

## Elasticidad precio de la oferta de naranja en México de 1991 a 2019

### Price elasticity of the orange supply in Mexico from 1991 to 2019

Samuel Rivera López<sup>1\*</sup>, Ignacio Caamal Cauich<sup>2</sup>, Manuel Del Valle Sánchez<sup>2</sup> y Arturo Perales Salvador<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, México. C.P. 56230. srivalerl\_comercio@hotmail.com

<sup>2</sup>Profesor-investigador de la División de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo.

\*Autor de correspondencia

#### Resumen

La naranja es el cítrico con mayor volumen de producción en México. Se produce durante todo el año, pero con una marcada estacionalidad en la cosecha, lo que ocasiona variaciones en el precio al productor. El objetivo de la investigación fue calcular la elasticidad precio de la oferta de naranja en fresco en México de 1991 a 2019, con la finalidad de estimar la influencia de los precios pasados en el volumen de producción de naranja en México en el corto plazo. Se utilizó una regresión logarítmica en la formulación del modelo de la función de oferta para conocer de forma directa el valor de las elasticidades. Los resultados demuestran que la oferta de naranja en México es inelástica con respecto al precio medio rural (PMR) con uno, dos y tres años de rezago. Los signos de los coeficientes de los parámetros estimados concuerdan con la teoría económica de la oferta al ser positivos. Se concluye que las variaciones en el PMR con rezago afectan de forma positiva al volumen de producción de naranja en México en el corto plazo.

**Palabras clave:** Función de oferta; precio medio rural; producción de naranja; modelo logarítmico.

#### Abstract

The orange is the citrus with the highest production volume in Mexico. It is produced throughout the year, but with a marked seasonality in the harvest, which causes variations in the producer price. The objective of the research was to calculate the price elasticity of the fresh orange supply in Mexico from 1991 to 2019, aiming to estimate the influence of past prices on the volume of orange production in Mexico in the short run. A logarithmic regression was used in the formulation of the supply function model to directly know the value of elasticities. The results show that the orange supply in Mexico is inelastic with respect to the average rural price (ARP) with one, two, and three years of lag. The signs of the coefficients of the estimated parameters, since they are positive, agree with the economic theory of supply. It is concluded that the variations in the ARP with lag positively affect the volume of production of orange in Mexico in the short run.

**Keywords:** Supply function; average rural price; orange production; logarithmic model

Recibido: 12 de febrero de 2021

Aceptado: 27 de julio de 2021

Publicado: 27 de octubre de 2021

**Cómo citar:** Rivera López, S., Caamal Cauich, I., Del Valle Sánchez, M., & Perales Salvador, A. (2021). Elasticidad precio de la oferta de naranja en México de 1991 a 2019. *Acta Universitaria* 31, e3133. doi: http://doi.org/10.15174.au.2021.3133

## Introducción

El estudio de la oferta es un análisis económico que permite identificar la influencia de los factores relacionados con la producción, entre los cuales se encuentran la tierra, mano de obra, tecnología, insumos y árboles. Los precios de los insumos productivos son un elemento importante detrás de la curva de oferta de un producto, ya que estos, al relacionarlos con el precio de mercado del bien, permiten evaluar si la actividad es rentable o no (Samuelson & Nordhaus, 2010). La oferta, por su parte, es el volumen máximo del producto que el agricultor estaría dispuesto a producir y vender a determinado precio, considerando constantes la utilización de los demás factores (Cervantes *et al.*, 2016). En la agricultura, la oferta responde a la demanda con intervalos de tiempo determinados por los ciclos naturales, pero en el corto plazo la oferta es rígida y el precio de este tipo de productos está determinado por el tipo de comprador (Huerta, 2011). En el caso de la naranja (*Citrus sinensis*) en México, la producción depende de las labores agronómicas que se le realicen al cultivo, del clima, del precio de los insumos agrícolas, del nivel de tecnificación, entre otros.

