

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN TEMPORAL EN MÉXICO: 1980-2022

ANALYSIS OF RICE PRODUCTION IN MEXICO IN RAINFED: 1980-2022

Antonio Bribiesca Ruiz

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
20031174@itcelaya.edu.mx

Eugenio Guzmán Soria

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx

José Porfirio González Farías

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx

Teresa Salustia Cano Ibarra

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
teresa.cano@itcelaya.edu.mx

Laura Georgina Vázquez Lara De la Cruz

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
laura.vazquez@itcelaya.edu.mx

María del Consuelo Gallardo Aguilar

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
consuelo.gallardo@itcelaya.edu.mx

Recepción: 1/noviembre/2024

Aceptación: 6/junio/2025

Resumen

En México de 2016 a 2022, tanto la superficie sembrada como la producción de arroz han registrado tasas de crecimiento decrecientes, lo que ocasionó el incremento de las importaciones del cereal, con el fin de atender el exceso de demanda. Este trabajo tuvo como objetivo medir y evaluar el cambio en los factores que determinan la producción de arroz en temporal en México. Para ello se formuló un modelo dinámico de la producción de arroz obtenida en temporal, usando datos anuales de 1980 a 2022 y el método de mínimos cuadros ordinarios (MCO). Los resultados indican, que la elasticidad precio-propia de la oferta de arroz obtenida en

temporal fue de 0.8085, los cambios en los bienes competitivos que más le impactan, son los registrados en el precio del maíz (-1.1146) y del trigo (-0.8263). La inelasticidad encontrada apoya la necesidad de que el estado elabore un plan integral de subvención hacia los productores de arroz en temporal, ya que paradójicamente cuando los productores producen más obtienen una menor ganancia.

Palabras clave: Arroz, elasticidad, precio, producción, temporal.

Abstract

In Mexico, from 2016 to 2022, both the planted area and rice production have registered decreasing growth rates, which caused an increase in imports of the cereal, in order to meet the excess demand. This work aimed to measure and evaluate the change in the factors that determine the production of rainfed rice in Mexico. To do this, a dynamic model of the production of rice obtained in rainfed conditions was formulated, using annual data from 1980 to 2022 and the ordinary least squares method (OLS). The results indicate that the own-price elasticity of the supply of rice obtained in rainfed conditions was 0.8085, the changes in the competitive goods that impact it the most are those registered in the price of corn (-1.1146) and wheat (-0.8263). The inelasticity found supports the need for the state to develop a comprehensive subsidy plan for rainfed rice producers, since paradoxically when producers produce more they obtain less profit.

Keywords: Rice, elasticity, price, production, rainfed.

1. Introducción

La producción mundial de arroz de 2016 a 2022 registró una tasa media anual de crecimiento (*TMAC*) de 0.8%, lo que significó un aumento de 36.1 millones de toneladas (*Mt*) en el periodo. China, históricamente es el principal productor de arroz en el mundo. En 2022 la producción de arroz superó las 776.4 *Mt*, China e India fueron los principales productores con 26.85 y 25.27% de participación; después Bangladesh (7.37%), Indonesia (7.05%), Viet Nam (5.5%), Tailandia (4.42%), Myanmar (3.18%), Filipinas (2.54%), Camboya (1.5%), Pakistán (1.41%),

Brasil (1.39%) y Japón (1.33%); México solo participó con un 0.03%. De estos países, India registró la TMAC: 2016-2022 más alta con 2.98% seguida de Camboya (2.62%) y Bangladesh (2.11%), mientras que la más baja con -0.92% fue la de Myanmar [FAO, 2024].

Las exportaciones de arroz, en 2022, de los cinco países principales alcanzaron las 2.78 Mt, lo que representó solo un 0.36% de la producción mundial. Estados Unidos participó con un 31.55%, seguido por Brasil (30.8%), India (15.1%), Uruguay (9.38%) y Paraguay (4.29%).

