

Análisis económico del mercado de frijol grano en México¹

Economic analysis of bean market grain in Mexico

*Eugenio Guzmán-Soria², María Teresa de-la-Garza-Carranza², José Alberto García-Salazar³,
Samuel Rebollar-Rebollar⁴, Juvencio Hernández-Martínez⁵*

- ¹ Recibido: 26 de junio, 2018. Aceptado: 16 de octubre, 2018. En este trabajo se utilizó la información derivada del proyecto denominado “Los determinantes de la oferta de frijol grano en México, Un modelo de ecuaciones simultáneas”, Instituto Tecnológico Nacional de México.
- ² Instituto Tecnológico de Celaya, Campus II, Departamento de Ciencias Económico Administrativas. Av. García Cubas 1200, Esquina Ignacio Borunda. Celaya, Guanajuato. CP 38010. México. eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx (autor para correspondencia; <http://orcid.org/0000-0003-4713-7154>); teresa.garza@itcelaya.edu.mx (<https://orcid.org/0000-0002-4877-3403>).
- ³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Programa de Economía. Km 26.5 Carr. México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. CP 56230. México. jsalazar@colpos.com (<http://orcid.org/0000-0002-9892-7618>).
- ⁴ Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Barrio de Santiago s/n. Temascaltepec, Estado de México. CP 51300. México. samrere@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-2906-0571>).
- ⁵ Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Programa de la Licenciatura en Economía, Centro Universitario UAEM Texcoco. Av. Jardín Zumpango s/n, Fracc. El Tejocote. Texcoco, Estado de México. CP 56259. México. jhmartinez1412@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-7864-5595>).

Resumen

Introducción. El frijol es un producto agroalimentario por tradición y clave en la dieta del mexicano, por su precio y por ser una fuente importante de proteínas. **Objetivo.** El objetivo de este trabajo fue determinar y analizar económicamente los factores que afectan el mercado de frijol grano; así como medir el efecto que los diferentes niveles de precios tienen sobre este en México. **Materiales y métodos.** En este trabajo se estimó, con información anual de 1980 a 2016, un modelo de ecuaciones simultáneas, integrado por cinco ecuaciones de regresión y una identidad. **Resultados.** En el corto plazo, el consumo y la producción de frijol grano en México respondió inelásticamente (-0,2996% y 0,4151%) ante cambios del 1% en los precios correspondientes. Los cambios en los factores que más afectaron el consumo fueron: el ingreso nacional disponible para consumo per cápita, el precio del huevo y el precio de la tortilla de maíz, con elasticidades precio-cruzadas de -0,8797, -0,8594 y -0,7101; y a la producción fueron: el precio del arroz, el precio del maíz y el precio del fertilizante, estos con elasticidades precio-cruzadas de -0,7005, -0,5545 y -0,3474. El efecto del precio internacional y el costo de transporte en México, incidieron sobre el precio al mayoreo del frijol a un nivel de 0,27 y 0,23%, por cada cambio porcentual unitario en los primeros. **Conclusión.** Al ser más inelástica en términos absolutos, la elasticidad precio propia del consumo de frijol en México, en comparación con la correspondiente de la producción; sugiere que el excedente del consumidor es mayor al del productor nacional al participar en el mercado de frijol e implica que una política de subsidio a este grano incentivaría la producción.

Palabras clave: agricultura comercial, econométrico, elasticidad, modelos de simulación, precio.

Abstract

Introduction. The grain bean is a traditional key agri-food product in the Mexican diet due to its price and for being an important source of protein. **Objective.** The objective of this work was to determine and analyze



econometrically the factors that affect the grain bean market; as well as measuring the effect that the different price levels have on this one in Mexico from 1980 to 2016. **Materials and methods.** In this work, a model of simultaneous equations was estimated with annual information from 1980 to 2016; composed of five regression equations and an identity. **Results.** The results indicated that in the short term the consumption and production of grain beans in Mexico, responded inelastically (-0,2996% and 0,4151%) with changes of 1% in the corresponding prices. The changes in the factors that most affected consumption are the national income available for per capita consumption, the price of the egg and the price of the corn tortilla, with price-cross elasticities of -0,8797, -0,8594 and -0,7101; and to the production are the price of rice, the price of corn and the price of fertilizer with price-cross elasticities of -0,7005, -0,5545 and -0,3474. The effect of the international price and the transport cost in Mexico, affected the wholesale price of beans at a level of 0,27 and 0,23%, for each unit percentage change in the first. **Conclusion.** Since the price elasticity of bean consumption in Mexico is more inelastic in absolute terms, compared to the corresponding production elasticity; It suggests that the consumer surplus is greater than that of the national producer when participating in the bean market and implies that a subsidy policy for this grain would encourage production.

Keywords: commercial agriculture, econometric, elasticity, market, prices, simulation models.

Introducción

La oferta de granos a nivel internacional responde a factores diversos. Durante los últimos años es frecuente hacer énfasis en la seguridad alimentaria, la demanda de biocombustibles y la participación de materias primas agrícolas en el mercado de valores. Paralelamente, el volumen de producción en cada ciclo agrícola se encuentra determinado por factores como la superficie destinada al cultivo, los rendimientos obtenidos, las expectativas de importaciones y exportaciones en el comercio internacional, y los precios en el mercado (SAGARPA-FIRCO, 2011).

La producción mundial de frijol en el periodo 2010-2016, registró una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1,42%, lo que significó un aumento de 2,170 millones de toneladas (Mt) en dicho periodo. Históricamente, India ha sido el principal productor de frijol en el mundo, aunque en los últimos cinco años del periodo citado, fue superado por Myanmar. En 2016, la producción de frijol superó las 26,8 Mt, Myanmar y la India fueron los principales productores con un 19,34% y 14,53% de participación, les siguieron Brasil con 9,75%, Estados Unidos 4,73%, Tanzania 4,32%, China 4,2%, México 4,06%, Uganda 3,76% y Kenya 2,71%. De estos países, Kenya registró la TMAC: 2010-2016 más alta con 10,94%, mientras que, la más baja fue de la India con -3,71% (FAO, 2018).

En relación con el comercio internacional del frijol durante el 2013, las exportaciones de los nueve países más importantes ascendieron al 3,4 Mt, lo que representó un 13,82% de la producción mundial; en este volumen de exportación, Myanmar participó con 39,88%, seguido por China (23,29%), Estados Unidos (13,19%), Canadá (8,57%), Etiopía (6,55%), Argentina (3,03%), Egipto (2,03%), Australia (1,84%) y Nicaragua (1,62%). México ocupó el lugar dieciséis como exportador con 32 900 t (FAO, 2018).

En el 2013, los diez principales países importadores de frijol compraron un total de 2,07 Mt, equivalentes al 8,41% de la producción mundial, porcentaje del cual India importó un 42,79%, Brasil 14,68%, Estados Unidos 6,53%, México 6,5%, Italia 5,94%, Reino Unido 5,36%, Japón 5,32%, Indonesia 4,79%, Pakistán 4,69% y Canadá 3,39%. Del 2010 al 2013, la TMAC más alta fue la de Pakistán con 10,36%, seguida por la India (10,17%), Brasil (9,01%), Indonesia (8,8%), Canadá (3,37%) y México (2,28%), mientras que Italia y Reino Unido registraron un decremento en sus importaciones de 1,95% y 0,8%, respectivamente (FAO, 2018).

En México, el área total sembrada de frijol durante 2016 ascendió a 1,634 millones de hectáreas (Mha), de las cuales tan solo un 10,33% se cultivaron bajo riego; el 89,67% restante se sembró bajo temporal. El estado de Sinaloa, concentró la mayor superficie sembrada bajo riego con 37,1% (462 679 ha), le siguieron los estados de

Zacatecas (15,7%), Nayarit (8,5%), Chihuahua (5,7%) y Sonora (4,9%), que en conjunto sumaron 121 431 ha. La superficie sembrada en temporal durante el 2016, la concentraron los estados de Zacatecas (40,1%), Durango (16,5%), Chiapas (7,8%), Chihuahua (7,7%) y San Luis Potosí (6,6%), alcanzando en conjunto las 1155 Mha (SAGARPA-SIAP, 2018).