El cultivo de naranja en México es importante por la cantidad de superficie que ocupa (Bautista & Reyes, 2020). En 2019, fue el segundo lugar entre los cultivos perennes en cuanto a esta variable en el país, solo después de la caña de azúcar (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021). En ese año se sembraron 342 592 ha y se cosecharon 329 560 ha, seguido del cultivo de limón que ocupó una superficie de 204.59 mil ha, y en menor proporción los demás cítricos (Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta [Siacon], 2021).

Al cultivo de naranja en el país se le realizan pocas labores agronómicas en la producción; sin embargo, requiere de otras actividades de postcosecha que generan una cantidad importante de empleos. En el proceso productivo y de comercialización en fresco de esta fruta se pueden identificar actores como los productores, jornaleros, cosechadores, intermediarios, transportistas, entre otros (Caamal *et al.*, 2016).

En 2019 se produjeron en el mercado mexicano 4.73 millones de toneladas (Siacon, 2021), esto resalta la importancia de la naranja en el país. De 2004 a 2018 el volumen de producción de este cítrico creció un 19.13%, esto fue atribuido al crecimiento del rendimiento promedio del cultivo, el cual se incrementó en 22.26% (Rivera *et al.*, 2020). En México, la naranja se produce prácticamente todo el año; no obstante, los datos muestran que en los meses de febrero, marzo y abril se concentra el 45% del volumen total anual, es decir, la producción es estacional (Martínez & García, 2020).

Los precios de la naranja en México están fuertemente influenciados por el alto peso de los intermediarios en la cadena de comercialización; por ello, uno de los principales problemas que se identifican en el mercado de este cítrico en el país es el precio que se le paga a los productores. En 2019, el precio medio rural (PMR) fue de 1990 pesos por tonelada (Siacon, 2021).

La variación de los precios de la naranja en el mercado mexicano se atribuye al exceso de oferta de este producto de enero a mayo. Generalmente, algunos investigadores han evaluado la posibilidad de que parte de la oferta de esos meses se almacene, sea adquirida por la industria o se implemente una especie de control de la producción, de tal forma que se disminuya dicho excedente. En este sentido, se ha determinado que la mejor opción que tienen los productores de naranja para disminuir la volatilidad del precio de este cultivo es desfasar la producción mediante labores culturales, retardantes y estimulantes químicos a las plantaciones (Martínez-Jiménez *et al.*, 2020).

El volumen de producción afecta de manera inversa al precio al productor; sin embargo, en la agricultura, entre la decisión de producir y vender pueden trascurrir varios meses en cultivos anuales o incluso años en plantaciones perennes, como en la naranja. Por tanto, ante el desconocimiento de los

precios que obtendrá el productor al realizar la venta, los precios pasados forman parte de las expectativas de los agricultores, y con ellos se toman decisiones sobre el manejo agronómico que estos realizan en sus parcelas (Galdeano, 2001). La oferta de naranja en México depende directamente de los precios que el agricultor percibió en los años pasados.

Cabe mencionar que en los últimos 20 años la superficie cosechada representó más del 93% de la superficie sembrada. En este sentido, en el periodo de análisis la mayoría de las plantaciones de naranja estaban en producción, por tal motivo la variación del volumen de cosecha puede atribuirse a las expectativas de precio de corto plazo del productor y, en consecuencia, al manejo agronómico que este realizó en su parcela en cada ciclo productivo (Siacon, 2021). En la Figura 1 puede observarse que existe una relación positiva entre el PMR con uno, dos y tres años de rezago y los cambios en el volumen de producción de naranja en el país.