Mientras que las importaciones de los cinco países principales en 2022 ascendieron a 1.99 Mt (0.26% de la producción mundial). Viet Nam registro la mayor cantidad importada de este cereal con 18.9%, después Nepal (14.77%), México (13.53%), Venezuela (9.62%) y Costa Rica (5.73%). De 2016 a 2022 la TMAC más alta fue la de Viet Nam con 72.32%, seguido por Nepal con 25.82% y Costa Rica 9.53% [FAO, 2024].

A nivel nacional, en 2022 la superficie sembrada de arroz fue de 37,994 ha; de éstas, 21.49% se sembró en temporal y el resto se sembró bajo riego. La mayor superficie de temporal se registró en Campeche con 30.74%, seguido de Veracruz (23.41%), Colima (22.4%), Nayarit (15.52%) y Tabasco (3.64%), con lo que alcanzaron en conjunto 7,815 ha [SIAP, 2024].

En 2022, la producción de arroz en México fue de 246,317 t, de las cuales un 15.17% provino de las zonas de temporal y el resto fue producido bajo riego. Los principales estados productores de arroz de temporal fueron Campeche con 32.75%, Colima con 26.27%, Veracruz con 21.92%, Nayarit con 14.54% y Tabasco con 2.9%, los que en suma produjeron 36,768 t.

En relación con el rendimiento por hectárea del arroz en 2022 el promedio nacional del producido bajo riego registró 7.03 t/ha y en temporal 4.58 t/ha; cabe señalar que en cada régimen hídrico existen diferencias significativas en los rendimientos entre los estados productores, el rango en temporal fue de 3.71 t/ha. El estado que registró el mayor rendimiento fue Colima con 5.37 t/ha, seguido de Campeche (4.88 t/ha), Nayarit (4.29 t/ha), Veracruz (4.29 t/ha) y Tabasco (3.65 t/ha); Chiapas registro el menor rendimiento con 1.66 t/ha). Con respecto al precio para el mismo

año, en este régimen hídrico, el precio promedio nacional fue 6,128 \$/ton; Campeche registro el mayor precio con 7,099 \$/t, seguido de Guerrero (6,560 \$/t), Colima (6,556 \$/t), Nayarit (5,531 \$/t) y Tabasco (5,248 \$/t) [SIAP, 2024].

En México tanto la superficie sembrada como la producción de arroz registraron desde 2016 hasta 2022 TMAC decrecientes de 1.44 y 0.51%, lo que hizo incrementar las importaciones mexicanas de arroz con el fin de atender el exceso de demanda generado por este alimento básico. En 2022 la producción nacional del sector agrícola en México alcanzó 884,876 millones de pesos y el arroz representó 0.17%. Lo anterior resalta, por un lado, la importancia económica marginal del cereal y la dependencia de México hacia las importaciones de arroz.

El objetivo de este trabajo fue determinar y analizar los factores que afectan la producción de arroz en temporal, lo que crea escenarios de política económica que coadyuven a una mejor toma de decisión por parte de los productores de arroz mexicano.

La hipótesis de investigación fue que la oferta de arroz en temporal es determinada positivamente por su precio al productor y la precipitación pluvial; negativamente por los precios de productos competitivos, el precio de los insumos y la temperatura. Este trabajo se compone de cinco apartados principales: en primer lugar, se desarrolla una introducción sobre los tópicos centrales de esta investigación; después se describe los métodos utilizados; en tercer lugar, se presentan y describen los resultados obtenidos; seguido de la discusión de estos y, por último, en quinto lugar, se reportan las conclusiones derivadas de la investigación.

2. Métodos

Los modelos econométricos dinámicos de Nerlove son modelos autorregresivos y/o de rezagos distribuidos. Un *modelo de rezagos distribuidos* se denomina así al análisis de regresión que contiene información de series de tiempos, cuando el modelo de regresión incluye no solamente los valores actuales sino además incluye los valores rezagados (pasados) de las variables explicativas (las X 's); como se presenta en la Ecuación 1 [Gujarati y Porter, 2010].