En 2016, la producción de frijol mexicano fue de 1,089 millones de toneladas (Mt), de las cuales solo un 23,86% se obtuvieron de las zonas bajo riego. El resto de la producción provino de zonas de temporal (76,14%). Los principales estados productores bajo riego fueron: Sinaloa con 35,01%, Zacatecas (22,17%), Chihuahua (7,02%), Guanajuato (6,34%) y Nayarit (6,02%), los cuales en sumatoria produjeron 0,199 Mt. Los principales estados productores bajo temporal fueron: Zacatecas (39,7%), Durango (14,65%), Chihuahua (10,13%), Chiapas (7,46%) y Guanajuato (4,47%), que en sumatoria produjeron 0,633 Mt.

La producción de frijol grano de 2010 a 2016 decayó a una TMAC de 1%, y el precio al productor registró un aumento de 5,4%, no obstante, las exportaciones crecieron a un ritmo de 1,4% anual, lo que elevó el déficit comercial que en este grano tiene México. Con respecto a los precios de productos relacionados como maíz, arroz y garbanzo, registraron TMAC's positivas de 5,4, 3,9 y 4,5% lo que, al ser productos competitivos, presiona al productor de frijol, al menos a considerar la transición hacia productos más rentables si deja de contar con la subvención gubernamental (SAGARPA-SIAP, 2018). El precio del fertilizante y del plaguicida, insumos básicos en la producción agrícola, también aumentaron a un ritmo anual de 6,1% (FAO, 2018).

En el 2016, el rendimiento nacional por hectárea de frijol, alcanzó 1,57 t/ha producido bajo riego y 0,85 t/ha producido en temporal. Es importante mencionar que en cada régimen hídrico, existen diferencias significativas en los rendimientos de frijol por hectárea entre los estados productores. El rango bajo riego fue de 1,56 t/ha (siendo los extremos Zacatecas y Quintana Roo con 2,35 y 0,79 t/ha, respectivamente) y en temporal de 1,3 t/ha (siendo los extremos Nayarit 1,65 t/ha y Aguascalientes 0,35 t/ha, respectivamente) (SAGARPA-SIAP, 2018).

Tanto la superficie sembrada como la producción total de frijol, registraron durante el periodo 2010-2016 TMAC decrecientes de 2,4 y 1%, lo que hizo incrementar las importaciones mexicanas de frijol; esto con el fin de atender el exceso de demanda generado por este alimento básico. En el 2016, el valor de la producción nacional generado por el sector agrícola en México, alcanzó los 513 936 millones de pesos, de los cuales el frijol representó 2,58%.

El consumo de frijol grano del 2010 al 2016 aumentó a una TMAC de 5,2%, y el precio al consumidor registró un aumento de 5,5%, esto derivó en una mayor dependencia del frijol extranjero para solventar la base alimenticia mexicana, vía el incremento de las importaciones del grano en 5,7% (FAO, 2018). El precio de productos complementarios en la dieta del mexicano como la tortilla de maíz, el huevo y el arroz registraron TMAC positivas de 4%; mientras que, en el caso de la lenteja como sustituto del frijol, fue de 8,4% y de 6,6% en el ingreso per cápita (INEGI, 2017; INEGI-BIE, 2017). Esto en suma ocasionó un mayor consumo de frijol en México, lo que derivó en un saldo de comercio exterior de frijol negativo durante el periodo citado, el cual ha crecido a un ritmo anual de 7% en términos de volumen y 2,3% en valor (FAO, 2018). Lo anteriormente citado, resalta la importancia marginal económica del grano y la importante dependencia de México por las importaciones de frijol, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar y analizar económicamente los factores que afectan el mercado de frijol grano; así como medir el efecto que los diferentes niveles de precios tienen sobre este. De esta manera, se podrán establecer escenarios de política económica, que coadyuven a una mejor toma de decisión por parte de los participantes en el mercado de frijol grano mexicano, ante movimientos en los factores que determinan el consumo y la producción a nivel nacional.

La hipótesis de investigación fue que el consumo de frijol es determinado en forma inversa por el precio al consumidor del frijol, el precio de la tortilla de maíz, el precio del huevo y que es un bien inferior; por otra parte la oferta es determinada directamente por el precio al productor y la precipitación promedio e inversamente por los precios de productos competitivos, el precio de los insumos y la temperatura; además de que, el efecto de la transmisión de los precios se comporta de manera menos que proporcional.

Materiales y métodos

El modelo

El modelo de ecuaciones simultáneas usado estuvo compuesto por modelos de rezagos distribuidos, en los que para explicar la respuesta de las variables dependientes (Y) a un cambio unitario de las variables explicativas (X), no solo se consideraron sus valores actuales sino también los rezagados o anteriores

$$(1) Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + U_t$$

y, modelos autorregresivos y de rezagos distribuidos, ya que, se incluyeron valores rezagados de la variable dependiente como explicativas.

$$(2) Y_t = \lambda + \lambda_1 X_t + \lambda_2 X_{t-1} + \lambda_3 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Un sistema de ecuaciones simultáneas puede ser expresado en forma matricial condensada como (Gujarati y Porter, 2010):

$$(3) \Gamma Y_t + B X_t = E_t$$

Donde:

Y_t = vector de variables endógenas del modelo.

X_t = vector de variables predeterminadas, más la ordenada al origen.

Γ = matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas.

B = matriz de parámetros estructurales asociados a las variables predeterminadas.

E = vector de los términos de error aleatorios.

Los vectores Y_t y E_t son de orden $m \times 1$, donde m es el número de variables endógenas del modelo. Por su parte, Γ es una matriz cuadrada de orden $m \times m$. A su vez, B es una matriz de orden $k+1 \times m$, donde k es el número de variables exógenas y endógenas retrasadas del modelo más la ordenada al origen; en general, k puede o no ser igual a m . Al existir la inversa de Γ , es posible derivar el modelo reducido del sistema:

$$(4) Y_t = \Pi X_t + V_t$$

Donde:

$\Pi = -\Gamma^{-1} B$ es la matriz de los parámetros de la forma reducida.

$V_t = -\Gamma^{-1} E_t$ es la matriz de las perturbaciones de la forma reducida.

La relación entre los factores que explican el mercado de frijol en México, se determinó mediante el cálculo de las elasticidades económicas, vía los resultados obtenidos de un modelo de ecuaciones simultáneas compuesto por una ecuación de consumo, una ecuación de oferta, tres ecuaciones de transmisión de los precios y una identidad. El modelo econométrico del mercado de frijol en México en su forma estructural, se formuló al adicionar a las relaciones funcionales los coeficientes estructurales o las α 's, las cuales representan los estimadores de los parámetros de cada variable y las ε 's o el término estocástico:

$$(5) QCF_t = \alpha_{11} - \alpha_{12} PCFR2L_{t-2} - \alpha_{13} PCTR_t - \alpha_{14} PCHR_t - \alpha_{15} PCAPR_t + \alpha_{16} PCLR2L_{t-2} - \alpha_{17} INDRPER_t + \alpha_{18} QCFL_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$(6) QPF_t = \alpha_{21} + \alpha_{22} PMRFRL_{t-1} - \alpha_{23} PMRMR3L_{t-3} - \alpha_{24} PMRAPR2L_{t-2} - \alpha_{25} PMRGR_t - \alpha_{26} PFERTR2L_{t-2} - \alpha_{27} PPLAGR2L_{t-2} - \alpha_{28} TEMP_t + \alpha_{29} PP_t + \alpha_{210} QPFL_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

$$(7) PCFR_t = \alpha_{31} + \alpha_{32} PMAYFR_t + \alpha_{33} D_t + \varepsilon_{3t}$$

$$(8) PMRFR_t = \alpha_{41} + \alpha_{42} PMAYFR_t + \alpha_{43} D_t + \varepsilon_{4t}$$

$$(9) PMAYFR_t = \alpha_{51} + \alpha_{52} CTRANSR_t + \alpha_{53} PINTFIR_t + \alpha_{54} D_t + \varepsilon_{5t}$$

$$(10) SCEF_t = QPF_t - QCF_t$$

Donde:

QCF_t = cantidad consumida de frijol en México (t).

