además de los gastos logísticos y de administración del programa (GCMA, 2020).

La historia de los precios de garantía no es algo nuevo en México, este data desde 1934 con la creación de los Almacenes Nacionales de Depósito, S. A. (ANDSA) para regular la competencia entre comerciantes e impedir las actividades mercantiles especulativas. Desde entonces, ha venido evolucionando la intervención pública en la regulación de los precios de los productos agrícolas, hasta llegar a 1961 que es cuando surge Conasupo S. A., la cual intervino en la compra de productos agrícolas a

precios de garantía. Los mercados regulados fueron los del maíz, trigo, frijol, arroz y sorgo, llevándose a cabo la compra a precios de garantía a través de la Banca Oficial Agrícola y Almacenes Nacionales de Depósito. En 1965, Conasupo se transformó en Organismo Público Descentralizado del gobierno federal cuyo objetivo prioritario pasó a ser la autosuficiencia alimentaria, mediante la regulación de los precios de garantía y el control del comercio exterior. De 1970 a 1987 los criterios de determinación de los precios de garantía fueron los costos de producción, las tasas inflacionarias y los precios internacionales. En 1999 desaparece Conasupo; algunas causas de su desaparición fueron: los precios de garantía solo beneficiaban a los productores con excedentes que vendían maíz, no así a los campesinos más pobres que debían comprar grano; los excesivos trámites y regulaciones para la compra de maíz por parte de Conasupo ocasionaban que muchos productores quedaran al margen del programa; las fechas de compra se limitaban a ciertos meses del año, de forma que el resto estaba abierto a la operación de comerciantes, muchas veces especuladores sin escrúpulos; y la corrupción e ineficiencia de la paraestatal (CEDRSSA, 2019; Maximiliano–Martínez *et al.*, 2011).

A continuación, se citan algunos estudios, ya que tienen similitudes con la temática y el desarrollo metodológico de este trabajo. Se considera que la metodología empleada de ecuaciones simultáneas es correcta, debido a que es adecuada para captar relaciones complejas como las que existen en el mercado del maíz y otros cultivos agrícolas. También hay discrepancias, por ejemplo, en la temporalidad y número de cultivos analizados. La importancia de mencionarlos es que permite comparar los resultados.

Calderón *et al.* (2004) estudiaron el efecto del precio internacional sobre el mercado de la papa en México durante el periodo 1990 al 2000. Emplearon un modelo de ecuaciones simultáneas compuesto de dos ecuaciones de oferta, una de demanda, cuatro de transmisión de precios y dos identidades. Los hallazgos del estudio indicaron que la producción y demanda de papa responden de manera inelástica a los cambios en el precio internacional y la elasticidad que relaciona el saldo de comercio exterior con el precio internacional resultó elástico, debido a la influencia del precio internacional sobre las altas importaciones de papa que se ha registrado durante la vigencia del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

Hernández & Martínez (2009) analizaron el efecto del cambio de política agrícola de precios de garantía a apoyos directos al productor (Procampo) sobre una canasta que considera cultivos tales como el maíz, frijol, arroz, trigo y sorgo. Eliminan el efecto depresor en precios de las importaciones mediante cuatro índices de precios diferentes. Sus resultados mostraron que al retirar la política de precios de garantía y libre del efecto de las importaciones en los precios, el costo de dicha canasta bajó en 56.38%.

Moreno-Sáenz *et al.* (2016) trabajaron sobre la dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. El objetivo fue determinar los niveles de dependencia a las importaciones de maíz a través del análisis de la oferta y demanda. La metodología empleada fue un modelo de ecuaciones simultáneas, identificado las principales variables que determinan a la oferta y la demanda de maíz en el periodo de 1980 a 2011. Los resultados indican que México presenta una creciente dependencia a las importaciones de maíz y que el mercado interno está influenciado por el precio esperado medio rural.

Considerando la importancia y el grado de dependencia de las importaciones de maíz en México, los objetivos del presente trabajo son determinar los factores que afectan el comportamiento del mercado de maíz grano en México, estimar el efecto del precio de garantía sobre la oferta y analizar mediante escenarios el efecto del precio de importación sobre este mercado. Finalmente, se plantea como hipótesis que los precios de garantía incentivan la producción de maíz grano en México, y que aumentos en los precios de importación afectan de manera directa a los precios internos (productor, mayoreo y consumidor), originando que la oferta incremente y la demanda de maíz disminuya.

Materiales y Métodos

Datos

Se usaron datos anuales del mercado de maíz grano en México que comprenden el periodo 1999 a 2020. Las variables expresadas en términos monetarios (precios al productor, consumidor e ingreso *per cápita*) fueron deflactadas con el índice nacional de precios al productor (INPP) y con el índice nacional de precios al consumidor (INPC). En ambos índices se consideró al 2020 como año base (2020 = 100).

