

El mercado de arroz en México: ¿qué factores lo determinan?

Ester Reyes-Santiago¹

José Miguel Omaña-Silvestre^{1,§}

Dora Ma. Sangerman-Jarquín²

Jaime Arturo Matus-Gardea¹

Silvia Xóchilt Almeraya-Quintero¹

1 Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. (reyes.ester@colpos.mx; matusgar@colpos.mx; xalmeraya@colpos.mx).

2 Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. CP. 56250. Tel. 55 38718700, ext. 85353. (sangerman.dora@inifap.gob.mx).

Autor de correspondencia: miguelom@colpos.mx.

Resumen

El arroz es un cereal básico en la dieta de los mexicanos, actualmente México, importa grandes cantidades para satisfacer la demanda interna. El objetivo de este trabajo fue analizar los factores que afectan el mercado de arroz en México, así como medir el efecto de los diferentes niveles de precios. Se estimó un modelo de ecuaciones simultáneas compuesto por una de oferta, una de demanda, tres de transmisión de precios y una identidad de saldo de comercio exterior, para el periodo de 1999 a 2021. Los resultados indican que la oferta y la demanda de arroz responden de manera inelástica a su precio. Los factores que más afectaron a la oferta fueron la temperatura, el precio medio rural real del maíz y la disponibilidad de agua para riego con elasticidades de 1.57, -1 y 0.24, respectivamente; asimismo, los factores que afectaron a la demanda fueron el ingreso per cápita, precio real al consumidor de huevo y de frijol con elasticidades de 0.98, -0.48 y -0.37. Se halló un coeficiente de elasticidad inelástico de 0.06 entre el precio real de importación con el precio real al mayoreo, este último modificó al precio medio rural en 0.24 y al precio real al consumidor en 0.7. Por lo anterior, se recomienda destinar apoyos complementarios al sector agrícola como el programa de fertilizantes, sembrando vida, asesoría técnica, apoyos crediticios y de infraestructura de riego, entre otros, esta medida permitirá aumentar la producción interna y disminuir paulatinamente las importaciones de arroz.

Palabras clave:

demanda, ecuaciones simultáneas, elasticidad, oferta.

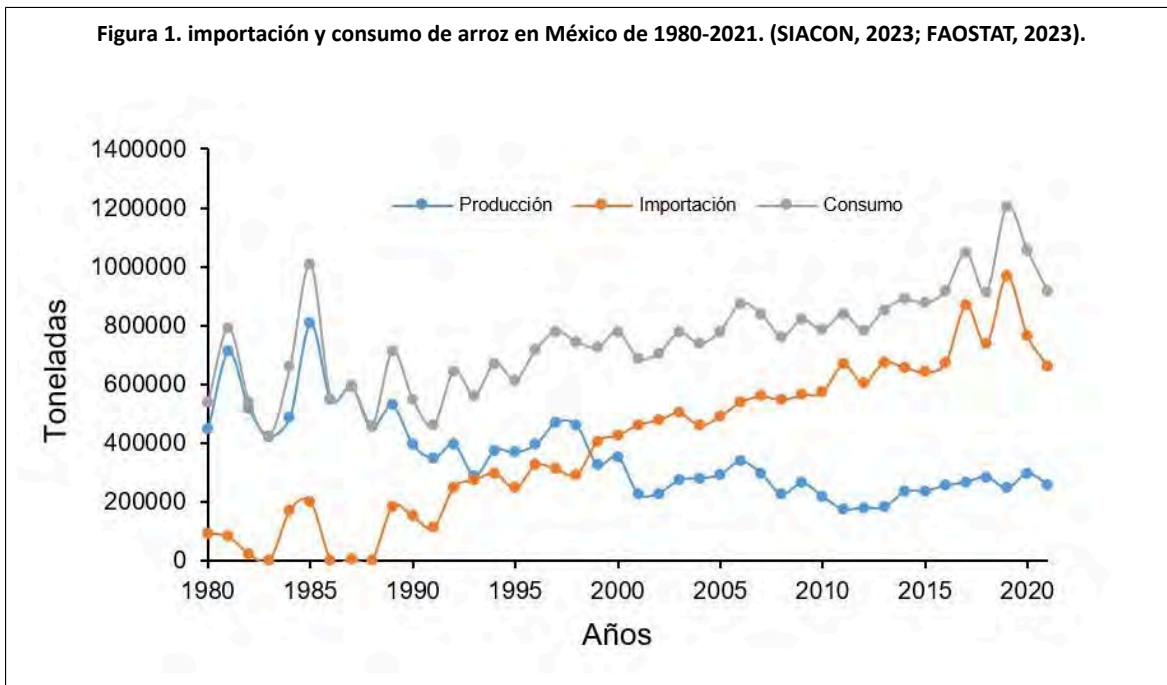


Introducción

El arroz es considerado uno de los cultivos básicos en la ley de desarrollo rural sustentable (LDDRS) por su importancia en la dieta de los mexicanos (consumo de 8.5 kg per cápita al año). Los cereales representan el segundo rubro de mayor gasto para las familias mexicanas (13.8% del total de gasto en alimentos, bebidas y tabaco que es de \$15 059.00 pesos al trimestre) (Sagarpa, 2017; Inegi, 2023). En 2022, el cultivo del arroz en México generó un valor de la producción de 1 476 millones de pesos (Siacon, 2023).