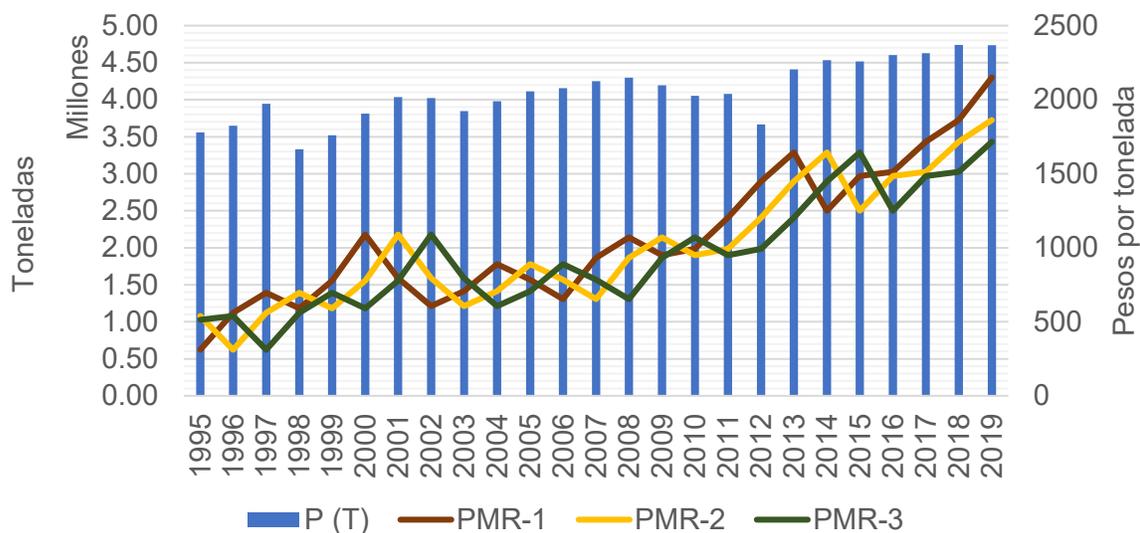


Figura 1. Volumen de producción y PMR con años de rezago, de la naranja en México.  
Fuente: Elaborado con datos de Siacon (2021).

La elasticidad de la oferta determina el cambio porcentual que sufre la cantidad producida de un bien atribuible al cambio porcentual en el precio del bien, *ceteris paribus* (Parkin & Loría, 2010); por consiguiente, para determinar la magnitud en que los precios pasados de corto plazo influyen en el volumen de producción de la naranja en México, se debe calcular este indicador económico.

En general, en el mediano plazo, los estudios realizados para el sector agrícola muestran que la elasticidad de la oferta es menor que 1. Por ejemplo, a través de un modelo de ecuaciones simultáneas se determinó que la producción de naranja en el país es inelástica con respecto al precio medio rural con cuatro años de rezago (Bautista *et al.*, 2020). Dicho estudio se enfoca en analizar el incremento en la producción en el mediano plazo, ya que el tiempo de rezago da lugar a que nuevas plantaciones de naranjos inicien producción. De acuerdo con la teoría microeconómica, estos resultados se deben a que es un cultivo perenne y el ciclo de producción de un naranjo necesita en promedio de tres años para dar frutos. Sin embargo, la hipótesis de partida plantea que, en el corto plazo, los precios pagados al productor con uno, dos y tres años de rezago afectan de forma similar a la oferta de naranja en México, puesto que forman parte de las expectativas de precio del productor; además, las plantaciones en su mayoría están en producción, son longevas y su rendimiento depende del manejo agronómico que realiza el agricultor durante cada ciclo de producción.

La presente investigación asume como objetivo calcular la elasticidad precio de la oferta de naranja en fresco en México de 1991 a 2019, con la finalidad de analizar el efecto de los precios pasados en el volumen de producción de naranja en el corto plazo. El volumen de producción de naranja en el país depende principalmente del rendimiento que tienen las plantaciones actuales en cada ciclo productivo; por tanto, la elasticidad precio de la oferta en el corto plazo determina la relación que guarda la producción de este cítrico en el mercado nacional y el PMR con uno, dos y tres años de rezago, revelando los efectos que producen las variaciones en el precio de un ciclo productivo a otro.