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

Un *modelo autorregresivo*, es aquel en el que se incluye uno o más valores rezagados de la variable dependiente entre sus variables explicativas, Ecuación 2.

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Ambos son también conocidos como modelos dinámicos, ya que señalan la trayectoria en el tiempo de la variable dependiente en relación con sus valores pasados (son comúnmente utilizados en el análisis econométrico).

En economía, la dependencia de una variable Y (variable dependiente) respecto de otra u otras variables X (variables explicativas) difícilmente es instantánea, y requiere de cierto tiempo para ver el efecto de una sobre otra; Y responde a X en un lapso, el cual se denomina rezago. Representa el efecto de un cambio unitario en X sobre Y en el tiempo t y sobre los periodos subsiguientes; como se presenta en la Ecuación 3 [Gujarati y Porter, 2010].

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k} + u_t \quad (3)$$

La función anterior es un modelo de rezagos distribuidos con un rezago finito de K periodos. El coeficiente β_0 representa un multiplicador de corto plazo o de impacto debido a que da el cambio en el valor medio de Y provocado por un cambio unitario en X durante el mismo periodo. Si el cambio en X se mantiene igual desde el principio, entonces $(\beta_0 + \beta_1)$ da el cambio en el valor medio de Y en el periodo siguiente, $(\beta_0 + \beta_1 + \beta_2)$ en el que le sigue, y así sucesivamente. Se conoce como multiplicador de rezagos distribuidos de largo plazo o total [Gujarati y Porter, 2010].

El modelo

La relación entre los determinantes de la oferta de arroz en temporal en México, fue establecida mediante las elasticidades económicas, calculadas a partir de los resultados de un modelo dinámico de Nerlove, que en su forma estructural fue formulado en la Ecuación 4.

$$QPATE_t = \alpha_{21} + \alpha_{22} PMRATER3L_{t-3} + \alpha_{23} PMRFTER3L_{t-3} + \alpha_{24} PMRMTER_t + \alpha_{25} PMRTTER_t + \alpha_{26} PMRLTER2L_{t-2} + \alpha_{27} PMRGTER_t + \alpha_{28} PFERTR2L_{t-2} + \alpha_{29} PPLAGRL_{t-1} + \alpha_{110} PMORL_{t-1} + \alpha_{211} PP_t + \alpha_{212} TEMP_t + \alpha_{213} QPATEL_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

Donde:

$QPATE_t$: Cantidad producida de arroz en temporal en México (t).

$PMRATER3L_{t-3}$: Precio medio rural real del arroz producido en temporal con tres años de retraso ($\$/t$).

$PMRFTER3L_{t-3}$: precio medio rural real del frijol producido en temporal con tres años de retraso ($\$/t$).

$PMRMTER_t$: precio medio rural real del maíz producido en temporal ($\$/t$).

$PMRTTER_t$: precio medio rural real del trigo producido en temporal ($\$/t$).

$PMRLTER2L_{t-2}$: precio medio rural real de la lenteja producida en temporal con dos años de retraso ($\$/t$).

$PMRGTER_t$: precio medio rural real del garbanzo producido bajo temporal ($\$/t$).

PP_t : precipitación promedio anual (mm).

$TEMP_t$: temperatura promedio anual ($^{\circ}C$).

$QPATEL_{t-1}$: cantidad producida de arroz en temporal en México con un año de retraso (t).