Según datos del Siacon (2023), la producción total de arroz superó las 246 mil toneladas en 2022, de este total, la participación de los principales estados productores son los siguientes: Nayarit 29.9%, Campeche 18.8%, Michoacán 13.6%, Veracruz 12.5% y Jalisco 8.7%, de manera conjunta superaron más del 80% de la producción total. Hasta 1988, México fue autosuficiente en la producción de arroz. Actualmente existe una dependencia de las importaciones de este grano.

En 2022, la producción nacional fue de 246 mil toneladas, mientras que el consumo fue de 1.2 millones de toneladas, lo que quiere decir que se cubrió solo 20.5% del consumo nacional, por lo que se importaron 954 mil toneladas, principalmente de Estados Unidos de América y Uruguay, esta tendencia continuará, se estima que para el año 2030 las importaciones habrán superado las 1 000 t (Sagarpa, 2017). Dado lo anterior surgen las siguientes preguntas: qué ha pasado con la producción interna de arroz en México, por qué ha incrementado el consumo de arroz y cuáles son los factores que determinan el comportamiento del mercado del arroz en México. En la Figura 1 se muestra la tendencia de la producción, consumo e importaciones de arroz en México.



Se observó que el problema principal es la caída drástica de la producción de arroz en México al pasar de 445 000 t en 1980 a 246 000 t en 2022, en términos porcentuales representa una disminución del 45%. De acuerdo con Ibarra (2016); Ireta *et al.* (2016), las causas principales de este derrumbe en la producción son: precios internacionales bajos en comparación con los precios internos lo que provocó un aumento en las importaciones, disminución de la superficie sembrada, la descapitalización del campo, el abandono de la asistencia técnica, el desmantelamiento del crédito, baja productividad y altos costos de producción, el ingreso al Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), entre otras.

Por su parte, Pureco y García (2017), indican que la disminución de la producción de arroz se debe a un papel pasivo del Estado, a la reforma del artículo 27 constitucional y la firma del TLCAN.

Steffen (2017), menciona que las causas del colapso de la producción de arroz se debieron a la implantación de políticas neoliberales, tales como apertura comercial, supresión de aranceles y permisos de importación y eliminación del precio de garantía.

Del mismo modo, se puede notar un incremento acelerado del consumo de arroz al pasar de 538 000 t en 1980 a 915 000 t en 2021, esto equivale a un 70%. Las causas principales del aumento en la demanda se deben a bajos precios de importación y a la creciente población, lo que implica que para abastecer el consumo interno de arroz se recurra a las importaciones debido a la baja producción de este grano (Ibarra, 2016; SIACON, 2023).

Con base a lo anterior, se puede percibir que hasta antes de 1988 las importaciones eran menores a 200 000 t, incluso en los años 1982, 1983, 1986, 1987, 1988 se reportaron importaciones bajas de 21 675, 236, 999, 2 207 y 855 t, respectivamente. Después de estos años, se apreció como las importaciones subieron de manera acelerada al pasar de 855 t en 1988 a 661 000 t en 2021, esto debido a que la producción interna de arroz fue incapaz de abastecer el consumo.

El análisis del mercado de arroz y otros granos agrícolas en México ha sido objeto de varios estudios, por mencionar algunos se citan los siguientes: Molina *et al.* (2012); Vázquez y Martínez (2015); Guzmán *et al.* (2019); Bautista *et al.* (2019); Reyes *et al.* (2022), estos estudios son relevantes por dos razones, para comparar resultados con el presente trabajo de investigación y porque emplean la misma metodología.

Debido a un consumo de arroz cada vez mayor, una cantidad alta de importación y un derrumbe en la producción de este grano, surge la idea de realizar el presente artículo que tiene como objetivo analizar los factores que afectan el mercado del arroz en México, así como medir el efecto de los diferentes niveles de precios, los hallazgos, permitirán hacer recomendaciones de política pública que coadyuve a los agentes inmersos en este mercado a tomar mejores decisiones que contribuyan a la soberanía alimentaria; es decir, aumentar la producción e importar cada vez menos. Como hipótesis se planteó que un menor precio del fertilizante y un aumento en el precio de importación provoca que, aumente la producción interna y disminuyan las importaciones de este grano tan importante en la dieta de los mexicanos.

Materiales y métodos

Formulación del modelo

Se utilizó un modelo de ecuaciones simultáneas compuesto por una ecuación de oferta, una de demanda, tres de transmisión de precios y una identidad de saldo de comercio exterior. El modelo contempló aspectos de la teoría económica y evidencia empírica sobre el mercado de arroz en México. Considerando que el sistema de ecuaciones simultáneas presenta ecuaciones sobre identificadas y una probable simultaneidad (variables exógenas que a la vez son endógenas) es posible que estén correlacionadas con el término de error, debido a lo anterior y de acuerdo con Gujarati y Porter (2010), la mejor manera de estimar los parámetros es a través del método de mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas (MC2E).