En la oferta, la serie de cantidad producida de maíz (QPM), los precios al productor de maíz (PMR) y de avena (PAVR) provinieron del SIAP (2021). Datos de la temperatura y la precipitación se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2021), y la serie del precio de la urea (PUR) provino del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2021). En la demanda, el precio al consumidor de tortilla provino de (Orozco, 2019), se usó como una variable aproximada al precio al consumidor de maíz (PCMR); el precio al consumidor de frijol (PCFR) provino del SNIIM (2021); y el ingreso *per cápita* se obtuvo de la siguiente forma: el producto interno bruto (PIB) fue dividido por la población de México, la población se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021a), el PIB se obtuvo del INEGI (2021b). La cantidad demanda de maíz se estimó de la siguiente manera: A la producción dada por el SIAP (2021) se le adicionó las importaciones y se restó las exportaciones de maíz, estas dos últimas variables se obtuvieron de la Faostat (2021). Finalmente, el INPP y el INPC provinieron del INEGI (2021b).

El significado de las variables empleadas en el modelo y su clasificación (variable endógena o exógena) se muestran en la Tabla 1. Se puede observar que los precios (al productor, consumidor y mayoreo) son variables endógenas y exógenas, la razón de esto es porque se consideraron funciones de transmisiones de precios y sistema de ecuaciones simultáneas (La ecuación del precio está en función de otros precios, y la ecuación de la cantidad demandada u ofertada está en función del precio). Conviene mencionar que las variables IMP_t y EXP_t no aparecen directamente en el modelo, pero sí fueron utilizados para determinar la demanda de maíz (QDM_t); de manera similar, las variables PIB_t y POB_t se emplearon para estimar el ingreso per cápita ($INGR_t$).

Tabla 1. Variables del mercado del maíz empleadas en el modelo.

Var. Significado	Var. Clasificación	Unidad	Fuente
QPM _t : Cantidad ofrecida de maíz	Endógena	t	SIAP (2021)
PMR _t : Precio de maíz al productor	Endógena- Exógena	pesos/t	SIAP (2021)
PAVR _t : Precio de avena al productor	Exógena	pesos/t	SIAP (2021)
PUR _t : Precio de la urea pagada por el productor	Exógena	pesos/t	SNIIM (2021)
TEM _t : Temperatura media	Exógena	°C	SMN (2021)
PP _t : Precipitación Pluvial promedio	Exógena	mm	SMN (2021)
IMP _t : Importaciones de maíz		t	Faostat (2021)
EXP _t : Exportaciones de maíz		t	Faostat (2021)
QDM _t : Cantidad demandada de maíz	Endógena	t	Estimado con datos del SIAP (2021) y Faostat (2021)
PCMR _t : Precio de maíz al consumidor	Endógena- Exógena	pesos/t	(Orozco, 2019)
PCFR _{t-1} : Precio de frijol al consumidor	Exógena	pesos/t	SNIIM (2021)
PIB _t : Producto interno bruto de México		Miles pesos	INEGI (2021b)
POB _t : Población de México		Hab	INEGI (2021a)
INGR _t : Ingreso per cápita	Exógena	Miles pesos	Estimado con datos del INEGI (2021)
T _t : Tendencia	Exógena	Año	
PMMR _t : Precio de maíz al mayoreo	Exógena- Endógena	pesos/t	SNIIM (2021)
PIMR _t : Precio de maíz de importación	Exógena	pesos/t	Faostat (2021)

Fuente: Elaboración propia.

El modelo

Para dar cumplimiento con los objetivos planteados, se estimó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas conformado por una ecuación de oferta, otra de demanda y tres de transmisión de precios del mercado de maíz grano en México; asimismo, se incluyó una identidad de saldo de comercio exterior de este grano. De acuerdo con Gujarati & Porter (2010), la estimación del modelo fue a través de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E) debido a la sobre identificación de las ecuaciones, y se utilizó el *software Statistical Analysis System* (SAS, 2013). El modelo econométrico propuesto es el siguiente:

$$QPM_t = \beta_0 + \beta_1 PMR_t + \beta_2 PAVR_t + \beta_3 PUR_{t-1} + \beta_4 TEM_t + \beta_5 PP_t + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$QDM_t = \alpha_0 + \alpha_1 PCMR_t + \alpha_2 PCFR_{t-1} + \alpha_3 INGR_t + \alpha_4 T_t + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

$$PMR_t = \delta_0 + \delta_1 PMMR_t + \varepsilon_{3t} \quad (3)$$

$$PMMR_t = \theta_0 + \theta_1 PIMR_t + \varepsilon_{4t} \quad (4)$$

$$PCMR_t = \mu_0 + \mu_1 PMMR_t + \varepsilon_{5t} \quad (5)$$

$$SCEM_t = QDM_t - QPM_t \quad (6)$$

La connotación matricial de un sistema de ecuaciones simultáneas puede expresarse de la siguiente manera (Gujarati & Porter, 2010):

$$\Gamma Y_t + \beta X_t = E_t \quad (7)$$

donde Y_t es el vector de variables endógenas o dependientes del modelo; X_t es el vector de variables exógenas del modelo, más la ordenada al origen; Γ es la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas; β es la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables exógenas; E_t son los términos de errores aleatorios. Los vectores Y_t y E_t son de orden $m \times 1$, donde m es el número de variables endógenas del modelo; Γ es una matriz cuadrada de $m \times m$; a su vez, β es una matriz de $k+1 \times m$, donde k es el número de variables exógenas y endógenas rezagadas del modelo, más la ordenada al origen; en general, k puede o no ser igual a m . Para que el sistema esté completo, debe existir la inversa de Γ ; es decir, Γ debe ser una matriz no singular de orden m , y así derivar el modelo reducido del sistema de la siguiente manera:

$$Y_t = \pi X_t + V_t \quad (8)$$

donde π es igual a $-\Gamma^{-1}\beta$ y es la matriz de parámetros de la forma reducida; V_t es igual a $\Gamma^{-1}E_t$ y es la matriz de los términos de error en la forma reducida.