$PCFR_t$ y $PCFR2L_{t-2}$ = precio al consumidor real del frijol en el año t y con dos años de retraso (\$/t).

$PCTR_t$ = precio al consumidor de tortilla de maíz real (\$/t).

$PCHR_t$ = precio al consumidor de huevo real (\$/t).

$PCAPR_t$ = precio al consumidor de arroz real (\$/t).

$PCLR2L_{t-2}$ = precio al consumidor de lenteja real con dos años de retraso (\$/t).

$INDRPER_t$ = ingreso nacional disponible para consumir per cápita real (\$/t).

$QCFL_{t-1}$ = cantidad consumida de frijol en México con un año de retraso (t).

QPF_t = cantidad producida de frijol en México (t).

$PMRFR_t$ y $PMRFRL_{t-1}$ = precio medio rural real del frijol en el año t y con un año de retraso (\$/t).

$PMRMR3L_{t-3}$ = precio medio rural real del maíz con tres años de retraso (\$/t).

$PMRAPR2L_{t-2}$ = precio medio rural real del arroz con dos años de retraso (\$/t).

$PMRGR_t$ = precio medio rural real del garbanzo (\$/t).

$PFERTR2L_{t-2}$ = precio real del fertilizante con dos años de retraso (\$/t).

$PPLAGR2L_{t-2}$ = precio real del plaguicida con dos años de retraso (\$/t).

$TEMP_t$ = temperatura promedio anual (°C).

PP_t = precipitación promedio anual (mm).

$QPFL_{t-1}$ = cantidad producida de frijol en México con un año de retraso (t).

$PMAYFR_t$ = precio al mayoreo real de frijol (\$/t).

$CTTRANSR_t$ = costo de transporte real (\$/t).

$PINTFIR_t$ = precio real de importación del frijol (\$/t).

D_t = variable de clasificación con cero de 1980 a 1986 que representa el periodo de economía cerrada, y uno de 1987 a 2016 representando la economía abierta.

$SCEF_t$ = saldo de comercio exterior de frijol en México (t).

Los supuestos utilizados para estimación del modelo fueron: a) La relación entre las variables endógenas y las exógenas es de tipo lineal; b) Las variables endógenas son estocásticas al igual que los errores; c) La $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, $i \neq j$; d) La $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \sigma^2$, tiene varianza constante y e) Los errores no presentan correlación serial, es decir, $E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}) = 0$. Para las variables citadas se conformaron series de tiempo con información anual de 1980 a 2016 y, dado

que, en el mercado la respuesta de la oferta y de la demanda a los cambios de sus factores determinantes rara vez es instantánea (esto es más evidente en el caso de la oferta de productos agropecuarios, los cuales por el proceso biológico requieren de algún tiempo para su producción), sino que con frecuencia responden después de cierto tiempo, lapso que recibe el nombre de rezago o retraso (Gujarati y Porter, 2010); en el modelo citado se supuso que algunas de las variables exógenas están influenciadas con uno, dos o hasta tres periodos de rezago; lo que fue estadísticamente justificado en función de su significancia individual.

Las ecuaciones 5 y 6, modelan el consumo y la producción de frijol grano en México. Las ecuaciones 7 y 8 modelan el efecto de transmisión que el precio al mayoreo de frijol en México tiene sobre el precio al consumidor y el precio medio rural del frijol. La ecuación 9 modela el efecto que el costo de transporte y el precio al productor de frijol en India tienen sobre el precio al mayoreo (ya que, históricamente durante el periodo de análisis fue el principal país productor del grano); y por último, la ecuación de identidad 10, establece el saldo de comercio exterior de frijol en México, el cual fue establecido como la diferencia entre la cantidad producida y consumida.

El modelo se basó en evidencia de investigación aplicada en estudios que han analizado econométricamente la producción de este grano, así como de otros productos agropecuarios (Rao, 1989; Mundlak et al., 1989; Coeymans y Mundlak, 1993; McKay et al., 1999; Ramírez et al., 2004; Calderón et al., 2004; García et al., 2004; Shepherd, 2006; Brescia y Lema, 2007; Benítez et al., 2010; Imai et al., 2011; Guzmán et al., 2012).

Datos

El consumo nacional aparente de frijol en México (producción más importación menos exportación), se usó para medir el consumo y, se calculó con base en información de la FAO (2018). La fuente de los precios al consumidor de frijol, tortilla de maíz, huevo, arroz y lenteja, fue INEGI (2017). El ingreso nacional disponible para consumir, tuvo como fuente INEGI-BIE (2017). La cantidad producida y los precios medios rurales se obtuvieron de SAGARPA-SIAP (2018). La fuente de los precios del fertilizante y plaguicida, fue CNA (1995) y FAO (2018). La estadística de temperatura y precipitación promedio anual, se obtuvo de SMN (2017). La información del precio al mayoreo de frijol en México y el precio del frijol en India, se obtuvieron de SE-SNIIM (2017) y FAO (2018). Finalmente, el costo de transporte se obtuvo de SCT-ARTF (2017) y CANACAR (2017).

Las series fueron deflactadas con el Índice Nacional de Precios al Consumidor, el Índice de Precios al Productor del Sector Agrícola, el Índice de Precios Implícitos al Producto Interno Bruto y el Índice Nacional de Precios al Consumidor del Sector Transporte (INEGI-BIE, 2017).

Estimación

Los coeficientes del modelo fueron estimados con el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E) (Wooldridge, 2009; Gujarati y Porter, 2010), con el paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, 2003). La congruencia estadística se determinó por medio de la significancia global de cada ecuación, a través de la prueba F , su nivel de auto correlación vía el estadístico Durbin Watson (DW). La significancia individual de cada coeficiente se obtuvo a través de la prueba t de Student y la normalidad de las variables con la prueba Shapiro-Wilk (SW). La teoría microeconómica (Samuelson y Nordhaus, 2010; Parkin y Loría, 2015), se usó para validar el signo de los coeficientes de cada variable exógena. Para determinar la identificación del modelo, se usaron las condiciones de orden y de rango con base en Gujarati y Porter (2010), y se obtuvo que cada una de las ecuaciones del modelo está sobre identificada.

Los coeficientes estimados y los valores medios de las series de tiempo, se usaron para calcular las elasticidades económicas de cada factor que afectan el mercado del frijol a nivel nacional. Las elasticidades precio de corto plazo (E_p , c_p) en cualquier punto de la curva, está dado por (Gujarati y Porter, 2010):

$$(11) \quad E_p, c_p = (\partial Q_t / \partial P_t) (P_t / Q_t) = b_1 (P_t / Q_t)$$

Donde $(\partial Q_t / \partial P_t)$ es la pendiente de la curva de oferta (b_1) y P_t y Q_t , son el precio recibido por el productor en el año t y la cantidad producida en el año t , según sea el caso.

Para calcular las elasticidades cruzadas respecto a los precios de productos relacionados y demás factores del mercado, se usaron los respectivos coeficientes, el precio y la cantidad. Para obtener las elasticidades de largo plazo, se usaron los respectivos coeficientes del modelo de largo plazo, los cuales se obtuvieron al dividir los de corto plazo entre el coeficiente de la velocidad de ajuste (g) y eliminando la cantidad rezagada Q_{t-1} :

$$(12) \quad Q_t = (b_0 / \gamma) + (b_1 / \gamma) P_{t-1} + v_t$$

Entonces la elasticidad precio propia de la oferta en el largo plazo se obtuvo como:

$$(13) \quad E_p, l_p = (\partial Q_t / \partial P_t) (P_t / Q_t) = (b_1 / \gamma) (P_t / Q_t)$$

Las elasticidades cruzadas de largo plazo para precios de productos relacionados y demás factores, se calcularon usando los respectivos coeficientes del modelo de largo plazo.