El proceso de estimación se realizó con ayuda del paquete estadístico statistical analysis system (SAS, 2013). Asimismo, se empleó la forma funcional de doble logaritmo para evitar problemas de heteroscedasticidad (Greene, 2012) y porque convenientemente los resultados ya son las elasticidades. La forma matemática del modelo es el siguiente:

$$\ln(QPA_t) = \beta_{11} + \beta_{12} \ln(PMRA_{t-1}) + \beta_{13} \ln(PMRM_{t-1}) + \beta_{14} \ln(PFER_{t-2}) + \beta_{15} \ln(T_t) + \beta_{16} \ln(DAR_t) + \varepsilon_{1t}$$

1).

$$\ln(QDA_t) = \beta_{21} + \beta_{22} \ln(PCAR_{t-2}) + \beta_{23} \ln(PCFR_{t-1}) + \beta_{24} \ln(PCHR_{t-1}) + \beta_{25} \ln(INGP_{t-2}) + \varepsilon_{2t}$$

2).

$$\ln(PMRA_t) = \beta_{31} + \beta_{32} \ln(PMAR_t) + \varepsilon_{3t}$$

3).

$$\ln(\text{PMAR}_t) = \beta_{31} + \beta_{32} \ln(\text{PIAR}_t) + \beta_{33} \ln(\text{PMAR}_{t-1}) + \varepsilon_{4t}$$

4).

$$\ln(\text{PCAR}_t) = \beta_{41} + \beta_{42} \ln(\text{PMAR}_t) + \beta_{43} \ln(\text{PCAR}_{t-1}) + \varepsilon_{5t}$$

5)

$$\ln(\text{SCEA}_t) = \ln(\text{QDA}_t) - \ln(\text{QPA}_t)$$

6).

Donde \ln = logaritmo natural; QPA_t = cantidad producida de arroz en México (t) en el año t; PMRA_t y PMRA_{t-1} = precio medio rural real del arroz (\$/t) en el año t y con un año de rezago; PMRM_{t-1} = precio medio rural real del maíz (\$/t) con un año de rezago; PFER_{t-2} = precio real del fertilizante (\$/t) con dos años de rezago; T_t = temperatura promedio anual (°C); DAR_t = disponibilidad de agua para riego (miles de m^3) en arroz.

QDA_t = cantidad demandada de arroz (t) en el año t; PCAR_t , PCAR_{t-1} y PCAR_{t-2} = precio real al consumidor de arroz (\$/t) en el año t, con uno y dos años de rezago; PCFR_{t-1} = precio real al consumidor de frijol (\$/t) con un año de rezago; PCHR_{t-1} = precio real al consumidor de huevo (\$/t) con un año de rezago; INGP_{t-2} = ingreso per cápita real (\$) con dos años de rezago.

PMAR_t y PMAR_{t-1} = precio real al mayoreo de arroz (\$/t) en el año t y con un año de rezago; PIAR_t = precio real de importación de arroz (\$/t) en el año t; SCEA_t = saldo de comercio exterior de arroz en México (t) en el año t. El modelo de ecuaciones simultáneas se puede expresar de manera matricial de la siguiente manera (Gujarati y Porter, 2010):

$$\Gamma Y_t + \beta X_t = E_t$$

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 error aleatorio. 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: $k = a$ el número de variables exógenas y endógenas rezagadas del modelo, más la ordenada al origen; en general, k puede o no ser igual a k .

Para que el sistema esté completo, debe existir la inversa de Γ ; es decir, Γ debe ser una matriz no singular de orden m , para derivar el modelo reducido del sistema de la siguiente manera: $Y_t = \pi X_t + V_t$. Donde: π es igual a $\Gamma^{-1}\beta$ y es la matriz de parámetros de la forma reducida; $\Gamma^{-1}\beta$ es igual a $\Gamma^{-1}E_t$ es la matriz de los términos de error en la forma reducida.

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 (Barkley y Barkley, 2013; Atucha y Gualdoni, 2018). Por lo tanto, la ecuación 1, función de oferta de arroz en México, depende del precio medio rural real del arroz, por la ley de la oferta se espera una relación funcional directa o positiva, ya que al aumentar el precio aumenta la oferta y viceversa.

Por el contrario, se esperaba una relación negativa o inversa con el precio del maíz porque empíricamente se considera como un bien competitivo en la producción con el arroz. Con el precio del fertilizante se espera una relación inversa al ser un insumo en la producción, si el precio del fertilizante aumenta, se demandará menos fertilizante, por consecuencia, al no fertilizar se producirá menos arroz. Finalmente, se espera una relación directa con la temperatura y la disponibilidad de agua para riego; es decir, los climas favorables podrían abonar al crecimiento biológico del cultivo y viceversa.