La ecuación 1 modela la oferta de maíz. Teóricamente, la oferta de un producto está determinada por el precio que recibe el productor, el de los bienes competitivos o asociados en la producción, el de los factores productivos o insumos, la tecnología, los impuestos o subsidios, el clima, la expectativa del productor (cantidad y precio futuro) y el número de competidores (Atucha & Gualdoni, 2018; Barkley & Barkley, 2013). También, considerando evidencia empírica, se espera una relación funcional directa o positiva entre la cantidad ofertada y el precio del maíz pagado al productor; a mayor precio mayor cantidad oferta y viceversa. Contrariamente, se espera una relación negativa o inversa con el precio de la avena porque empíricamente se considera como un bien competitivo en la producción con el maíz. Con el precio de la urea se espera una relación inversa al ser un insumo en la producción; si el precio de la urea incrementa, se demandará menos fertilizante, por consecuencia, al no fertilizar se producirá menos maíz. Finalmente, se espera una relación directa con la precipitación y la temperatura; es decir, los climas favorables podrían abonar al crecimiento biológico del cultivo y viceversa.

La ecuación 2 modela a la demanda de maíz, en este caso, la teoría económica dicta que los factores que determinan la demanda son el precio pagado por el consumidor, el de los bienes sustitutos o complementarios, la población, el ingreso, la expectativa del consumidor (cantidad y precio futuro), los gustos y las preferencias (Barkley & Barkley, 2013). En este tenor, se espera una relación negativa entre la cantidad demandada con el precio de maíz al consumidor y con el precio del frijol al consumidor (bien complementario), respecto a la relación con el ingreso; si se obtiene un signo positivo es un bien normal, pero si es negativo, es un bien inferior (Barkley & Barkley, 2013).

Las ecuaciones 3, 4 y 5 representan los diferentes niveles de transmisión de precios reales. Se percibe que el precio al mayoreo incide en el precio al productor y al consumidor, ya que el mayorista compra la producción a nivel de finca a los productores y posteriormente se lo vende a los consumidores con un valor agregado (incluye costo de transporte y más actividades de comercialización). De manera análoga, cambios en los precios internacionales afectan a los precios internos (productor, mayoreo y consumidor) de un país (Calderón et al., 2004; Jaramillo-Villanueva & Benítez-García, 2016). La ecuación 6 es una identidad que representa el saldo de comercio exterior de maíz grano de México.

Analizar los efectos del precio de garantía sobre la producción de maíz es importante porque podría incentivar la producción de este grano. Por otra parte, este programa ha ido expandiéndose geográficamente con la finalidad de abarcar la totalidad de las zonas productoras de cada cultivo en el país (Patiño, 2019).

Para medir el efecto de dicho programa sobre la producción de maíz, se basó en la fórmula de la elasticidad precio, esta se desarrolla hasta despejar algebraicamente la cantidad producida de la siguiente manera (Barkley & Barkley, 2013):

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} * \frac{P}{Q} \quad (9)$$

donde ε es la elasticidad precio, ΔQ es el incremento de la cantidad ofertada, ΔP es el incremento en el precio del bien, Q es la cantidad del bien ofertado y P es el precio del bien.

La ecuación 9 se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\varepsilon^{PQPM} = \frac{QPM_2 - QPM_1}{P_2 - P_1} * \frac{P_1}{QPM_1} \quad (10)$$

donde ε^{PQPM} es la elasticidad precio de la oferta de maíz, QPM_1 es la cantidad ofrecida promedio de maíz de 2018 al 2020, QPM_2 es la cantidad ofrecida de maíz en 2021 (representa la incógnita a encontrar ante un cambio en los precios), P_1 es el precio real de maíz al productor promedio de 2018 al 2020 y P_2 es el precio real de garantía del maíz en 2021.

De la Ecuación 10 se despeja QPM_2 :

$$\varepsilon^{PQPM} * QPM_1 * (P_2 - P_1) = P_1 * (QPM_2 - QPM_1) \quad (11)$$

$$\frac{\varepsilon^{PQPM} * QPM_1 * (P_2 - P_1)}{P_1} = QPM_2 - QPM_1 \quad (12)$$

$$QPM_2 = \frac{\varepsilon^{PQPM} * QPM_1 * (P_2 - P_1)}{P_1} + QPM_1 \quad (13)$$

Con el objetivo de medir el efecto de un cambio en el precio de importación sobre la oferta, la demanda y en los diferentes niveles de precios reales en el mercado de maíz grano en México, se estimó y se calibró la forma reducida del modelo de ecuaciones simultáneas. Una vez calibrado, se realizaron dos escenarios predictivos, el primero consiste en analizar un aumento del 20% en el precio de importación y el segundo en aumentar en 50%. Cabe aclarar que el número de escenarios y la magnitud considerada en el precio de importación se basó en trabajos de otros autores, la finalidad es poder comparar los resultados en igualdad de condiciones. Es importante mencionar que se empleó el supuesto de *ceteris paribus* (todos los demás factores que afectan a las variables endógenas en cuestión permanecen constantes) en ambos escenarios.