Resultados

Las cinco ecuaciones de regresión del modelo en su forma estructural, presentaron una alta bondad de ajuste con coeficientes de determinación ajustada (R^2 Ajust) de 0,86 a 0,96, el valor de la prueba de F de cada ecuación resultó significativa a un nivel de 0,01, el estadístico DW indicó la existencia de un bajo nivel de autocorrelación entre las series de tiempo (1,98-2,15), y el valor de SW por variable osciló entre 0,93 y 0,99, lo que implica que su distribución se acerca a la normal (Cuadro 1).

Los valores de la t de Student indicaron que todos los coeficientes de las variables explicativas del modelo, fueron estadísticamente significativas y sus signos presentaron congruencia con la teoría microeconómica. Los coeficientes de la forma reducida del modelo con respecto al saldo de comercio exterior de frijol (SCEF), se presentan en el Cuadro 2.

Elasticidades de corto plazo

Las elasticidades precio propias calculadas del consumo (QCF) y de la oferta de frijol grano en México (QPF), resultaron inelásticas (-0,2996 y 0,4151), e implica que, tanto el consumo como la producción de frijol, se ajustan en forma menos que proporcional a los cambios suscitados en sus respectivos precios reales.

Del 2010 al 2016, las tasas medias anuales de crecimiento (TMAC's) del precio al consumidor (PCFR), y el precio medio rural al productor (PMRFR) reales del frijol en México, fueron de 5,45 y 5,44%, respectivamente. Si estas se mantuvieran, ocasionarían una disminución en la cantidad consumida (QCF) y un aumento en la cantidad producida de frijol (QPF) de 1,63 y 2,26%. La tendencia de estos cambios en las variables explicativas citadas, reducirían el saldo de comercio exterior de frijol en México (SCEF) positivamente, a razón de 2,59 y 3,17%, respectivamente.

En lo que respecta al efecto de transmisión de los precios reales, los cambios unitarios del precio al mayoreo de frijol (PMAYFR) provocan un ajuste relativo mayor sobre el precio al consumidor (0,62%), en comparación con el efecto sobre el precio medio rural al productor (0,51%). En relación con el efecto que tiene el costo de transporte (CTRANSR) y el precio internacional del frijol (PINTFIR) sobre el de mayoreo en México, un cambio porcentual

Cuadro 1. Resultados del modelo en su forma estructural, empleados para determinar y analizar económicamente los factores que afectan el mercado de frijol grano en México. 1980-2016.

Table 1. Results of the model in its structural form, used to determine and analyze econometrically the factors that affect the grain bean market in Mexico. 1980-2016.

Variables exógenas	Variable endógena, Cantidad consumida de frijol (QCF)				
	Parámetros	Error estándar	Valor t	SW	R ² =0,94
Intercepto	2789776	1110388	2,51***		R ² Ajust=0,90
PCFR2L	-27,1815	16,9986	-1,60**	0,93	Pr > F=0,0001
PCTR	-118,5890	82,0235	-1,45*	0,95	DW=2,13
PCHR	-140,8277	97,1500	-1,45*	0,97	BP ¹ =1,88
PCAPR	-117,4510	59,2551	-1,98***	0,96	
PCLR2L	28,7794	17,4239	-1,65*	0,95	
INDRPER	-13,8212	12,5782	-1,10***	0,94	
QCFL	0,3804	0,1872	2,03***	0,96	
Variables exógenas	Variable endógena, Cantidad consumida de frijol (QPF)				
	Parámetros	Error estándar	Valor t	SW	R ² =0,93
Intercepto	-858775	762238	-1,13***		R ² Ajust=0,92
PMRFRL	41,7807	19,2018	2,18***	0,91	Pr > F=0,0001
PMRMR3L	-153,2977	98,8658	-1,55*	0,93	DW=2,10
PMRAPR2L	-185,5700	58,9560	-3,15***	0,95	BP=1,83
PMRGR	-29,4453	25,2113	-1,17*	0,98	
PFERTR2L	-248,1820	157,3141	-1,58**	0,96	
PPLAGR2L	-21,8554	20,6403	-1,06***	0,94	
TEMP	-37635,6900	30008,4800	-1,25***	0,92	
PP	979,2893	563,4107	1,74**	0,96	
QPFL	0,2212	0,1652	1,34**	0,97	
Variables exógenas	Variable endógena, Precio al consumidor final de frijol (PCFR)				
	Parámetros	Error estándar	Valor t	SW	R ² =0,98
Intercepto	1986	1296	1,53*		R ² Ajust=0,96
PMAYFR	2,2290	0,4768	4,68***	0,99	Pr > F=0,0001
D	3288,5930	1982,1840	1,66**	0,96	DW=1,99; BP=1,79
Variables exógenas	Variable endógena, Precio medio rural real de frijol (PMRFR)				
	Parámetros	Error estándar	Valor t	SW	R ² =0,93
Intercepto	5691	2828	2,01**		R ² Ajust=0,90
PMAYFR	1,4649	0,4091	3,58***	0,99	Pr > F=0,0001
D	-719,5610	700,9521	-1,03**	0,96	DW=2,08; BP=1,69
Variables exógenas	Variable endógena, Precio al mayoreo real de frijol (PMAYFR)				
	Parámetros	Error estándar	Valor t	SW	R ² =0,87
Intercepto	2161	567	3,81***		R ² Ajust=0,86
CTANSR	2,2953	0,5188	4,42***	0,95	Pr > F=0,0001
PINTFIR	0,1535	0,0626	2,45**	0,96	DW=2,15
D	-309,9240	250,6515	-1,24**	0,94	BP=1,89

¹ Estadístico Breush-Pagan (BP) como prueba de heterocedasticidad entre las series de tiempo. Significancia estadística de los valores t al 0.1 (*); 0.05 (**); 0.01 (***) / 1 Breush-Pagan statistics (BP) as a test of heteroscedasticity between the time series. Statistical significance of the t values at 0.1 (*); 0.05 (**); 0.01 (***)

PCFR2L: precio al consumidor real del frijol con dos años de retraso, PCTR: precio al consumidor de tortilla de maíz real, PCHR: precio al consumidor de huevo real, PCAPR= precio al consumidor de arroz real, PCLR2L: precio al consumidor de lenteja real con dos años de retraso, INDRPER: ingreso nacional disponible para consumir per cápita real, QCFL: cantidad consumida de frijol en México con un año de retraso, PMRFRL: precio medio rural real del frijol con un año de retraso, PMRMR3L: precio medio rural real del maíz con tres años de retraso, PMRAPR2L: precio medio rural real del arroz con dos años de retraso, PMRGR: precio medio rural real del garbanzo, PFERTR2L: precio real del fertilizante con dos años de retraso, PPLAGR2L: precio real del plaguicida con dos años de retraso, TEMP: temperatura promedio anual, PP: precipitación promedio anual, QPFL: cantidad producida de frijol en México con un año de retraso, PMAYFR: precio al mayoreo real de frijol, CTANSR: costo de transporte real, PINTFIR: precio real de importación del frijol, D: variable de clasificación con cero de 1980 a 1986 que representa el periodo de economía cerrada, y uno de 1987 a 2016 representando la economía abierta / SCEF: balance of foreign trade of beans in Mexico, PCFR and PCFR2L: real consumer price of beans in year t and two years of lag, PCTR: Real consumer price of corn tortilla, PCHR: Real consumer price of egg, PCAPR: Real consumer price of rice, PCLR2L: Real consumer price of lentil with two years of lag, INDRPER: Real national income available to consume per capita, QCFL: amount of bean consumed in Mexico with one year of lag, PMRFR and PMRFRL: real rural average price of beans in year t and one year of lag, PMRMR3L: real rural average price of corn with three years of lag, PMRAPR2L: real rural average price of rice with two years of lag, PMRGR: real rural average price of the chickpea, PFERTR2L: real price of the fertilizer with two years of lag, PPLAGR2L: real price of the pesticide with two years of lag, TEMP: average annual temperature, PP: average annual precipitation, QPFL: quantity produced of bean in Mexico one year of lag, PMAYFR: Real wholesale price of the grain bean, CTANSR: actual transport cost, PINTFIR: real import price of beans, D: Classification variable with zero from 1980 to 1986 that represents the period of closed economy, and one from 1987 to 2016 that represents an open economy.