El modelo se basó en evidencia de trabajos de investigación empírica que han analizado econométricamente la producción de este cereal, así como de otros productos agropecuarios: Benítez-Ramírez, García-Mata, Mora-Flores y García-Salazar [2010], Brescia y Lema [2007], Calderón Chávez, García Mata, López Díaz, Mora Flores y García Salazar [2004], Chembezi y Womack [1987], Coeymans y Mundlak [1993], Cutts y Hassan [2003], Foster y Mwanaumo [1995], García Mata, Del Villar Villalón, García Salazar, Mora Flores y García Sánchez [2004], Guzmán-Soria et al. [2012], Imai, Gaiha y Thapa [2011], McKay, Morrissey y Vaillant [1999], Mose, Burger y Kuyvenhoven [2007], Mundlak, Cavallo y Domenech [1989], Ramírez Gómez, Martínez Covalada, Ortiz, González, y Barrios [2004], Rao [1989], Shepherd [2006] y Guzmán-Soria et al. [2019].

Para cada una de las variables se conformó una serie de tiempo con información anual desde 1980 hasta 2022 y dado que en el mercado la respuesta de la oferta o de la demanda a los cambios de sus factores determinantes rara vez es instantánea (más evidente en el caso de la oferta de productos agropecuarios, los cuales por el proceso biológico requieren de algún tiempo para su producción), ya que con

frecuencia responden después de cierto tiempo, lapso que recibe el nombre de rezago o retraso [Gujarati & Porter, 2010, pp. 617-622] 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 [Guzmán-Soria et al., 2012].

Datos

La cantidad producida y los precios medios rurales se obtuvieron de SIAP [2024], los precios del fertilizante y plaguicida en el Consejo Nacional Agropecuario [1995] y la FAO [2024], la temperatura y precipitación promedio anual del Servicio Meteorológico Nacional [2024]. Las series monetarias fueron calculadas en términos reales usando el Índice de Precios al Productor del Sector Agrícola obtenido del Banco de Información Económica del INEGI [2024] con año base 2019.

La estimación

Los coeficientes del modelo fueron estimados con el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) [Gujarati & Porter, 2010, pp. 55-60; Wooldridge, 2009, pp. 68-74] con el paquete estadístico Minitab versión 19 de Minitab, LLC. [2021]. La congruencia estadística se determinó por medio de la significancia global de la ecuación a través de la prueba F , su nivel de auto correlación vía el estadístico Durbin Watson (DW), la significancia individual de cada coeficiente a través de la t de Student y la normalidad de las variables con la prueba Shapiro-Wilk (SW) [Guzmán-Soria et al., 2012]. La teoría microeconómica de la oferta [Parkin & Loría, 2015; Samuelson & Nordhaus, 2010] fue usada para validar el signo de los coeficientes de cada variable independiente.

3. Resultados

La ecuación de regresión mostró altos coeficientes de determinación ajustada ($R^2 Ajust$) de 94.71% y pred ($R^2 pred$) de 91.15%, la prueba F de la ecuación resultó significativa a 0.01, el valor del estadístico DW indica un bajo nivel de autocorrelación entre las series de tiempo (1.9956) y el valor de SW por variable fue de 0.91 a 0.97, lo que implica que su distribución se acerca a la normal (Tabla 1).

Los valores *t de Student* indican que los coeficientes de las variables exógenas del modelo son significativos estadísticamente y sus signos presentaron congruencia con la teoría microeconómica de la oferta.

Tabla 1 Resultados del modelo.