En la producción de naranja se tienen insumos fijos y variables. Los árboles de naranjo son un activo fijo para el agricultor, los cuales a partir del tercer año de ser sembrados comienzan a producir. Sin embargo, el rendimiento de cada planta depende del manejo agronómico que el productor implemente en su huerto, lo cual está directamente relacionado con las expectativas de ingresos que tenga, realizadas con base en los precios percibidos por su producto en años anteriores (Galdeano, 2001).

La estimación de la elasticidad, tomando como variable dependiente el volumen de producción y como variables independientes el precio medio rural con uno, dos y tres años de rezago, respectivamente, permitió determinar el efecto que estos tienen en la variación del volumen cosechado de naranja en México, debido a las expectativas de precio de corto plazo del productor. Mediante un modelo logarítmico se estimó la función de oferta de este cítrico; la transformación logarítmica permitió conocer de forma directa el valor de las elasticidades precio de la oferta. La investigación sienta las bases para evaluar el efecto inmediato de una política de precios en la oferta de naranja, ya que determina la variación en la cantidad producida como consecuencia de la variación del precio en los años anteriores.

## **Materiales y Métodos**

En la presente investigación se determinó el valor de la elasticidad precio de la oferta de la naranja en México; además, se estableció la relación que guarda, en el corto plazo, la cantidad producida de este cítrico en el mercado nacional con respecto al precio medio rural (PMR) con uno, dos y tres años de rezago, respectivamente. Para ello se formuló y estimó un modelo logarítmico con la finalidad de calcular de forma directa el valor de las elasticidades precio de la oferta de naranja en el país. La información del volumen de producción (en toneladas) y el PMR (en pesos por tonelada) se obtuvieron de la base de datos del Siacon, y el periodo analizado fue de 1991 a 2019 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Producción y PMR de la naranja en México (1991-2019).

Año	Producción (T)	PMR (\$/T)	Año	Producción (T)	PMR (\$/T)
1991	2 369 481.00	483.88	2006	4 156 907.27	932.46
1992	2 541 475.00	514.26	2007	4 248 714.68	1070.76
1993	2 913 660.00	538.99	2008	4 297 238.29	949.50
1994	3 189 850.00	311.12	2009	4 193 484.44	992.19
1995	3 559 600.00	559.75	2010	4 051 631.61	1203.71
1996	3 647 236.60	696.32	2011	4 079 677.74	1447.14
1997	3 943 858.00	591.07	2012	3 666 789.65	1642.89
1998	3 331 152.49	777.32	2013	4 409 967.62	1249.95
1999	3 520 032.12	1088.99	2014	4 533 427.86	1483.97
2000	3 812 683.02	794.30	2015	4 515 520.33	1513.53
2001	4 034 900.95	605.01	2016	4 603 253.03	1715.72
2002	4 020 392.89	707.41	2017	4 629 758.18	1862.24
2003	3 845 850.76	888.50	2018	4 737 990.26	2149.95
2004	3 977 175.63	784.48	2019	4 736 715.00	1997.34
2005	4 112 711.35	652.06	TCA	199.91%	412.78%

Fuente: Elaborado con datos de Siacon (2021).

En el corto plazo, el volumen de producción de naranja en México depende de la superficie cosechada y del rendimiento del cultivo, por lo que las expectativas que el productor se formula con base en los precios que obtuvo en los ciclos anteriores se reflejan en las variaciones de la producción dado el manejo agronómico que realice o no en su huerta. Por tanto, se definió a la oferta en función de tres variables independientes: el PMR con un año de rezago, el PMR con dos años de rezago y el PMR con tres años de rezago.