Los factores determinantes de la demanda de un producto están en función del precio al 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 y Barkley, 2013). Considerando lo anterior, los factores que determinan la cantidad demandada de arroz es el precio al consumidor de arroz, el del frijol y huevo, se espera una relación negativa entre la demanda con los precios. Respecto al ingreso per cápita, si se obtiene un signo positivo es un bien normal, pero si es negativo, es un bien inferior.

Las ecuaciones 3, 4 y 5, modelan el efecto de transmisión que el precio al mayoreo de arroz en México tiene sobre el precio medio rural y el precio al consumidor. De manera similar, cambios en los precios internacionales afectan a los precios internos (productor, mayoreo y consumidor) de un país (Calderón *et al.*, 2004; Jaramillo y Benítez, 2016). Por último, la ecuación 6 de identidad, establece el saldo de comercio exterior de arroz en México, se obtuvo mediante la diferencia entre la cantidad demandada y producida.

Debido a que los productos agrícolas tardan un tiempo para su producción (periodo de gestación), los precios del año anterior juegan un papel importante, debido a que los productores reciben influencia del precio prevaleciente el año anterior (Gujarati y Porter, 2010). Por esta razón, en el modelo propuesto algunas de las variables exógenas están influenciadas con uno y dos años de rezago.

Datos

Se emplearon datos anuales que comprenden de 1999 a 2021. El consumo nacional aparente de arroz en México es el resultado de la suma de la cantidad producida más la cantidad importada menos la cantidad exportada, la información se obtuvo del SIACON (2023); FAOSTAT (2023). Los precios al consumidor de arroz, frijol, huevo se obtuvieron de Profeco (Orozco Común. Pers., 2023). El precio al mayoreo de arroz provino del Sniim (2023). El ingreso per cápita se estimó de la siguiente manera: el producto interno bruto (PIB) fue dividido por la población de México, el PIB se obtuvo del INEGI (2023) y la población del INEGI (2023).

Finalmente, el precio de importación en dólares por tonelada se multiplicó por la tasa de cambio para obtenerlo en pesos, la información del precio de importación provino de FAOSTAT (2023) y el tipo de cambio de BANXICO (2023). La producción de arroz y los precios medios rurales se obtuvieron del SIACON (2023). El precio del fertilizante (urea) se obtuvo del SNIIM (2023). La temperatura se tomó del SMN (2023) y la disponibilidad de agua para riego de CONAGUA (2023). Los datos monetarios fueron deflactados con el índice nacional de precios al consumidor (INPC) y el índice nacional de precios al productor (INPP), que se obtuvieron del INEGI (2023), se consideró al 2021 como año base (2021= 100).

Resultados y discusión

Análisis estadístico

En las cinco ecuaciones del modelo, se puede observar que el coeficiente de determinación (R^2) varía entre 0.2 y 0.92, lo cual indica una bondad de ajuste aceptable entre los datos predichos por el modelo y los datos observados. El valor de la prueba de F (significancia global) de cada ecuación resultó significativa a un nivel de 10%; es decir, que al menos uno de los parámetros es diferente de cero. La prueba t de Student (t) señala la significancia individual del valor de los parámetros, se puede percibir que la mayoría de los coeficientes son significativos, debido a que superan la unidad en términos absolutos y sus signos presentaron congruencia con la teoría microeconómica.

El estadístico Durbin-Watson (DW) indicó poca o nula autocorrelación de primer orden en las series de tiempo empleadas, debido a que los coeficientes oscilaron entre 1.08 y 2.13. El valor de Shapiro-Wilk (SW) osciló entre 0.88 y 0.93, lo que implica que los residuos de cada ecuación tienen una distribución normal y el valor de Breusch-Pagan (BP) osciló entre 0.63 y 2.67, lo que indica que no existen problemas de heterocedasticidad entre las series de tiempo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del modelo en su forma estructural del mercado de arroz en México, 1999-2021.