$QPATE = -733535.7 + 8.4529 PMRATER3L - 1.676 PMRFTER3L - 27.353 PMRMTER$				
<i>t</i>	(2.09*)	(1.94*)	(-1.18*)	(-2.73***)
Error sd.	350721	4.3562	1.4262	10.0308
SW		0.95	0.91	0.93
$-23.7741 PMRTTER - 2.0876 PMRLTER2L - 4.6306 PMRGTER - 10.0102 PFERTR2L$				
<i>t</i>	(-2.32**)	(-1.46*)	(-2.38**)	(1.17*)
Error sd.	10.2282	1.4296	1.9476	8.547
SW	0.93	0.92	0.94	0.96
$-2.6716 PPLAGR - 259.671 PMORL + 150.456 PP - 25349.5 TEMP + 0.7273 QPATEL$				
<i>t</i>	(-2.22**)	(-1.24*)	(2.27**)	(-1.69*)
Error sd.	1.2042	209.3524	66.2723	14979.08
SW	0.96	0.97	0.93	0.95
$R^2 = 98.41\%$	$R^2 Ajust = 94.71\%$	$Pr > F = 0.0001$	$DW = 1.9956$	$BP = 1.88$
Nota: BP= Breush-Pagan, prueba de heterocedasticidad entre las series de tiempo; valores <i>t</i> al 0.1 (*); 0.05 (**); 0.01 (***) de significancia estadística.				

Fuente: Elaboración propia.

Elasticidades de corto plazo

La producción de arroz en temporal en México responde inelásticamente (0.8085) e implica que la producción se ajusta en forma menos que proporcional a los cambios suscitados en el precio al productor. La *TMAC* desde 2016 hasta 2022, registrada en el precio real al productor de arroz obtenido en temporal (*PMRATER*), fue de 8.60%, si ésta se mantiene ocasionaría un aumento en la cantidad producida de arroz en temporal (*QPATE*) de 3.33%. Con respecto a los bienes competitivos que más afectan a *QPATE* sobresalen el precio del maíz (*PMRMTER*), del trigo (*PMRTTER*) y del garbanzo (*PMRGTER*) con elasticidades de -1.1146 , -0.8263 y -0.3797 . Por otro lado, un incremento unitario en el precio real de los insumos comerciables, como el plaguicida (*PPLAGR*) y la mano de obra (*PMORL*) impactan negativamente en *QPATE* a razón de 0.7928 y 0.2818 (Tabla 2). Desde 2016 hasta 2022 el *PMRMTER*, el *PMRTTER* y el *PMRGTER* registraron *TCMA*'s de 9.57, 6.83 y 6.28%, lo que ocasionaría cambios en *QPATE* de -10.67 , -5.64 y -2.38% . Por otra parte, las *TCMA*'s de 2016 a 2022 de *PFERTR*, *PPLAGR*, *PMOR*, *TEMP* y *PP* fueron de 6.51, 6.51, 15.44, -0.08 y -0.02% ; si estas tendencias persisten ocasionarían

efectos sobre *QPATE* a razón de -2.25 , -5.16 , -4.35 , 0.31 y -0.02% . Sobre estas dos últimas variables no es posible influir al ser estocásticas.

Tabla 2 Elasticidades de la producción de arroz en temporal en el corto plazo 1980-2022.

Variable endógena	Variable exógena					
<i>QPATE</i>	<i>PMRAPTER3L</i>	<i>PMRFTER3L</i>	<i>PMRMTER</i>	<i>PMRTTER</i>	<i>PMRLTER2L</i>	<i>PMRGTER</i>
	0.8085	-0.3702	-1.1146	-0.8263	-0.2325	-0.3797
	<i>PFERTR1L</i>	<i>PPLAGR1L</i>	<i>PMOR1L</i>	<i>PP</i>	<i>TEMP</i>	<i>QPATE1L</i>
	-0.3455	-0.7928	-0.2818	0.9629	-3.8673	0.7247

Fuente: Elaboración propia.

Elasticidades de largo plazo

QPATE responderá en el largo plazo de forma elástica (2.8172) ante cambios en su propio precio real al productor de arroz en temporal (*PMRATER*), lo que implica que un incremento de 1% en *PMRATER* reducirá la producción de arroz respectiva a razón de 2.82% (Tabla 3).

Tabla 3. México: Elasticidades de la producción de arroz en temporal en el largo plazo.