Cuadro 2. Coeficientes de la forma reducida del modelo, empleados para determinar y analizar econométricamente los factores que afectan el mercado de frijol grano en México. 1980-2016.

Table 2. Coefficients of the reduced form of the model, used to determine and econometrically analyze the factors that affect the grain bean market in Mexico. 1980-2016.

Variables exógenas	Variables endógenas		
	Saldo de comercio exterior de frijol en México (SCEF)	Precio al consumidor real del frijol en el año t (PCFR)	Precio medio rural real del frijol en el año t (PMRFR)
Intercepto	-3648551		
Precio al consumidor real del frijol con dos años de retraso (PCFR2L)	27,18147		
Precio al consumidor de tortilla de maíz real (PCTR)	118,5892		
Precio al consumidor de huevo real (PCHR)	140,828		
Precio al consumidor de arroz real (PCAPR)	117,4515		
Precio al consumidor de lenteja real con dos años de retraso (PCLR2L)	-28,7794		
Ingreso nacional disponible para consumir per cápita real (INDRPER)	13,8212		
Cantidad consumida de frijol en México con un año de retraso (QCFL)	-0,38041		
Precio medio rural real del frijol con un año de retraso (PMRFRL)	41,78073		
Precio medio rural real del maíz con tres años de retraso (PMRMR3L)	-153,2977		
Precio medio rural real del arroz con dos años de retraso (PMRAPR2L)	-185,57		
Precio medio rural real del garbanzo (PMRGR)	-29,44529		
Precio real del fertilizante con dos años de retraso (PFERTR2L)	-248,182		
Precio real del plaguicida con dos años de retraso (PPLAGR2L)	-21,85538		
Temperatura promedio anual (TEMP)	-37635,69		
Precipitación promedio anual (PP)	979,2893		
Cantidad producida de frijol bajo riego en México con un año de retraso (QPFL)	0,22119		
Costo de transporte real (CTRANSR)		5,1163	3,362324
Precio real de importación del frijol (PINTFIR)		0,34214	0,224847

SCEF: balance of foreign trade of beans in Mexico, PCFR and PCFR2L: real consumer price of beans in year t and two years of lag, PCTR: Real consumer price of corn tortilla, PCHR: Real consumer price of egg, PCAPR: Real consumer price of rice, PCLR2L: Real consumer price of lentil with two years of lag, INDRPER: Real national income available to consume per capita, QCFL: amount of bean consumed in Mexico with year of lag, PMRFR and PMRFRL: real rural average price of beans in year t and one year of lag, PMRMR3L: real rural average price of corn with three years of lag, PMRAPR2L: real rural average price of rice with two years of lag, PMRGR: real rural average price of the chickpea, PFERTR2L: real price of the fertilizer with two years of lag, PPLAGR2L: real price of the pesticide with two years of lag, TEMP: average annual temperature, PP: average annual precipitation, QPFL: quantity produced of bean in Mexico one year of lag, CTRANSR: actual transport cost, PINTFIR: real import price of beans.

unitario en CTRANSR ocasionaría un ajuste de PMAYFR en 0,23% y 0,27% si se incrementa en la misma magnitud PINTFIR; esto resalta el mayor impacto del precio internacional en los márgenes de comercialización del frijol en México. Por otra parte, el efecto que tiene CTRANSR y PINTFIR sobre el precio al consumidor en México es mayor (0,26 y 0,30%), en comparación con el que ejercen por cada cambio porcentual unitario sobre el precio medio rural al productor (0,12 y 0,14%) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Elasticidades del precio propias y de transmisión de los precios del mercado de frijol, obtenidas para determinar y analizar económicamente los factores que afectan el mercado de frijol grano en México. 1980-2016.

Table 3. Own price elasticities and transmission of bean market prices, obtained to determine and econometrically analyze the factors that affect the grain bean market in Mexico. 1980-2016.

Variables exógenas	Variables endógenas					
	QCF	PCFR	PMAYFR	PMRFR	QPF	SCEF
PCFR2L	-0,2996					-2,5906
PMAYFR		0,6220		0,5115		
CTRANSR		0,2606	0,2300	0,1176		
PINTFIR		0,3030	0,2674	0,1368		
PMRFRL					0,4151	-3,1738

QCF: cantidad consumida de frijol en México, PCFR y PCFR2L: precio al consumidor real del frijol en el año t y con dos años de retraso, PMAYFR: precio al mayoreo real de frijol, QPF: cantidad producida de frijol en México, PMRFR y PMRFRL: precio medio rural real del frijol en el año t y con un año de retraso, SCEF: saldo de comercio exterior de frijol en México, CTRANSR: costo de transporte real, PINTFIR: precio real de importación del frijol / QCF: amount of beans consumed in Mexico, PCFR and PCFR2L: real consumer price of beans in year t and two years of lag, PMAYFR: real wholesale price of beans, QPF: amount of beans produced in Mexico, PMRFR and PMRFRL: real rural average price of beans in year t and one year of lag, SCEF: balance of foreign trade of beans in Mexico, CTRANSR: real transport cost, PINTFIR: real import price of beans.

Con relación a los otros factores que afectan a QCF, resalta la magnitud de los efectos que sobre esta tienen el precio al consumidor de huevo (PCHR) y el precio al consumidor de tortilla (PCTR), con elasticidades calculadas de -0,8594 y -0,7101. Un incremento porcentual unitario en el ingreso nacional disponible para consumir per cápita (INDRPER), reduce el consumo de frijol en 0,8797%; lo que implica que el frijol grano en México es un bien inferior. Con respecto a QPF, resaltan la magnitud de los efectos del precio medio rural al productor de arroz (PMRAPR), la temperatura (TEMP) y la precipitación pluvial (PP) medias en el país; con elasticidades calculadas de -0,7005, -0,7208 y 0,7005, respectivamente. Un incremento porcentual unitario en el precio de los insumos comerciables como el fertilizante (PFERTR) y el plaguicida (PPLAGR), reduce a QPF hasta en 0,3474 y 0,3393%.

Durante el periodo de 2010 a 2016, el PCHR y el PCTR registraron TCMA's de 4,12 y 4,11%, lo que generaría cambios en QCF de -3,54 y -2,92%. El aumento unitario en el precio al consumidor de arroz (PCAPR) como producto complementario y de la lenteja (PCLR) como sustituto, impactan negativa (-0,4935) y positivamente (0,2265) sobre QCF. El PMRAPR y la TEMP registraron TCMA's de 1,42 y 1,08%, lo que generaría cambios en QPF de -0,2 y -2,06%. El aumento unitario en el precio de productos competitivos (maíz [PMRMR], arroz [PMRAPR] y garbanzo [PMRGR]), impactan negativamente sobre QPF (-0,5545, -0,7005 y -0,2271) (Cuadro 4).

Con respecto a los factores que más impactan el saldo de comercio exterior de frijol (SCEF) en México, se encontró que por el lado del consumo son: INDRPER (-7,6060), PCHR (-7,4311) y PCTR (-6,1397), y en lo que respecta a la producción son: TEMP (-5,5114), PP (-5,3567) y PMRAPR (5,3567). Cabe mencionar que en relación a la temperatura y la precipitación pluvial, nada se puede hacer, ya que son estocásticos.