Variables exógenas	Variable endógena QPA _t				
	Coefficiente	Error estándar	valor t	Prob t	
Intercepto	13.0736	4.980122	2.63	0.0276	R ² = 0.67
PMRA _{t-1}	0.137355	0.21788	0.63	0.5441	Fc= 6.79
PMRM _{t-1}	-1.00135	0.263231	-3.8	0.0042	Prob> F= 0.0069
PFER _{t-2}	-0.20632	0.149459	-1.38	0.2008	SW= 0.93
T _{t-1}	1.570355	1.136082	1.38	0.2002	BP= 0.63
DAR _{t-1}	0.246407	0.080867	3.05	0.0139	DW= 2.13
Variables exógenas	Variable endógena QDA _t				
Coefficiente	Error estándar	valor t	Prob t	R ² = 0.33	
Intercepto	8.996313	5.761143	1.56	0.1495	Fc= 2.7
PCAR _{t-2}	-0.09362	0.343736	-0.27	0.7909	Prob> F= 0.0925
PCFR _{t-1}	-0.3715	0.224639	-1.65	0.1292	SW= 0.91
PCHR _{t-1}	-0.48874	0.255243	-1.91	0.0845	BP= 0.73
INGPER _{t-2}	0.981696	0.561158	1.75	0.1108	DW= 1.79
Variables exógenas	Variable endógena PMRA _t				
Coefficiente	Error estándar	valor t	Prob t	R ² = 0	
Intercepto	6.25735	1.131145	5.53	0.0001	Fc= 4.4
PMAR _t	0.240314	0.114623	2.1	0.0562	Prob> F= 0.0562
					SW= 0.91
					BP= 0.95
					DW= 1.08
Variables exógenas	Variable endógena PMAR _t				
Coefficiente	Error estándar	valor t	Prob t	R ² = 0.65	
Intercepto	1.495086	1.595468	0.94	0.3672	Fc= 14.22
PIAR _t	0.065464	0.077925	0.84	0.4173	Prob>F= 0.0007
PMAR _{t-1}	0.784413	0.181673	4.32	0.001	SW= 0.93
					BP= 2.67
					DW= 2
Variables exógenas	Variable endógena PCAR _t				
Coefficiente	Error estándar	valor t	Prob t	R ² = 0.92	
Intercepto	1.773259	0.808558	2.19	0.0487	Fc= 82.68
PMAR _t	0.708987	0.103298	6.86	0.0001	Prob>F= 0.0001
PCAR _{t-1}	0.128691	0.134848	0.95	0.3587	SW= 0.88
					BP= 1.22
					DW= 1.53

Análisis económico

En la oferta se encontró un coeficiente de elasticidad precio inelástico de 0.13, esto quiere decir que, si aumenta el PMRA en 10%, la QPA incrementará en 0.13% y viceversa (Cuadro 1). Los siguientes autores encuentran un coeficiente similar, Anaya *et al.* (2021) obtuvieron una elasticidad precio de la oferta de 0.31 para el mercado de arroz en Colombia. Bautista *et al.* (2019) reportaron un valor de elasticidad de 0.1 para el mercado de maíz en México. Abdulsalam *et al.* (2021) estimaron un valor de elasticidad precio de 0.2 para el mercado de arroz en Nigeria.

En la oferta, una elasticidad precio inelástica, implica que el precio debe aumentar mucho para que la oferta aumente de manera considerable, en nuestro caso, el precio debe aumentar 100% para que la oferta de arroz aumente 9%. Cabe mencionar que el gobierno actual de México, con el programa de precios de garantía quiere fomentar la producción de cultivos básicos como el arroz, maíz y frijol; sin embargo, con la elasticidad encontrada mostró que poco se puede hacer por esta vía; no obstante, por las grandes cantidades de arroz que se importa, bien vale la pena el esfuerzo de aumentar la producción e ir disminuyendo estas importaciones.

La producción tendría un impacto positivo si se ofrecen apoyos complementarios como el programa de fertilizantes, sembrando vida, jóvenes construyendo el futuro, asesoría técnica, apoyos crediticios y de infraestructura de riego, entre otros. El coeficiente de elasticidad que relaciona la oferta de arroz con el PMRM fue de -1. Por lo tanto, si se consideró un aumento de 10% en este precio, la oferta caerá en 10%. Dado este coeficiente de elasticidad cruzada, el maíz es considerado como un bien competitivo al arroz.

El coeficiente de elasticidad del fertilizante fue de -0.2; es decir, si se considera un aumento de 10% en el PFER, la producción de arroz disminuye en 2%. Guzmán *et al.* (2019) encontraron una elasticidad precio del fertilizante que se relaciona con la producción de frijol de -0.34. Bautista *et al.* (2019); Reyes *et al.* (2022) estimaron el coeficiente de elasticidad que relaciona el precio del fertilizante con la producción de maíz de -0.2 y -0.35, respectivamente.

Los resultados tienen sentido, porque el fertilizante es un insumo de la producción, si el precio de este disminuye crecerá la demanda y como consecuencia se espera que la producción de arroz aumente. Al respecto, el gobierno de México, ha implementado el programa de fertilizantes para el bienestar que tiene como objetivo aumentar la producción de los cultivos básicos, entonces, de acuerdo a los resultados, esta medida del gobierno podría funcionar pues al subsidiar el fertilizante a los productores es como si el precio de este insumo disminuyera lo que favorece que el productor tenga la posibilidad de fertilizar más cantidad sembrada de arroz y por ende aumentar la producción, se recomendaría que el apoyo sea más oportuno y de mayor cobertura.

Las condiciones climáticas favorables ayudan al crecimiento de este cultivo, el coeficiente de elasticidad que relaciona oferta de arroz con la T y la DAR fueron de 1.57 y 0.24, respectivamente, si estas variables aumentan en 10%, la oferta aumentará en 15.7 y 2.4%, respectivamente. Reyes *et al.* (2022) encontraron un coeficiente de elasticidad de 3.83 que relaciona la oferta de maíz con la temperatura. Molina *et al.* (2012) encontraron una elasticidad que relaciona la cantidad producida de maíz y sorgo con la disponibilidad de agua para riego de 0.3 y 0.44, respectivamente.