Resultados y Discusión

Resultados estadísticos y elasticidades

La R^2 , que es el coeficiente de determinación, osciló de 0.31 a 0.94 en las cinco ecuaciones, lo que indica que hay una bondad de ajuste aceptable entre los valores estimados y observados. La prueba F indicó la significancia global de los parámetros ($p < 0.01$), es decir, que al menos uno de los parámetros es diferente de 0. La t de Student indicó la significancia individual para la mayoría de los parámetros ($p < 0.05$); es decir, el coeficiente de los parámetros es mayor a su respectivo valor estándar, y el estadístico t es mayor a la unidad en términos absolutos. Del mismo modo, se percibió que los signos de las variables exógenas que explican a las variables endógenas del modelo son los esperados de acuerdo con la teoría económica. Asimismo, se puede observar que el modelo no presenta problemas de heteroscedasticidad (excepto dos ecuaciones), autocorrelación serial, ni exogeneidad, esto de acuerdo con los p-valores de las pruebas de BP, BG y W. Los residuos de cada regresión tienen una distribución normal, así lo indica el p-valor del estadístico de SW, lo que implica que el modelo es estadísticamente válido (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados estructurales del modelo de maíz grano en México.

	<i>VARIABLES EXÓGENAS DE LA OFERTA DE MAÍZ (QPM_t)</i>						Pr > F	R ²
	Constante	PMR _t	PAVR _t	PUR _{t-1}	TEM _t	PP _t	0.000	0.87
Coefficiente	-63 430 000	1095.02	-480.04	-743.48	400 541	6472.44	BP = 0.99	SW = 0.25
Error Estándar	16 183 762	345.36	542.99	179.95	576 264	5424.95	BG = 0.052	
Estadístico t	-3.92***	3.170***	-0.88	-4.13***	6.95***	1.19	W = 0.09	
	<i>VARIABLES EXÓGENAS DE LA DEMANDA DE MAÍZ (QDM_t)</i>						Pr > F	R ²
	Constante	PCMR _t	PCFR _{t-1}	INGR _t	T _t		0.000	0.90
Coefficiente	-3 673 000 000	-2261.10	-378.63	-18 821.20	1 861 316***		BP = 0.25	SW = 0.11
Error Estándar	930 540 000	1112.90	172.27	82 038.67	473 449		BG = 0.13	
Estadístico t	-3.95***	-2.03*	-2.20**	-0.23	3.93***		W = 0.26	
	<i>VARIABLES EXÓGENAS DEL PRECIO AL PRODUCTOR DE MAÍZ (PMR_t)</i>						Pr > F	R ²
	Constante	PMMR _t					0.000	0.59
Coefficiente	1608.19	0.46					BP = 0.00	SW = 0.10
Error Estándar	499.39	0.09					BG = 0.06	
Estadístico t	3.22***	5.26***					W = 0.62	
	<i>VARIABLES EXÓGENAS DEL PRECIO AL MAYOREO DE MAÍZ (PMMR_t)</i>						Pr > F	R ²
	Constante	PIMR _t					0.000	0.94
Coefficiente	708.49	1.39					BP = 0.71	SW = 0.13
Error Estándar	293.18	0.08					BG = 0.54	
Estadístico t	2.42**	17.12***					W = 0.16	
	<i>VARIABLES EXÓGENAS DEL PRECIO AL CONSUMIDOR DE MAÍZ (PCMR_t)</i>						Pr > F	R ²
	Constante	PMMR _t					0.010	0.31
Coefficiente	6993.75	0.73					BP = 0.00	SW = 0.21
Error Estándar	1459.88	0.26					BG = 0.07	
Estadístico t	4.86***	2.85***					W = 0.62	

Nota. BP estadístico Breusch-Pagan como prueba de heterocedasticidad entre las series de tiempo; BG estadístico Breusch-Godfrey como prueba de autocorrelación serial. SW estadístico de Shapiro-Wilk como prueba de que el error tiene una distribución normal. W estadístico Wald como prueba de exogeneidad. Significancia estadística de los valores de t al 0.1 (*); 0.05 (**); 0.01 (***)

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida del modelo.

De acuerdo con Gujarati & Porter (2010), la forma reducida de un modelo permite observar la relación funcional entre las variables endógenas con las variables meramente exógenas del modelo. De esta manera fue posible visualizar que el precio de importación tiene relación con todas las variables del mercado de maíz grano, tal como la oferta, la demanda, el precio a nivel del productor, el mayoreo y el consumidor (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de la forma reducida del modelo.

Variables Endógenas	Variables exógenas								
	Intercepto	$PAVR_t$	PUR_{t-1}	TEM_t	PP_t	$PCFR_{t-1}$	$INGR_t$	T_t	$PIMR_t$
QPM_t	-61 310 000	-480.04	-743.49	4 005 406	6472.44	0	0	0	699.69
QDM_t	-3 690 000 000	0	0	0	0	-378.63	-18 821.2	1 861 316	-2371.69
PMR_t	1934.92	0	0	0	0	0	0	0	0.64
$PMMR_t$	708.49	0	0	0	0	0	0	0	1.39
$PCMR_t$	7530.09	0	0	0	0	0	0	0	1.05
$SCEM_t$	-3 629 000 000	480.045	743.485	-4 005 406	-6472.44	-378.63	-18 821.2	1 861 316	-3071.38

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida del modelo.