Se utilizó regresión lineal múltiple con mínimos cuadrados ordinarios en el cálculo de la elasticidad precio de la oferta (Vázquez & Martínez, 2015). A diferencia del trabajo antes citado, en el presente estudio se realizó una doble transformación logarítmica en el modelo; tanto la variable dependiente como las tres variables independientes se estimaron con base en su logaritmo natural. La función logarítmica del modelo permitió conocer de forma directa la elasticidad precio de la oferta (Marrero *et al.*, 2015). La ventaja principal del modelo Log-Log sobre los demás modelos econométricos es la sencillez con la que se pueden interpretar los coeficientes de la regresión. Con respecto al modelo para la estimación de la elasticidad precio de la oferta, el valor calculado de los estimadores es la elasticidad de cada variable independiente, aplicable a toda la curva de oferta, en este caso. La estabilidad del modelo es otra de las ventajas de la conversión logarítmica de las variables independientes y dependientes del modelo, puesto que los datos originales están en diferentes unidades de medida (pesos por tonelada y tonelada, respectivamente). Por lo anterior, en la presente investigación se utilizó un modelo Log-Log para calcular las elasticidades precio de la oferta de naranja en México en el corto plazo.

El modelo logarítmico que se planteó de la función de oferta de naranja en México, tomando en cuenta el PMR (con uno, dos y tres años de rezago) y manteniendo constantes todas las demás variables de oferta en su forma genérica, se representó mediante la fórmula siguiente:

$$IPNM = \beta_0 + \beta_1 IPMR_{-1} + \beta_2 IPMR_{-2} + \beta_3 IPMR_{-3} + \mu$$

donde

$IPNM$  es el logaritmo natural de la producción anual de naranja en México de 1991 a 2019;

$IPMR_{-1}$  es el logaritmo natural del Precio Medio Rural con un año de rezago;

$IPMR_{-2}$  es el logaritmo natural del Precio Medio Rural con dos años de rezago;

$IPMR_{-3}$  es el logaritmo natural del Precio Medio Rural con tres años de rezago; y

$\mu$  es el error de estimación del modelo.

Se estimó la función de oferta de naranja en México con el programa Statistical Analysis System (SAS). Se introdujeron las variables, los datos y los comandos necesarios para la estimación del modelo y la evaluación de los supuestos estadísticos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Modelación en SAS de la oferta de naranja en México de 1991 a 2019.

Producción y precio de la naranja					
data Naranja;					
input YEAR PNM PMR PMR1 PMR2 PMR3;					
lPNM=log(PNM); lPMR1=log(PMR1); lPMR2=log(PMR2); lPMR3=log(PMR3);					
cards;					
1994	3189850.00	311.12	538.99	514.26	483.88
...					
2019	4736715.00	1997.34	2149.95	1862.24	1715.72
proc reg data=Naranja;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/dw;					
output out=b predicted=plPNM residual=rIPNM;					
proc reg data=Naranja;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/spec;					
proc reg data=Naranja;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/ss1 ss2 stb clb covb corrb;					
proc corr; var lPNM lPMR1 lPMR2 lPMR3;					
proc reg data=Naranja;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/selection=forward;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/selection=backward slstay=0.05;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/selection=adjrsq;					
model lPNM=lPMR1 lPMR2 lPMR3/selection=stepwise;					
data dos; merge Naranja b;					
u2=rIPNM**2;					
proc gplot;					
plot u2*plPNM;					
proc print;					
run;					

Fuente: Elaborado con base en la entrada de SAS.

La validación de la función de oferta de naranja en México se realizó con un parámetro de error de 5%. Se efectuaron pruebas de significancia global y parcial de la regresión. La prueba de significancia global se verificó bajo los supuestos de la prueba de F (Gujarati & Porter, 2010), para la cual se formuló el siguiente juego de hipótesis:

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_a: \text{Al menos un } \beta_n \neq 0 \quad \forall n = 1, 2, 3.$$

La regla de decisión fue que, si F calculada es mayor que F de tablas ( $F_t$ ) a un nivel de significancia establecido (5%), se debe rechazar la hipótesis nula. Es decir, al menos un parámetro  $\beta$  es mayor que 0.