En estas variables no se puede influir al ser estocásticas, aunado a los efectos del cambio climático que posiblemente harán que la temperatura incremente y la precipitación disminuya en México (Montero *et al.*, 2013) esto provocará que la producción del arroz sea variable. Ante los cambios climáticos, lo que sí se puede hacer es planear medidas de adaptación (cambios de fechas de siembra en los cultivos anuales, disponibilidad de variedades resistentes y tolerantes a plagas, enfermedades y sequías, creación de sistemas de seguros agrícolas, tanques o presas de almacenamiento de agua y emplear sistemas de riego eficientes, entre otras) con la finalidad de que la producción agrícola no salga tan perjudicada (Martínez *et al.*, 2017).

En México la producción de arroz en tiempos de pandemia de Covid-19, fue afectada principalmente por la limitada movilización del personal y de transporte (restricciones impuestas para el control de la pandemia), esto provocó una baja disponibilidad de mano de obra (retraso

en la cosecha) e insumos de la producción tales como semilla certificada y maquinaria (Urioste *et al.*, 2020).

Al hacer un recuento, los factores que más afectan la producción de arroz en México son la T, el PMRM y la DAR, mientras que el PMRA causó un menor efecto sobre la producción de arroz. Para la demanda se encontró un coeficiente de elasticidad precio inelástico de -0.09, esto quiere decir que ante un aumento de 10% en el PCAR, la demanda de arroz disminuyó en 0.9% (Cuadro 1). Este resultado coincide con Vázquez y Martínez (2015), los cuales hallaron una elasticidad precio de -0.08. Abdulsalam *et al.* (2021) encontraron una elasticidad precio de -0.32, para el mercado de arroz en Nigeria.

El resultado es congruente, ya que un bien como el arroz, tienen elasticidad precio inelástica, significa que, aunque aumente su precio la demanda cambia muy poco respecto al cambio en el precio. En contraste, Anaya *et al.* (2021), obtienen un coeficiente de -1.83 para el mercado de arroz en Colombia, el cual difiere con el encontrado en este trabajo, esto puede deberse al periodo de estudio (1970 a 2013) y a la metodología empleada (regresión lineal múltiple).

El coeficiente de elasticidad que relaciona la demanda con el PCFR y PCHR fue de -0.37 y -0.48, respectivamente, lo cual indica que ante un aumento de 10% en el precio del frijol y huevo, la demanda de arroz disminuye en 3.7 y 4.8%, respectivamente. Estos resultados revelan que el frijol y el huevo son bienes complementarios al arroz, tal como lo indica Guzmán *et al.* (2019), cuando relaciona el frijol (otro bien básico como el arroz) con el huevo.

La elasticidad ingreso de la demanda de arroz fue de 0.98, un aumento en el INGP del 10%, la demanda de arroz aumenta en 9.8%. El resultado coincide con Rakiya *et al.* (2021) quienes encontraron una elasticidad ingreso de 0.95 y mencionan que este comportamiento es característico de un bien necesario. Cabe hacer mención que en tiempos de pandemia Covid-19, la demanda de arroz en México en 2020, experimentó un abrupto crecimiento originado por el confinamiento de las personas, esto provocó que se redujera la existencia de este cereal, aunado a un irregular abastecimiento de arroz vía importaciones, hizo que el precio aumentará, afortunadamente esta incertidumbre duro poco tiempo, pues se decidió que el sector agropecuario quedara exento de algunas restricciones implementadas para controlar la pandemia como la movilidad de personas y de transporte principalmente (Urioste *et al.*, 2020).

En resumen, los factores que más influyen en la demanda del arroz son el INGP, PCHR y el PCFR. Respecto a los coeficientes de elasticidad de transmisión de precios reales del mercado de arroz, se encontró un valor de 0.24 y 0.7 que relaciona el PMAR con el PMRA y el PCAR, respectivamente, por lo tanto, un aumento de 10% en el PMAR provoca que el PMRA aumente en 2.4% y el PCAR aumentaría 7%.

Asimismo, un aumento en el $PCAR_{t-1}$ provocará un aumento en el $PCAR_t$ de 1.28%. La elasticidad de transmisión del PIAR sobre el PMAR resultó ser de 0.06, un crecimiento de 10% en el PIAR provoca que el PMAR incremente en 0.6%. Del mismo modo, un aumento del $PMAR_{t-1}$ hará que el $PMAR_t$ aumente en 7.8%. Por lo anterior, se puede observar que el PIAR afecta a la oferta y demanda de arroz en México, por medio de la transmisión de precios.

Los autores que estudiaron otros granos básicos como el frijol y el maíz reportaron los siguientes coeficientes de elasticidad, Guzmán *et al.* (2019) indicaron que, en el mercado de frijol, los coeficientes de elasticidad que relacionan el precio al mayoreo con los precios al productor fueron de 0.51 y al consumidor con 0.62. La elasticidad del precio de importación sobre el precio al mayoreo de frijol fue de 0.27. Reyes *et al.* (2022) mencionan que, en el mercado de maíz, el precio al mayoreo entre el precio al productor y consumidor resultó ser de 0.6 y 0.37, respectivamente.