El valor medio de las variables exógenas y el coeficiente de los parámetros permitieron estimar las elasticidades (Tabla 4). Así pues, en la oferta se encontró un coeficiente de elasticidad precio inelástico de 0.20. Esto quiere decir que, si aumenta el precio en 10%, la oferta de maíz incrementará en 2.0% y viceversa. El resultado es similar al encontrado por Calderón *et al.* (2004), quienes indicaron una elasticidad precio de la oferta de 0.027. Esto tiene sentido porque el maíz es un producto agrícola y, por tanto, no reacciona de manera inmediata a un cambio en el precio (Vázquez & Martínez, 2015). El coeficiente de elasticidad que relaciona la oferta de maíz con el precio de la avena y el precio de la urea fue de -0.11 y -0.35, respectivamente. Por lo tanto, si se considera un aumento de 10% en estos precios, la oferta caerá en 1.1% y 3.5%. En este aspecto, García-Salazar & Ramírez-Jaspeado (2015) encontraron un coeficiente de elasticidad que relaciona el precio de fertilizante con la producción de granos de -0.07, la discrepancia del coeficiente en este rubro puede atribuirse a que, en este caso, solo se está considerando al maíz y no todos los granos básicos (maíz, sorgo, trigo y arroz), como lo consideraron ellos. Por otra parte, los coeficientes de elasticidad que relacionan la oferta con la temperatura y la precipitación fueron de 3.83 y 0.23, respectivamente, lo que indica que si estas variables incrementan en 10%, la oferta va a crecer en 38.3 y 2.3%, respectivamente. En este sentido, Guzmán-Soria *et al.* (2019) estimaron un coeficiente de elasticidad de temperatura de -0.72 para otro grano básico como el frijol, dicho coeficiente es contrastante e inferior al encontrado, esto podría significar que el maíz es más resistente a las temperaturas que el frijol. Por su parte, Pérez-Soto *et al.* (2016) y Calderón *et al.* (2004) afirmaron una elasticidad de 0.28 y 0.65, respectivamente, entre la oferta de maíz con la precipitación pluvial. Además, los autores mencionan que las variables climáticas favorecen el desarrollo del cultivo, pero cuando estas son adversas, pueden provocar un efecto negativo en la producción del cultivo. Después de analizar las elasticidades, se detectó que el factor que mayormente influye en el comportamiento de la oferta de maíz fue la temperatura, seguido del precio de la urea.

Tabla 4. Elasticidades del mercado de maíz grano en México, 1991-2020.

Variables Exógenas	Variables Endógenas				
	QPM_t	QDM_t	PMR_t	$PMMR_t$	$PCMR_t$
PMR_t	0.20				
$PAVR_t$	-0.11				
PUR_{t-1}	-0.35				
TEM_t	3.83				
PP_t	0.23				
$PCMR_t$		-0.78			
$PCFR_{t-1}$		-0.23			
$INGR_t$		-0.11			
$PMMR_t$			0.60		0.37
$PIMR_t$				0.87	

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo y valores medios de las variables exógenas.

En la demanda se encontró un coeficiente de elasticidad precio inelástico de -0.78, esto quiere decir que ante un aumento de 10% en el precio, la demanda disminuye en 7.8%. Este resultado, aunque nos indica que es inelástico como la mayoría de los bienes básicos, no lo es tanto, porque se esperaría un coeficiente de elasticidad bajo, por ende, se recomendaría considerar la elasticidad obtenida por Vargas (2017) (-0.09). Es importante mencionar que el autor toma a la harina de maíz; sin embargo, la comparación es válida, pues tanto el maíz como la harina de maíz se consideran bienes básicos. El coeficiente de elasticidad que enlaza la demanda con el precio del frijol fue de -0.23, lo cual dicta que ante un aumento de 10% en el precio del frijol la demanda de maíz disminuye en 2.3%. En esta línea, Bautista-Mayorga *et al.* (2019) encontraron un coeficiente de -0.30, lo cual es muy parecido al de la presente investigación, lo que corrobora que el maíz y el frijol son bienes complementarios. La elasticidad ingreso de la demanda de maíz fue de -0.11, esto indica que si el ingreso aumenta en 10%, la demanda de maíz disminuye en 1.1%. Con el signo negativo de la elasticidad precio de la demanda se revela que el maíz es un bien inferior; además, la caída leve en la demanda se debe a que el maíz es un producto de primera necesidad y que, por lo tanto, ante aumentos en el ingreso, no se desplaza por completo su consumo. El resultado coincide con Moreno-Sáenz *et al.* (2016), quienes señalaron que a medida que el ingreso de la población aumenta, la demanda de maíz se reduce, porque demandará otros productos más costosos. De manera contradictoria, Vargas (2017) halló un coeficiente de elasticidad ingreso de 0.42, lo que indica que es un bien normal, es decir, que al aumentar el ingreso también aumenta la demanda de harina de maíz (un bien básico como el maíz); incluso menciona que para las personas de bajos ingresos puede convertirse en un bien Giffen o un bien de lujo. En otras palabras, la demanda aumenta en mayor proporción que el aumento en el ingreso. Al igual que en la oferta, el factor que más influye en el comportamiento de la demanda fue el precio al consumidor de maíz y frijol (Tabla 4).