Variable endógena	Variables exógenas					
<i>QPATE</i>	<i>PMRAPTER3L</i>	<i>PMRFTEF</i>	<i>PMRMTER</i>	<i>PMRTTER</i>	<i>PMRLTER2</i>	<i>PMRGTEF</i>
	2.8172	-1.2898	-3.8837	-2.8791	-0.8100	-1.3229
	<i>PFERTR1L</i>	<i>PPLAGR1</i>	<i>PMOR1L</i>	<i>PP</i>	<i>TEMP</i>	
	-1.2039	-2.7622	-0.9818	3.3551	-13.4750	

Fuente: Elaboración propia.

A la producción de arroz en temporal en el país, los aumentos de 1% en el precio de los insumos le impactarán inversamente a razón de 1.2039 y 2.7622% en relación con el precio del fertilizante (*PFERTR*) y el precio del plaguicida (*PPLAGR*), respectivamente. La temperatura (*TEMP*) y la precipitación media en México (*PP*) impactan inversa y directamente la producción de arroz obtenida en temporal (*QPATE*) a razón de 13.48 y 3.36% por cada 1% de aumento en las variables explicativas estocásticas citadas.

4. Discusión

Elasticidades de corto plazo

Las calculadas en este trabajo resultaron congruentes con las elasticidades agregadas de productos agrícolas (incluido el arroz) de corto plazo de 1958 a 1982

obtenidas por Rao [1989, p. 5] para países desarrollados y en desarrollo como China, India, Bangladesh, Tailandia, Malasia, Turquía, Sudan, Filipinas, Japón y Estados Unidos, que fueron del orden de 0 a 0.8, aunque 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. La elasticidad precio propia calculada resultó inelástica (0.8085) y superior a la correspondiente para frijol (0.3730) calculada por Guzmán et al. [2019]. En comparación al cultivo del maíz, la elasticidad precio propia de la oferta de arroz en temporal se acerca a la correspondiente reportada por Foster y Mwanaumo [1995, p. 99] para Zambia, de 0.54.

La elasticidad precio propia aquí calculada resultó superior a la elasticidad agregada de cultivos alimenticios, incluido el arroz, que McKay et al. [1999, p. 2] encontró para Tanzania de 0.35 y también al mismo tipo de elasticidad agregada calculada por Mundlak et al. [1989, p. 65] para Argentina en el periodo comprendido desde 1913 hasta 1984 que fue de 0.43. Para Chile, la elasticidad agregada de cultivos alimenticios desde 1962 a 1982 fue de 0.67 según Coeymans y Mundlak [1993, p. 30], esta es cercana a la elasticidad precio propia aquí calculada. Ramírez Gómez et al. [2004, p. 11] encontraron una elasticidad precio de la producción para el arroz en Colombia de 0.28, mediante un modelo logarítmico e información anual desde 1970 hasta 2002.

En comparación al cultivo del maíz, la elasticidad precio propia de la oferta de arroz en temporal aquí calculada es superior a las correspondientes reportada por Cutts y Hassan [2003, p. 11] Zimbabue (0.3605), Malawi (0.0924), Mozambique (0.0439), Tanzania (0.0631), Sudáfrica (0.0938) y Zambia (0.0708).

De las elasticidades precio propias de la producción de trigo, maíz y frijol de soya calculadas por Brescia y Lema [2007, p. 23] para algunos países del MERCOSUR (Mercado Común de América del Sur), la calculada en trigo para Argentina (0.429) es la más cercana a la encontrada en este trabajo y la calculada en maíz para Bolivia (0.62). Imai et al. [2011, p. 73] encontró para 10 países asiáticos elasticidades precio propias de la oferta para *commodities* agrícolas del orden de 0.015 a 0.309, el límite superior de este rango resultó un tanto inferior al calculado en este trabajo.