El valor del precio de importación sobre que el precio al mayoreo fue de 0.87. Los resultados varían en valor, pero son inelásticas. La forma reducida del modelo presenta información de las variables meramente exógenas que determinan a las variables endógenas, esto permitió observar cómo el precio importación del arroz afecta a los distintos niveles de precios internos (precio medio rural, al mayoreo y consumidor), de modo similar se puede observar los factores que afectan al saldo de comercio exterior, esta información está contenida en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de la forma reducida del modelo.

Variables exógenas	Variables endógenas					
	QPA _t	QDA _t	PMRA _t	PMAR _t	PCAR _t	SCEA _t
Intercepto	13.0736	8.996313	6.61664	1.495086	2.833255	-4.07729
PMRA _{t-1}	0.137355					-0.13735
PMRM _{t-1}	-1.00135					1.00135
PFER _{t-2}	-0.20632					0.206323
T _{t-1}	1.570355					-1.57035
DAR _{t-1}	0.246407					-0.24641
PCAR _{t-2}		-0.09362				-0.09362
PCFR _{t-1}		-0.3715				-0.3715
PCHR _{t-1}		-0.48874				-0.48874
INGPER _{t-2}		0.981696				0.981696
PIAR _t			0.015732	0.065464	0.046413	
PMAR _{t-1}			0.188506	0.784413	0.556139	
PCAR _{t-1}					0.128691	

Como los efectos de transmisión de precios ya han sido descritos anteriormente, se resaltó únicamente los factores que afectan al saldo de comercio exterior del arroz en México, los que tienen mayor impacto por la magnitud de los coeficientes de las elasticidades son la T, PMRM_{t-1} y INGP_{t-2}, el valor de dichos coeficientes es -1.57, 1 y 0.98, esto significa que, si estas variables incrementan en 10%, SCEA disminuirá en 15.7%, aumentará 10 y 9.8% respectivamente.

La T, favorece al incremento de la producción interna por eso afecta de manera negativa al SCEA, mientras que un aumento del PMRM al ser un bien competitivo con el arroz al aumentar el precio se espera que aumente la oferta de maíz y baje la oferta de arroz, estos efectos provoca que el saldo de comercio sea positivo, pues las importaciones crecerían, lo mismo ocurre con el INGP, ante un mayor ingreso de los consumidores la demanda aumentará y las importaciones también, pues la oferta interna no es capaz abastecer ese incremento en la demanda.

Conclusiones

Los principales factores que determinan la oferta de arroz fueron la temperatura, el precio medio rural real del maíz y la disponibilidad de agua para riego, asimismo la oferta reaccionó de manera inelástica a su precio. El modelo indica que los factores que determinan la demanda de arroz en México fueron el ingreso per cápita clasificando al arroz como un bien normal, precio al consumidor de huevo y el precio de frijol, la demanda resultó ser inelástica a su precio.

Las ecuaciones de transmisión de precios muestran que el precio al mayoreo afecta tanto al precio medio rural como al precio al consumidor, de acuerdo con la magnitud de los coeficientes de elasticidades, el precio al consumidor es afectado en mayor medida. La hipótesis planteada se cumplió, pues un descenso del precio del fertilizante origina que la oferta interna crezca. Finalmente, esta investigación da pie para una futura investigación sobre los costos de transporte del arroz en México.

Bibliografía

- 1 Anaya, N. A. R.; Doria, S. C. F. y Domínguez, C. D. 2021. Equilibrio del mercado de arroz en Colombia en el periodo 1970-2013. Colombia. Revista Pensamiento Gerencial. 9(1):11-21. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/rpg/article/view/861>.