De 2010 a 2016, las TCMA's de INDRPER, PCHR, PCTR, TEMP, PP y PMRAPR, fueron de 6,6; 4,12; 4,11, 1,08, -4,19 y 3,9%, respectivamente. Se sugiere que, si esta tendencia de cambios se mantiene en las variables citadas, se generarían movimientos en SCEF de -50,2; -30,61; -25,23; -5,95; 22,44 y 20,89%, respectivamente.

Elasticidades de largo plazo

Tanto QCF como QPF, seguirán respondiendo en el largo plazo de manera inelástica a razón de -0,4836 y 0,5330, ante cambios unitarios en sus respectivos precios (PCFR y PMRFR). El incremento porcentual unitario en

Cuadro 4. Elasticidades relacionadas con otros factores que afectan el mercado de frijol, México. 1980-2016.

Table 4. Elasticities related to other factors that affect the bean market, Mexico. 1980-2016.

Variables exógenas	Variables endógenas		
	QCF	SCE	QPF
Precio al consumidor de tortilla de maíz real (PCTR)	-0,7101	-6,1397	
Precio al consumidor de huevo real (PCHR)	-0,8594	-7,4311	
Precio al consumidor de arroz real (PCAPR)	-0,4935	-4,267	
Precio al consumidor de lenteja real con dos años de retraso (PCLR2L)	0,2265	1,9582	
Ingreso nacional disponible para consumir per cápita real (INDRPER)	-0,8797	-7,606	
Cantidad consumida de frijol en México con un año de retraso (QCFL)	0,3767	3,2569	
Precio medio rural real del maíz con tres años de retraso (PMRMR3L)		4,2399	-0,5545
Precio medio rural real del arroz con dos años de retraso (PMRAPR2L)		5,3567	-0,7005
Precio medio rural real del garbanzo (PMRGR)		1,7366	-0,2271
Precio real del fertilizante con dos años de retraso (PFERTR2L)		2,6568	-0,3474
Precio real del plaguicida con dos años de retraso (PPLAGR2L)		2,5943	-0,3393
Temperatura promedio anual (TEMP)		5,5114	-0,7208
Precipitación promedio anual (PP)		-5,3567	0,7005
Cantidad producida de frijol bajo riego en México con un año de retraso (QPFL)		-1,6919	0,2213

QCF: amount of beans consumed in Mexico, PCTR: real consumer price of corn tortilla, PCHR: real consumer price of egg, PCAPR: real consumer price of rice, PCLR2L: real consumer price of lentil with two years of lag, INDRPER: Real national income available to consume per capita, QCFL: amount of bean consumed in Mexico with one year of lag, QPF: amount of bean produced in Mexico, PMRMR3L: real rural average price of corn with three years of lag, PMRAPR2L: real rural average price of rice with two years of lag, PMRGR: real rural average price of the chickpea, PFERTR2L: real price of the fertilizer with two years of lag, PPLAGR2L: real price of the pesticide with two years of lag, TEMP: average annual temperature, PP: annual average precipitation, QPFL: amount of bean produced in Mexico with one year of lag, SCEF: bean foreign trade balance in Mexico.

el precio al consumidor de tortilla (PCTR) y de huevo (PCHR), disminuirá el consumo de frijol grano en 1,15 y 1,39%. Por otra parte, la elasticidad ingreso resultó en -1,42 en el largo plazo, lo que implica que QCF responderá de manera más que proporcional ante cambios unitarios en este factor económico (Cuadro 5).

A QPF los incrementos porcentuales unitarios en el precio de los insumos, le impactaran negativamente al orden de 0,446 y 0,436% en lo que respecta al precio del fertilizante (PFERTR) y del plaguicida (PPLAGR). Los dos precios de cultivos competitivos que más impactan a QPF, son el arroz y el maíz, con elasticidades precio cruzadas de largo plazo de -0,9 y -0,7. La temperatura (TEMP) y precipitación media en el país (PP), afectan inversa y directamente a QPF a razón de 0,923 y 0,899% por cada 1% de cambio positivo en estas variables estocásticas.

Discusión

El frijol grano, visto como sector, es poco competitivo, debido a cambios en la estructura del mercado provocados por la presencia de muchas variedades y pocos compradores, lo que significa que el número de variedades demandadas es reducido, a pesar de que los consumidores demandan frijol de diversos tipos y calidades con base en sus raíces regionales y culturales, hábitos de consumo, gustos, y preferencias. Otros factores que han influido de manera importante en el consumo son el urbanismo, la migración, el crecimiento poblacional, el empleo,

Cuadro 5. Elasticidades de largo plazo del consumo y la producción de frijol, México. 1980-2016.
Table 5. Long-term elasticities of consumption and production of bean, Mexico. 1980-2016.

Variables exógenas	Variables endógenas	
	QCF	QPF
Precio al consumidor real del frijol con dos años de retraso (PCFR2L)	-0,4836	
Precio al consumidor de tortilla de maíz real (PCTR)	-1,1460	
Precio al consumidor de huevo real (PCHR)	-1,3871	
Precio al consumidor de arroz real (PCAPR)	-0,7965	
Precio al consumidor de lenteja real con dos años de retraso (PCLR2L)	0,3655	
Ingreso nacional disponible para consumir per cápita real (INDRPER)	-1,4198	
Precio medio rural real del frijol con un año de retraso (PMRFRL)		0,5330
Precio medio rural real del maíz con tres años de retraso (PMRMR3L)		-0,7120
Precio medio rural real del arroz con dos años de retraso (PMRAPR2L)		-0,8995
Precio medio rural real del garbanzo (PMRGR)		-0,2916
Precio real del fertilizante con dos años de retraso (PFERTR2L)		-0,4461
Precio real del plaguicida con dos años de retraso (PPLAGR2L)		-0,4356
Temperatura promedio anual (TEMP)		-0,9255
Precipitación promedio anual (PP)		0,8995

QCF: amount of beans consumed in Mexico, PCFR2L: real consumer price of beans with two years of lag, PCTR: real consumer price of corn tortilla, PCHR: real consumer price of egg, PCAPR: real consumer price of rice, PCLR2L: real consumer price of lentil with two years of lag, INDRPER: Real national income available to consume per capita, QPF: amount of bean produced in Mexico, PMRFRL: real rural average price of beans with one year of lag, PMRMR3L: real rural average price of corn with three years of lag, PMRAPR2L: real rural average price of rice with two years of lag, PMRGR: real rural average price of the chickpea, PFERTR2L: real price of the fertilizer with two years of lag, PPLAGR2L: real price of the pesticide with two years of lag, TEMP: average annual temperature, PP: annual average precipitation.

el poder adquisitivo, el clima, la reducción en el número de miembros en las familias y la incorporación de la mujer a la actividad laboral. Lo anterior ha propiciado cambios en las tendencias de consumo, así como en la demanda, que se ha visto reflejada en la disminución del consumo per cápita a través del tiempo: en los años sesenta fue de 18,45 kg por habitante al año, en los setenta de 15,09 kg, en los ochenta de 15,75 kg, en los noventa 13 kg y a partir de 2000 el promedio anual fue de 11 kg (Rodríguez et al., 2010). En términos nutricionales, el frijol complementa a los cereales como fuente de proteínas y minerales. De hecho, el frijol es la principal fuente de proteína vegetal, así como una opción, considerando el costo por gramo de proteína. Una porción de frijoles secos es rica en vitaminas del complejo B, hierro, calcio, potasio, fósforo y es baja en sodio (Magaña et al., 2015).