En referencia a los coeficientes de elasticidad de transmisión de precios reales del mercado de maíz, se halló un coeficiente de 0.87 entre el precio de importación y el precio al mayoreo, lo cual indica que un aumento de 10% en el precio de importación provoca que el precio al mayoreo aumente en 8.7%. Similarmente, el coeficiente de elasticidad entre el precio al mayoreo con el precio al productor y consumidor fue 0.60 y 0.37, respectivamente, lo que implica que, si el precio al mayoreo aumenta en 10%, el precio al productor y consumidor aumentarán en 6.0% y 3.7%. Por lo tanto, se puede constatar que el precio de importación afecta a la oferta y demanda de maíz grano en México vía transmisión de precios (Tabla 4). Al igual que en este trabajo, Guzmán-Soria *et al.* (2019) indicaron que, en el mercado de frijol (grano básico

como el maíz), los coeficientes de elasticidad que relacionan el precio al mayoreo con los precios al productor y consumidor son 0.51 y 0.62, respectivamente; del mismo modo, el coeficiente que relaciona el precio de importación con el precio al mayoreo del frijol fue 0.27. Sin embargo, los efectos resultan mayores en el cultivo del maíz, la razón podría estar en el volumen que se importa.

Efecto del precio de garantía sobre la producción de maíz grano

Para calcular el impacto del precio de garantía sobre la producción de maíz, se sustituyeron los siguientes datos en la ecuación 13:

$$\varepsilon^{PQPM} = 0.20 \text{ (elasticidad precio de la oferta, estimada en la Tabla 4)}$$

$$QPM_1 = 27\,418\,072 \text{ (cantidad ofrecida promedio de 2018 a 2020)}$$

$$QPM_2 = \text{Cantidad ofrecida de maíz en 2021 (incógnita a encontrar)}$$

$$P_1 = 4083.03 \text{ (precio real del maíz al productor promedio 2018 a 2020)}$$

$$P_2 = 5610.00 \text{ (precio real de garantía en 2021)}$$

$$QPM_2 = 29\,714\,923.22 \tag{14}$$

Al incrementar el precio de 4083.03 a 5610 pesos/t (equivalente al 37.40%), la producción aumentó de 27.4 a 29.7 millones de toneladas (equivalente a 8.38%), el aumento es mínimo en comparación con el aumento en el precio. Esto obedece, por un lado, a la inelasticidad precio de la oferta, es decir, la pendiente de la oferta es tan inclinada que hace que los aumentos en los precios no impacten como se desea en la cantidad ofertada de maíz. Por otro lado, se debe considerar estrictamente a la población objetivo y los criterios que establece el programa de los precios de garantía, quizá entonces sí se vea un impacto mayor en la producción de maíz, ya que en este trabajo se consideró que el precio de garantía se aplica de manera generalizada, en otras palabras, incluye grandes, medianos y pequeños productores de maíz a nivel nacional. Cadet-Díaz & Guerrero-Escobar (2018) no encontraron efectos importantes del uso de fertilizantes ni del Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) en el rendimiento de maíz, lo que indica que las políticas agrícolas encaminadas a fomentar la producción de maíz en México tienen efectos positivos pero moderados.

Efecto del precio de importación sobre el mercado de maíz grano

La calibración del modelo consistió en comparar los resultados del modelo con los observados, este proceso resultó satisfactorio por la poca diferencia porcentual entre ambos valores. Posteriormente, en el escenario 1 se analizó un aumento de 20% en el precio de importación (*Ceteris paribus*), dicha medida originó los siguientes efectos en el mercado de maíz respecto al modelo base: el precio al mayoreo aumentó de 5418 pesos/t a 6360 pesos/t, el cambio es de 17.4%; el precio al productor aumentó de 4107 pesos/t a 4541 pesos/t, el cambio equivale a 10.6%; y el precio al consumidor aumentó de 11 095 pesos/t a 11 808 pesos/t, el cambio es de 6.4%. A causa del efecto de transmisión de los precios reales, la oferta aumentó de 22.8 a 23.3 millones de toneladas, lo que representa una diferencia de 2.1%, y la demanda disminuyó de 32.4 a 30.7 millones de toneladas, la caída es de 5.0% (Tabla 5).

En el escenario 2 se analizó un aumento de 50% en el precio de importación (*Ceteris paribus*), esta medida trajo los siguientes efectos en el mercado de maíz respecto al modelo base: El precio al mayoreo cambió de 5418 pesos/t a 7773 pesos/t, un aumento de 43.5%; el precio al productor aumentó de 4107 pesos/t a 5193 pesos/t, un cambio de 26.4%; y el precio al consumidor aumentó de 11 095 pesos/t a 12 878 pesos/t, un cambio de 16.1%. A causa del efecto de transmisión de los precios reales, la oferta creció de 22.8 a 24 millones de toneladas, un cambio de 5.3%, y la demanda disminuyó de 32.4 a 28.3 millones de toneladas, un cambio de -12.6% (Tabla 5). Teóricamente, los resultados tienen sentido, pues ante incrementos en el precio de importación se espera que las importaciones disminuyan, la producción interna aumente y la demanda disminuya. Asimismo, el aumento en los precios tiene que ver con la escasez del grano ocasionada por la sequía, por el aumento repentino de la demanda y por el tipo de cambio (García & Santiago, 2004).