Elasticidades de largo plazo

Rao [1989, p. 1] calculó elasticidades precio propias agregadas (incluido el arroz) e individuales de productos agrícolas reportadas para el periodo de 1958 a 1982 en países desarrollados y en desarrollo, China, India, Bangladesh, Tailandia, Chile, Malasia, Turquía, Sudán, Argentina, Filipinas, Japón y EE. UU., del orden de 0.3 a 1.2. La elasticidad precio propia de la oferta de arroz en temporal calculada está fuera del rango (2.8172). McKay et al. [1999, p. 2] encontró una elasticidad precio propia agregada de cultivos alimenticios (incluido el arroz) para Tanzania de casi la unidad, lo que difiere a la calculada en este trabajo; Mundlak et al. [1989, p. 96] señalan que este mismo tipo de elasticidad para Argentina durante el periodo 1913-1984 fue de 0.99. Ramírez Gómez et al. [2004, p. 11] calcularon la elasticidad precio de la producción para el arroz en Colombia de 0.93 para el periodo de 1970 a 2002, mediante un modelo logarítmico. En comparación al cultivo del maíz, la elasticidad precio propia de la oferta de arroz en temporal de largo plazo se acerca a la correspondiente reportada por Foster y Mwanaumo [1995, p. 99] para Zambia, de 1.57 y superior, significativamente.

Las elasticidades precio propias calculadas en este trabajo son superiores, significativamente, a la reportada por Cutts y Hassan [2003, p. 11] para Zimbabue (0.4484), Malawi (0.1331), Mozambique (0.0667), Tanzania (0.1339), Sudáfrica (0.1519) y Zambia (0.1694).

5. Conclusiones

Las inelasticidades encontradas con los resultados del modelo apoyan la necesidad de que el estado elabore un plan integral de subvención hacia los productores de arroz en temporal), ya que paradójicamente cuando los productores producen más obtienen una menor ganancia.

La oferta de arroz en temporal en México responde inelásticamente en el corto plazo a cambios en su precio al productor (0.8085) y elásticamente en el largo plazo (2.8172). Los cambios en los precios al productor de elementos competitivos que inciden sobre la oferta total de arroz en temporal son en mayor medida los registrados en el maíz (-1.1146) y el trigo (-0.8263).

La hipótesis de investigación no fue rechazada, ya que los resultados del modelo confirmaron que la oferta de arroz obtenida en temporal en México responde de forma positiva a los cambios registrados en su precio a nivel productor y la precipitación promedio anual registrada en el país y de forma negativa a cambios registrados en los precios al productor de bienes competitivos (como el frijol, maíz, trigo, lenteja y el garbanzo); de insumos (como el precio del plaguicida, el fertilizante y la mano de obra) y la temperatura.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). Precios e inflación. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>.
- [2] Benítez R., J. G., García M., R., Mora F., J. S., & García S., J. A. (2010). Determinación de los factores que afectan el mercado de carne bovina en México. *Revista Agrociencia*, 44(1), 109-119. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n1/v44n1a11.pdf>.
- [3] Brescia, V., & Lema, R. D. (2007). Supply elasticities for selected commodities in Mercosur and Bolivia. EC Project EUMercoPol (2005-08). <http://inta.gov.ar/documentos/supply-elasticities-for-selected-commodities-in-mercosur-and-bolivia/>.
- [4] Chembezi, D. M., & Womack, A. W. (1987). An analysis of supply response among cotton growers in Malawi. *Agricultural Systems* 23(2), 79-94. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90087-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90087-4).
- [5] Coeymans, J. E., & Mundlak, Y. (1993). Sectoral Growth in Chile: 1962–82. International Food Policy Research Institute, Research Report 95. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr95.pdf>.
- [6] Consejo Nacional Agropecuario. (1995). Compendio estadístico del Sector Agroalimentario: Precio promedio LAB (estación de ferrocarril) de los fertilizantes y producción nacional. México: Consejo Nacional Agropecuario.
- [7] Cutts, M., & Hassan, R. (2003, Octubre). An econometric model of the SADC maize sector. Documento presentado en la 41ª Conferencia Anual de la