Los consumidores identifican las variedades por su nombre comercial o por el color, pero desconocen el tipo de frijol que están adquiriendo, ya que, en el mercado existen muchas variedades que se comercializan con el mismo nombre pero que son diferentes en tiempo de cocción, color y contenido de proteína. Por ejemplo, se conoce como frijol pinto nacional, al frijol delicias (café claro variegado de café oscuro), al lagunero 87 (beige moteado de café), al matamoros 64 (café claro con manchas variegadas café oscuro) o al pinamerpa o pinto nacional 73 (verde oscuro), cuyo contenido de proteína es de 26,8%, 23,3%, 26,5% y nd, respectivamente (Rodríguez et al., 2010). Existen preferencias diferenciadas en el consumo por tipo de frijol. Así, en la región norte de México hay preferencia por los frijoles pintos, en la zona noroeste por los frijoles azufrados, en la región centro por las variedades flor de mayo y flor de junio, mientras que, en el sur y sureste se tiene preferencia por el frijol negro (Magaña et al., 2015). Cada 100 g de frijol contienen 332 kcal, 1,2 g de proteínas, 1,8 g de grasas, 61,5 g de carbohidratos y 0,02 g de sodio.

En México existe una importante diferencia en las preferencias por tipo de frijol: 77,2% de la población prefiere frijol grano (45,2% de primera clase, 21,6% de segunda y 10,4% extra clase) y 22,8% industrializado (Rodríguez et al., 2010).

La conducta del consumidor a partir de sus gustos y preferencias, restricciones presupuestarias y elecciones al momento de hacer la compra, son factores que influyen de manera importante en la demanda de frijol; sin embargo, en la actualidad los principales factores que determinan la demanda de frijol grano a nivel nacional son los económicos, los culturales y los naturales: En el primer caso, 28,4% del consumo está en función del ingreso y 8% en función del precio del grano. La marcada diferencia en los precios al consumidor de frijol grano a nivel regional ha ocasionado que los habitantes de la región sur (67,8% regional y 17% nacional) opten por comprar las variedades que tienen mejor precio, ya que, es ahí donde la población tiene menor poder adquisitivo, pese a ser la que más dinero gasta en frijol. Al estar diferenciados los precios con base en la variedad y la calidad, ante un aumento en el precio de la variedad de su preferencia o una variación en el ingreso los consumidores pueden optar por adquirir una de menor precio. Respecto a los factores culturales, 17,9% del consumo se basa en las tradiciones y 8,3% en las costumbres, principalmente en el centro, donde más de la mitad de los consumidores (54,1%) elige variedades que consumían en sus lugares de origen. Los consumidores que adquieren el frijol considerando estos factores manifestaron basar su compra en creencias y costumbres adquiridas en el seno familiar y transmitidas por varias generaciones que siempre han consumido las mismas variedades de frijol. Finalmente, para 21,6% de los consumidores el clima es determinante en el momento de adquirir el frijol de su preferencia, pues existen variedades que duran más tiempo sin descomponerse una vez cocidas, principalmente en el norte y en el occidente, donde las temperaturas son muy elevadas. Por otro lado, los factores que resultaron poco importantes fueron los psicológicos (motivación, percepción o actitud) y la disponibilidad en el mercado, ya que 91% argumentó que la oferta es muy diversificada (Rodríguez et al., 2010).

El consumo per cápita de frijol en México ha disminuido en años recientes. Entre los factores que se estima determinan esta tendencia se encuentran: la migración, el urbanismo, la reducción en el número de miembros en las familias, cambios en el poder adquisitivo y la incorporación de la mujer a la actividad laboral. Las tendencias de consumo aparentemente están desplazándose hacia productos con mayor valor agregado, tales como frijol empacado, industrializado y en presentaciones más convenientes para los consumidores (Rodríguez et al., 2010; Magaña et al., 2015).

Elasticidades de corto plazo

La elasticidad precio propia aquí calculada del consumo de frijol en México (QCF), resultó inferior (en términos absolutos) a la calculada por Ramírez et al. (2004) (vía un sistema cuasi ideal de ecuaciones de demanda), de forma agregada para el grupo: alimentos, bebidas y tabaco en Colombia (-1,007); superior a la calculada para el grupo: otros alimentos (-0,435) e inferior a la elasticidad precio propia de la demanda de frijol (-1,0782). Cabe mencionar que, estos mismos autores encontraron elasticidades precio cruzadas de frijol con respecto al banano de -0,4415, con otras frutas de -0,2955, con otras raíces y tubérculos de -0,1822, con papa de 0,0764, con plátano de 0,9857 y con yuca de 0,0982. Con relación a la elasticidad gasto agregado para el grupo de frutas, verduras y tubérculos (incluido en este grupo el frijol), encontraron un valor de 1,0423, lo que clasifica a este grupo de alimentos como bienes normales para Colombia.

Con respecto a la elasticidad precio propia de la oferta de frijol grano (QPF) aquí calculada, esta resultó congruente con las elasticidades agregadas de productos agrícolas (incluido el frijol) de corto plazo de 1958 a 1982, examinadas por Rao (1989) para países desarrollados y en desarrollo como: China, India, Bangladesh, Tailandia, Malasia, Corea del Sur, Turquía, Sudan, Filipinas, Japón y Estados Unidos, que fueron del orden de 0 a 0,8, a pesar de que no son elasticidades precio propias, sino elasticidades con respecto a la superficie cultivada, las cuales

resultaron superiores a las elasticidades calculadas en relación con el rendimiento. Por otro lado, resultó superior a la elasticidad agregada de cultivos alimenticios, incluyendo el frijol, que McKay et al. (1999) encontraron para Tanzania (0,35) usando un modelo de cointegración y corrección de errores. Se señala que este mismo tipo de elasticidad para Argentina durante el periodo 1913-1984, fue de 0,43 (Mundlak et al., 1989). Esta elasticidad precio ponderada de la agricultura no fue calculada para el punto medio de la serie, como en este trabajo, sino que se realizó imputando un incremento permanente de 10% en los precios agrícolas a cinco años. Esto según los autores para compensar la reducción en el precio de los servicios del gobierno argentino y ayudar a mantener en la estimación, un nivel general de precios constante y *ah hoc* a sus niveles históricos.

Para Chile (1962 a 1982), Coeymans y Mundlak (1993) calcularon una elasticidad precio del sector agrícola de 0,67, con un modelo no lineal de ecuaciones simultáneas y mínimos cuadrados en tres etapas para su estimación. Se encontró una elasticidad precio de la producción para el frijol en Colombia de 0,31 y 0,28 (Ramírez et al., 2004), con el modelo logarítmico y lineal, respectivamente, e información anual de 1970 a 2002, con el empleo en la construcción de ambos modelos de respuesta de la oferta desarrollado por Marc Nerlove. De las elasticidades precio propias del frijol de soya encontradas por Brescia y Lema (2007) para algunos países del MERCOSUR (Mercado Común de América del Sur), la de Argentina (0,58) es la más cercana a la encontrada en este trabajo, no así las calculadas para Uruguay (1,58), Paraguay (2,16) y Bolivia⁶ (6,82). Estos usaron el método de momentos generalizados para estimar las correspondientes funciones de producción. Con el empleo de un modelo de equilibrio parcial y datos de panel para diez países asiáticos, se encontraron elasticidades precio propias de la oferta para materias primas agrícolas del orden de 0,015 a 0,309 (Imai et al., 2011), las que resultan un tanto inferiores a la calculada en este trabajo.

Elasticidades de largo plazo

La elasticidad precio propia del consumo calculada no fue posible compararla, pero la elasticidad precio propia de la oferta (0,5330) resultó dentro del rango reportado por Rao (1989). Este autor reportó que para el periodo de 1958 a 1982 calculó elasticidades cruzadas agregadas (incluido el frijol) de largo plazo con respecto a la superficie cultivada, en países desarrollados y en desarrollo como: China, India, Bangladesh, Tailandia, Chile, Malasia, Turquía, Sudan, Argentina, Filipinas, Japón y Estados Unidos, del orden de 0,3 a 1,2. Este mismo tipo de elasticidad para Argentina durante el periodo 1913-1984, fue de 0,73 y señalado por (Mundlak et al. 1989). Estos mismos autores, encontraron que la correspondiente elasticidad precio propia agregada de cultivos alimenticios (incluido el frijol) para Tanzania, fue de casi la unidad. Se calcularon elasticidades precio de la producción para el frijol en Colombia de 0,96 y 0,85 para el periodo de 1970 a 2002, usando un modelo logarítmico y lineal, respectivamente (Ramírez et al., 2004).