Con el afán de comparar los resultados anteriores, Bautista-Mayorga *et al.* (2019) mostraron que al aumentar el precio de importación en 20%, la producción de maíz aumentó en 0.8% y la demanda disminuyó en 2.0%, mientras que los precios al productor y al consumidor crecieron en 5.3% y 9.5%, respectivamente. Los resultados de estos autores con los hallados apuntan sobre una misma dirección, pero claramente existe una diferencia en la magnitud de los efectos, esto se debe a que los autores enfocaron su trabajo en una región de autoconsumo y por lo tanto los efectos de los precios importación son menos intensos.

Tabla 5. Efectos del precio de importación sobre el mercado de maíz grano en México, 1999-2020.

	Variables endógenas del modelo				
	GPM _t	QDM _t	PMR _t	PMMR _t	PCMR _t
	<i>Calibración del modelo</i>				
Valor observado	22 884 727.6	32 064 306.9	4144.8	5428.7	10 992.2
Valor estimado (modelo base)	22 778 909.0	32 362 360.3	4 106.8	5418.0	11 095.3
Diferencia	-105 818.6	298 053.4	-38.0	-10.7	103.1
Diferencia (%)	-0.5	0.9	-0.9	-0.2	0.9
	<i>Escenarios</i>				
Escenario 1: PIMR _t aumenta 20%	23 258 376.4	30 737 145.9	4541.2	6359.9	11 808.4
Escenario 2: PIMR _t aumenta 50%	23 977 577.4	28 299 324.3	5192.7	7772.8	12 877.9
	<i>Cambio respecto al valor estimado</i>				
Escenario 1: PIMR _t aumenta 20%	479 467.3	-1 625 214.4	434.4	941.9	713.0
Escenario 2: PIMR _t aumenta 50%	1 198 668.3	-4 063 036.0	1085.9	2354.8	1782.6
	<i>Cambio % respecto al valor estimado</i>				
Escenario 1: PIMR _t aumenta 20%	2.1	-5.0	10.6	17.4	6.4
Escenario 2: PIMR _t aumenta 50%	5.3	-12.6	26.4	43.5	16.1

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

De acuerdo con las magnitudes de las elasticidades estimadas, los factores que más afectaron el comportamiento de la oferta de maíz grano en México fueron la temperatura y el precio real de la urea. En el caso de la demanda, fueron el precio real al consumidor de maíz y frijol. Esto significa que, para aumentar la oferta de maíz, el gobierno mexicano podría incidir en el rendimiento a través de un mayor subsidio al fertilizante.

Se encontró una elasticidad precio de la oferta inelástica, lo cual tiene sentido, ya que el maíz es un producto agrícola y no reacciona de manera inmediata a un cambio en el precio. Del mismo modo, se encontró un coeficiente de elasticidad precio de la demanda inelástica; no obstante, se esperaba un valor más bajo porque el maíz es un producto de primera necesidad.

Los precios de garantía incentivaron la producción de maíz grano en México, pero de una manera conservadora; por lo tanto, se recomienda hacer sinergia con otros programas de apoyo al agro mexicano para incrementar aún más la producción y de esta manera avanzar en la autosuficiencia alimentaria.

Un aumento en el precio de importación provocó efectos importantes sobre el precio al mayoreo; esto implica que los precios al productor y consumidor aumentarían (por la relación directa que existen entre los precios) y, por ende, provocarían un aumento en la producción de maíz.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés relacionados con esta publicación.

Referencias

- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (Aserca). (2018). *Maíz grano cultivo representativo de México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico?idiom=es>
- Atucha, A. J., & Gualdoni, P. (2018). *El funcionamiento de los mercados* (Material de cátedra de introducción a la unidad dos: Funcionamiento de los mercados). Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata. <http://nulan.mdp.edu.ar/2879/1/atucha-et-al-2018.pdf>
- Barkley, A., & Barkley, P. W. (2013). *Principles of agricultural economics* (1a ed.). Routledge. https://zalamsyah.files.wordpress.com/2018/02/2-principles-of-agricultural-economics_andrew-barkley-paul-w-barkley.pdf
- Bautista-Mayorga, F., Reyes-Santiago, E., & García-Salazar, J. A. (2019). ¿Cómo afectan proagro y el tlcan el mercado de maíz en una región de autoconsumo?: El caso de la huasteca hidalguense. *Acta Universitaria*, 29, e2453. doi: <https://doi.org/10.15174.au.2019.2453>
- Caballero-García, M. A., Córdova-Téllez, L., & López- Herrera, A. de J. (2019). Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(4), 357-366. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000400357&lng=es&tlng=es
- Cadet-Díaz, S., & Guerrero-Escobar, S. (2018). Factores que determinan los rendimientos de la producción de maíz en México: Evidencia del censo agropecuario 2007. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15, 311-337. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n3/1870-5472-asd-15-03-311.pdf>
- Calderón, M., García, R., López, S., Mora, J. S., & García, J. A. (2004). Efecto del precio internacional sobre el mercado de la papa en México, 1990-2000. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(4), 377-384. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61027410>
- Casanova-Pérez, L., Martínez-Dávila, J. P., López-Ortiz, S., & Rosales-Martínez, V. (2019). Mercantilización del maíz en un contexto político y de cambio climático en el trópico subhúmedo mexicano. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 16(83). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7127173>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2019). *Algunos antecedentes de los precios de garantía en México*. Cedrssa.Gob. http://www.cedrssa.gob.mx/post_algunos_antecedentes_de_los_n-precios_de_garantn-a-n_en_mn-xico.htm
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2020). *Reglas de operación del Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5609037