- Asociación Económica Agrícola de Sudáfrica (AEASA), Pretoria, Sudáfrica.
<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19075/1/cp03cu01.pdf>.
- [8] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2024). FAOSTAT-Producción, comercio y precios. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>.
- [9] Foster, K. A., Mwanaumo, A. (1995). Estimation of dynamic maize supply response in Zambia. *Journal of Agricultural Economics*, 12(1), 99-107. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/173569/2/agec1995v012i001a010.pdf>
- [10] García Mata, R., Del Villar Villalón, M. F., García Salazar, J. A., Mora Flores, J. S., & García Sánchez, R. C. (2004). Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. *Interciencia* 29(8), 414-420. http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000800005.
- [11] Gujarati, D. N., Porter, D. C. (2010). *Econometría (5a)*. México: McGraw- Hill.
- [12] Guzmán-Soria, E., De la Garza-Carranza, M. T., García-Salazar, J. A., Hernández-Martínez, J., & Rebollar-Rebollar, S. (2012). Determinantes de la oferta de maíz grano en México. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 269-279. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v23n02_0269.pdf.
- [13] Guzmán-Soria, E., De la Garza-Carranza, M. T., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S., & Hernández-Martínez, J. (2019). Determinantes de la oferta de frijol por tipo de tecnología en México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 27(76), 49-59. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2019761791>.
- [14] Imai, K. S., Gaiha, R., & Thapa, G. (2011). Supply response to changes in agricultural commodity prices in Asian countries. *Journal of Asian Economics*, 22(1), 61-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asieco.2010.08.002>.
- [15] McKay, A., Morrissey, O., & Vaillant, C. (1999). Aggregate supply response in Tanzanian agriculture. *The Journal of International Trade & Economic Development* 8(1), 107-123. <https://www.nottingham.ac.uk/credit/documents/papers/98-04.pdf>.

- [16] Mose, L. O., Burger, K., & Kuvyenhoven, A. (2007). Aggregate supply response to price incentives: The case of smallholder maize production in Kenya. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1271-1275. <http://www.acss.ws/Upload/XML/Research/309.pdf>.
- [17] Mundlak, Y., Cavallo, D. F., & Domenech, R. A. (1989). *Agriculture and Economic Growth in Argentina: 1913-84 (Research Report 76)*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute. <https://ageconsearch.umn.edu/record/42166/files/rr76.pdf>.
- [18] Parkin, M., & Loría, E. (2015). *Microeconomía. Versión para Latinoamérica (11a. ed.)*. México: Pearson Educación.
- [19] Ramírez Gómez, M., Martínez Covalada, H. J., Ortiz, L. X., González, F. A., & Barrios, C. A. (2004). *Respuestas de la oferta y la demanda agrícola en el marco de un TLC con Estados Unidos (Documento de trabajo No. 49 Observatorio Agrocadenas Colombia)*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. <http://repiica.iica.int/docs/B0430e/B0430e.pdf>.
- [20] Rao, J. M. (1989). Agricultural supply response: A survey. *Agricultural Economics*, 3(1), 1-22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0169515089900364>.
- [21] Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2010). *Microeconomía con aplicaciones a Latinoamérica (19a. ed.)*. México: McGraw-Hill.
- [22] Servicio Meteorológico Nacional. (2024). *Temperatura y Precipitación media anual por estado y nacional*. <http://smn.cna.gob.mx/>
- [23] Shepherd, B. (2006). *Estimating price elasticities of supply for cotton: A structural time-series approach (FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper No. 21)*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/a-ah470e.pdf>
- [24] SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca). (2024). *Sistema de Información del Sector Agrícola: 1980-2022*. <https://www.gob.mx/sagarpa>
- [25] Wooldridge, J. M. (2009). *Introducción a la econometría: Un enfoque moderno (4a. ed.)*. México: CENGAGE Learning.