- 2 Atucha, A. J. y Gualdoni, P. 2018. El funcionamiento de los mercados. Material de cátedra de introducción a la unidad dos: funcionamiento de los mercados. Argentina. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. 1-34 pp. <http://nulan.mdp.edu.ar/2879/1/atucha-et-al-2018.pdf>.
- 3 BANXICO. 2023. Banco de México. Portal del mercado cambiario. <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp>.
- 4 Barkley, A. and Barkley, P. W. 2013. Principles of agricultural economics. Routledge. 1th Ed. New York, USA. 210-235.
- 5 Bautista, M, F.; Reyes, S. E. y García, S. J. A. 2019. ¿Cómo afectan proagro y el tlcan el mercado de maíz en una región de autoconsumo?: El caso de la huasteca hidalguesa. México. Acta Universitaria. 29(29):1-15. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2453>.
- 6 Calderón, C. M.; García, M. R.; López, D. S.; Mora, F. J. S. y García, S. J. A. 2004. Efecto del precio internacional sobre el mercado de la papa en México, 1990-2000. México. Revista Fitotecnia Mexicana. 4(27):377-384. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-4/10a.pdf>.
- 7 CONAGUA. 2023. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-agricolas-de-los-distritos-de-riego>.
- 8 FAOSTAT. 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL>.
- 9 Greene, W. H. 2012. Econometric analysis. International Edition. Pearson Education Limited. 7th Ed. England. 308-316 pp.
- 10 Gujarati, D. N. y Porter, D. C. 2010. Econometría. McGraw-Hill/Interamericana Editores, SA de CV. 5^a Ed. México. 412-466 pp.
- 11 Guzmán, S. E.; Garza, M. T.; García, J. A.; Rebollar, R. S. y Hernández, M. J. 2019. Análisis económico del mercado de frijol grano en México. Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. 30(1):131-146. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33760>.
- 12 Ibarra, L. S. 2016. Review: transición alimentaria en México. Ecuador. Razón y Palabra. 20(94):162-179. <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199547464012.pdf>
- 13 INEGI. 2023. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/>.
- 14 Ireta, P. A. R.; Altamirano, C. J. R.; Ayala, G. A. V.; Covarrubias, G. I. y Muñoz, R. M. 2016. Factores que explican la permanencia de la producción de arroz en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 15(esp):2981-2993. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i15.420>.
- 15 Jaramillo, V. J. L., y Benítez, G. E. 2016. Transmisión de precios en el mercado mexicano e internacional de café (*Coffea arabica* L.): un análisis de cointegración. México. Agrociencia. 7(50):931-944. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n7/1405-3195-agro-50-07-931.pdf>.
- 16 Martínez, R. M. R.; Viguera, B.; Donatti, C. I.; Harvey, C. A. y Alpízar, F. 2017. Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE). Costa Rica. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 1-40 pp. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9481>.
- 17 Molina, G. J. N.; García, S. J. A.; Chalita, T. L. E. y Pérez, S. F. 2012. Efecto de procampo sobre la producción y las importaciones de granos forrajeros en México. México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5(3):999-1010. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i5.1409>.
- 18 Montero, M. M. J.; Ojeda, B. W.; Santana, S. J. S.; Prieto, G. R. y Lobato, S. R. 2013. Sistema de consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para México. México. Tecnología y Ciencias del Agua. 2(4):113-128. <https://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/356>
- 19 Orozco, C. M. 2023. ¿Quién es quién en los precios? Profeco. <https://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/default.aspx>.

- 20 Pureco, O. J. A. y García C. A. D. 2017. Del Estado al mercado. La tendencia general de la producción del arroz en México, 1930-2010. México. Letras Históricas. 17:157-183. <https://doi.org/10.31836/lh.17.5534>.
- 21 Abdulsalam, R. Y.; Shamsudin, M. N.; Mohamed, Z.; Latif, I. A; Wong, K. K. S. and Buda, M. 2021. An econometric model for Nigeria's rice market. Malaysia. Pertanika Journal of Social Science and Humanities. 29(2):1171-1191. <https://doi.org/10.47836/pjssh.29.2.23>.
- 22 Reyes, S. E.; Bautista, M. F. y García, J. A. 2022. Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. México. Acta Universitaria. 32(32):1-16. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3265>.
- 23 SAGARPA. 2017. secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Arroz mexicano. México. 1-14 pp. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256423/B-sico-Arroz.pdf>.
- 24 SAS. 2013. Statistical Analysis System Institute. SAS/ETS user's guide (versión 9.2) [Software de computación]. SAS.
- 25 SIACON. 2023. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Modulo agrícola estatal del SIACON-NG. México: SIAP-AGRICULTURA. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>.
- 26 SMN. 2023. Servicio Meteorológico Nacional. Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>.
- 27 SNIIM. 2023. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Anuarios estadísticos de mercados nacionales. Secretaría de Economía. <http://www.economiasniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIMEstadisticas/anuariofx.asp>.
- 28 Steffen, R. M. C. 2017. Organización y sobrevivencia de los campesinos arroceros de Morelos. México. Textual. 70:27-50. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2017.70.003>.
- 29 Urioste, D. S. A.; Graterol, M. E.; Álvarez, M. F.; Tohme, J. M.; Escobar, M. X. y González, C. 2020. Efecto de la pandemia del COVID-19 en el sector arrocero de América Latina y El Caribe: Un diagnóstico participativo. Alianza de Bioersity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR); HarvestPlus. Cali, Colombia. 1-28 pp. <https://hdl.handle.net/10568/108967>.
- 30 Vázquez, A. J. M. P. y Martínez, D. M. Á. 2015. Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6(5):955-965. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i5.590>.





El mercado de arroz en México: ¿qué factores lo determinan?

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 June 2024
Date accepted: 01 August 2024
Publication date: 17 December 2024
Publication date: Nov-Dec 2024
Volume: 15
Issue: 8
Electronic Location Identifier: e3566
DOI: 10.29312/remexca.v15i8.3566

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

demanda
ecuaciones simultáneas
elasticidad
oferta

Counts

Figures: 1

Tables: 2

Equations: 7

References: 30

Pages: 0