- Donnet, M. L., López-Becerril, I. D., Domínguez, M. C., & Arista-Cortés, J. (2020). Análisis de la estructura sectorial y la alianza público-privada de la semilla de maíz en México. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 367-383. doi: <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.34894>
- Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (Faostat). (2021). *Cultivos y productos de ganadería*. Fao.Org. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP>
- García, J. A., & Santiago, M. de J. (2004). Importaciones de maíz en México: Un análisis espacial y temporal. *Investigación Económica*, 63(250), 131-160. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v63n250/0185-1667-ineco-63-250-131.pdf>
- García, V., & Giraldo, O. F. (2021). Redes y estrategias para la defensa del maíz en México. *Revista Mexicana de Sociología*, 83(2), 297-329. <http://revistamexicanadesociologia.unam.mx/index.php/rms/article/view/60086/53137>
- García-Salazar, J. A., & Ramírez-Jaspeado, R. (2015). ¿Han estimulado el TLCAN y PROCAMPO la reconversión de la superficie agrícola de México? *Revista Fitotecnica Mexicana*, 38(3), 257-264. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n3/v38n3a4.pdf>
- García-Salazar, J. A., Skaggs, R. K., & Crawford, T. L. (2011). Evaluación de los efectos del Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) en el mercado de maíz en México, 2005-2007. *Economía, Sociedad y Territorio*, 11(36), 487-512. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212011000200008&lng=es&tlng=es
- González-Rojas, K., García-Salazar, J. A., Matus-Gardea, J. A., & Martínez-Saldaña, T. (2011). Vulnerabilidad del mercado nacional de Maíz (*Zea mays* L.) ante cambios exógenos internacionales. *Agrociencia*, 45, 733-744. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n6/v45n6a8.pdf>
- Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA). (2020). *Precios de garantía*. Gcma. <https://gcma.com.mx/precios-de-garantia/>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Guzmán-Soria, E., de la Garza, M. T., García, J. A., Rebollar, S., & Hernández, J. (2019). Análisis económico del mercado de frijol grano en México. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 131-146. doi: <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33760>
- Hernández, J., & Martínez, M. A. (2009). Efectos del cambio de precios de garantía a Procampo en precios al productor, sin incluir efecto de importaciones. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 32(2), 153-159. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/32-2/10a.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021a). [Población]. Inegi.org. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#Tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021b). *Banco de Indicadores. Banco de Información Económica (BIE)*. Inegi.org. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>
- Jaramillo-Villanueva, J. L., & Benítez-García, E. (2016). Transmisión de precios en el mercado mexicano e internacional de café (*Coffea arabica* L.): Un análisis de cointegración. *Agrociencia*, 50, 931-944. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n7/1405-3195-agro-50-07-931.pdf>
- Maximiliano-Martínez, G., Rivera-Herrejón, M. G., Franco-Malvaíz, A. L., & Soria-Ruiz, J. (2011). La comercialización de maíz después de Conasupo en dos comunidades del norte del Estado de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 11(35), 197-224. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212011000100008&lng=es&tlng=es
- Moreno-Sáenz, L. I., González-Andrade, S., & Matus-Gardea, J. A. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 115-126. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n1/2007-0934-remexca-7-01-00115.pdf>
- Orozco, C. M. (2019). *¿Quién es Quién en los Precios?* Profeco. <https://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/default.aspx>
- Patiño, M. P. (2019). *Los precios de garantía: Avances y retos en la implementación* (Cuaderno de Investigación N° 4). Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República. <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/4704>

- Pérez-Soto, F., Figueroa-Hernández, E., & Godínez-Montoya, L. (2016). Efectos de PROCAMPO en la producción e importación de maíz y sorgo en México (1990-2015). *Revista de Desarrollo Económico*, 3(9), 1-14. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Desarrollo_Economico/vol3num9/Revista_de_Desarrollo_Econ%C3%B3mico_V3_N9.pdf#page=8
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2021). *Producción agrícola*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI). (2021). *Cereales-Maíz*. Gobierno de México. <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2021). *Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia*. Smn.conagua.gob. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). (2021). *Anuarios estadísticos de mercados nacionales*. Secretaría de Economía (Economía). <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=../SNIIM-Estadisticas/anuariofx.asp>
- Statistical Analysis System Institute (SAS). (2013). *SAS/ETS user's guide* (versión 9.2) [Software de computación]. SAS.
- Vargas, G. (2017). El mercado de harina de maíz en México. Una interpretación microeconómica. *Economía Informa*, 405, 4-29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.07.001>
- Vázquez, J. M. P., & Martínez, M. A. (2015). Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 955-965. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500004