Conclusiones

El frijol en México sigue siendo la principal fuente de proteína vegetal, debido a su menor costo por gramo de proteína en comparación con las carnes y al nivel de ingreso per cápita que existe en el país. Aunque, con respecto a las variedades de frijol en general, el consumidor sigue sin contar con información sobre sus cualidades y características nutrimentales, que le permitan realizar una compra fundamentada.

El productor comercial de frijol en México al ser poco competitivo a nivel internacional, continua dependiente de los apoyos gubernamentales, lo cual guarda relación directa con el tema de seguridad agroalimentaria nacional.

⁶ País asociado al bloque subregional; al igual que Chile, Colombia, Perú y Ecuador.

En términos absolutos, la elasticidad precio propia del consumo de frijol en México, resultó más inelástica en comparación con la correspondiente de la producción. Esto sugiere que el excedente del consumidor es mayor al del productor nacional al participar en el mercado de frijol, e implica que una política de subsidio a este grano incentivaría significativamente a elevar la cantidad producida y por ende, la superficie cultivada en México.

Los resultados del modelo indican que el consumo de frijol es determinado en forma inversa por el precio al consumidor del frijol, el precio de la tortilla de maíz, el precio del huevo y resultó en un bien inferior en el país. Por otra parte, la oferta de frijol respondió directamente a los cambios registrados en el precio al productor y la precipitación promedio anual registrada en el país, y de manera inversa ante cambios en los precios medios rurales de productos competitivos como el arroz y el garbanzo y en insumos como el precio del plaguicida y del fertilizante.

El efecto derivado de la transmisión de los precios, ocasionó cambios menos que proporcionales entre estos, resaltando el nivel de afectación mayor que el precio internacional tiene sobre el precio al mayoreo del frijol grano en comparación con el efecto de los cambios que se registren en el costo de transporte de este.

El precio internacional de frijol tiene un mayor efecto sobre el precio al consumidor en comparación al del productor, por lo que las políticas públicas de subsidio al frijol en México deberán considerarlo.

Literatura citada

- Benítez, J.G., R. García, J.S. Mora, y J.A. García. 2010. Determinación de los factores que afectan el mercado de carne bovina en México. *Agrociencia*. 44:109-119.
- Brescia, V., and R.D. Lema. 2007. Supply elasticities for selected commodities in Mercosur and Bolivia. EC Project EUMercoPol (2005-08). INTA, ARG. <http://inta.gob.ar/documentos/supply-elasticities-for-selected-commodities-in-mercosur-and-bolivia/> (consultado 12 ago. 2017).
- Calderón, M., R. García, S. López, J.S. Mora, y J.A. García. 2004. Efecto del precio internacional sobre el mercado de la papa en México, 1990-2000. *Rev. Fitotec. Mex.* 27:377-384.
- CANACAR (Cámara Nacional del Autotransporte de Carga). 2017. Estadísticas e indicadores del autotransporte de carga. CANACAR, MEX. <https://canacar.com.mx/servicios/estadistica/estadisticas-internet/> (consultado 12 set. 2017).
- Coymans, J.E., and Y. Mundlak. 1993. Sectoral growth in Chile: 1962-82. International Food Policy Research Institute, WA, USA.
- CNA (Consejo Nacional Agropecuario). 1995. Compendio estadístico del sector agroalimentario: Precio promedio LAB (estación de ferrocarril) de los fertilizantes y Producción nacional. CNA, México D.F., MEX.
- FAO. 2018. FAOSTAT-statistical databases. FAO. <http://www.fao.org/faostat/es/#home> (accessed Jan. 20, 2018).
- García, R., M.F. del-Villar, J.A. García, J.S. Mora, y R.C. García. 2004. Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. *Interciencia* 29:414-420.
- Gujarati, D., y D.C. Porter. 2010. *Econometría*. 5ª ed. McGraw-Hill Interamericana, México D.F., MEX.
- Guzmán, E., M.T. De-la-Garza, J.A. García, J. Hernández, y S. Rebollar. 2012. Determinantes de la oferta de maíz grano en México. *Agron. Mesoam.* 23:269-279. doi:10.15517/am.v23i2.6488
- Imai, K.S., R. Gaiha, and G. Thapa. 2011. Supply response to changes in agricultural commodity prices in Asian countries. *J. Asian. Econ.* 22:61-75. doi:10.1016/j.asieco.2010.08.002
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática). 2017. Índice de precios-precios promedio. INEGI, MEX. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/inp/preciospromedio/> (consultado 21 sept. 2017).

- INEGI-BIE (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática-Banco de Información Económica). 2017. 1) Cuentas nacionales-Cuentas de bienes y servicios-A precios corrientes-Cuenta del ingreso nacional disponible; 2) Precios e inflación: Índice nacional de precios al consumidor e Índice nacional de precios al productor. INEGI, MEX. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> (consultado 12 ago. 2017).
- Magaña, D., S.D. Gaucín, y L.D. Flores. 2015. Análisis sectorial y de la dinámica de los precios del frijol en México. *COMPENDIUM* 2(3):1-21.
- McKay, A., O. Morrissey, and Ch. Vaillant. 1999. Aggregate supply response in Tanzanian agriculture. *J. Int. Trade. Econ. Dev.* 8:107-123. doi:10.1080/09638199900000008
- Mundlak, Y., D.F. Cavallo, and R.A. Domenech. 1989. Agriculture and economic growth in Argentina: 1913-84. International Food Policy Research Institute, WA, USA.
- Parkin, M., y E. Loría. 2015. Microeconomía versión para Latinoamérica. 11a ed. Pearson Educación, Ciudad de México, MEX.
- Ramírez, M., H.J. Martínez, L.X. Ortiz, F.A. González, y C.A. Barrios. 2004. Respuestas de la oferta y la demanda agrícola en el marco de un TLC con Estados Unidos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, COL.
- Rao, J.M. 1989. Agricultural supply response: A survey. *Agric. Econ.* 3:1-22. doi:10.1016/0169-5150(89)90036-4
- Rodríguez, G., J.A. García, S. Rebollar, y A.C. Cruz. 2010. Preferencias del consumidor de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: factores y características que influyen en la decisión de compra diferenciada por tipo y variedad. *Paradig. Econ.* 2:121-145.
- SAGARPA-FIRCO (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Fideicomiso de Riesgo Compartido). 2011. Informe: Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. SAGARPA, Ciudad de México, MEX.
- SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca). 2018. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta: 1980-2016. SAGARPA-SIAP, MEX. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> (consultado 15 nov. 2018).
- Samuelson, P.A, y W.D. Nordhaus. 2010. Microeconomía con aplicaciones a Latinoamérica. 19a ed. McGraw-Hill, México D.F., MEX.
- SAS Institute. 2003. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- SCT-ARTF (Secretaría de Comunicaciones y Transportes-Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario). 2017. Tarifas ferroviarias de carga. SCT, MEX. <https://www.gob.mx/artf/documentos/tarifas-ferroviarias-de-carga> (consultado 22 oct. 2017).
- Shepherd, B. 2006. Estimating price elasticities of supply for cotton: a structural time-series approach. FAO, Paris, FRA.
- SE-SNIIM (Secretaría de Economía-Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2017. Precio del frijol grano en las centrales de abastos del Distrito Federal y Área Metropolitana. SNIIM, MEX. <http://www.economia-sniim.gob.mx/> (consultado 19 jul. 2017).
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2017. Precipitación media anual por estado. SMN, MEX. <http://smn.cna.gob.mx/> (consultado 17 abr. 2017).
- Wooldridge, J.M. 2009. Introducción a la econometría: Un enfoque moderno. 4a ed. CENGAGE Learning, México D.F., MEX.