La prueba de significancia parcial de cada una de las variables independientes del modelo se realizó mediante la prueba de t, la cual consistió en evaluar el valor de t calculado con el valor de t de tablas (Gujarati & Porter, 2010). Para la toma de decisión se planteó el siguiente juego de hipótesis:

$$H_0: \beta_n = 0 \quad \forall n = 1, 2, 3.$$

$$H_a: \beta_n \neq 0 \quad \forall n = 1, 2, 3.$$

La variable resultó significativa cuando el valor de t calculada fue mayor que el valor de t de tablas.

La evaluación de multicolinealidad se realizó con la prueba de Klein, la cual consistió en construir regresiones auxiliares de la variable dependiente sobre cada una de las variables independientes y comparó el valor de  $R^2$  individual con la  $R^2$  general. La prueba de Klein establece que si todas las  $R^2$  individuales son menores que la  $R^2$  general, el modelo no presenta problemas de multicolinealidad (Klein, 1962).

Se utilizó el contraste de White para evaluar la heterocedasticidad. Este procedimiento establece que se debe comparar el valor de chi-cuadrada calculada con el valor de  $X_{p-1}^2$  de tablas (White, 1980). Dichos valores se confrontaron a un nivel de significancia de 5%. El juego de hipótesis fue:

$$H_0: X_c^2 \leq X_t^2$$

$$H_a: X_c^2 > X_t^2$$

Al aceptar la hipótesis nula se establecería que existe homocedasticidad en el modelo, mientras que la hipótesis alternativa implicaría la presencia de heterocedasticidad.

Para el análisis de correlación se utilizó la prueba de Durbin y Watson (DW), la cual establece que, si el valor DW calculado es mayor que el valor dL y menor que dU de tablas, se debe concluir que no existe autocorrelación en el modelo (Durbin & Watson, 1950).

Dada la relación  $S = F(PMR_{-1}, PMR_{-2}, PMR_{-3})$ , en la que la oferta de naranja en México depende del PMR con uno, dos y tres años de rezago, respectivamente, las elasticidades precio de la oferta son el cambio porcentual en la cantidad ofrecida entre el cambio porcentual en cada uno de los precios pasados recibidos por el productor. La fórmula general sería entonces (Parkin & Loria, 2010):

$$\Delta\%S = \frac{\Delta\%CS}{\Delta\%PMR_i} \quad \forall i = -1, -2, -3$$

donde

$\Delta\%S$  es el cambio porcentual en la oferta de naranja en México;

$\Delta\%CS$  es el cambio porcentual en la cantidad ofrecida de naranja; y

$\Delta\%PMR_i$  es el cambio porcentual en el precio medio rural de la naranja con años de rezago.

Sin embargo, en un modelo Log-Log, los estimadores de la función son las elasticidades de las variables independientes respecto a la variable dependiente. La conversión del modelo doble logarítmico se realizó con la constante  $e$  de Euler.

## Resultados

El modelo presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.6697; es decir, las variables independientes de la función de oferta explican, en su conjunto, el 66.97% de la variación en el volumen de producción de naranja en México (Tabla 3). La prueba de significancia global con el estadístico F tiene una probabilidad menor a 0.0001, por lo tanto, la función de oferta es significativa globalmente respecto a las variables independientes.

**Tabla 3.** Parámetros del modelo logarítmico.

Analysis of Variance (Anova)					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.18954	0.06318	14.87	<.0001
Error	22	0.09348	0.00425		
Corrected Total	25	0.28302			
Root MSE	0.06519		R-Square	0.6697	
Dependent Mean	15.21414		Adj R-Sq	0.6247	
Coeff Var	0.42845				

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	13.78965	0.21452	64.28	<.0001
IPMR1	1	0.06913	0.05465	1.26	0.2191
IPMR2	1	0.07106	0.06786	1.05	0.3064
IPMR3	1	0.06922	0.0565	1.23	0.2335

Fuente: Elaborado con base en la salida de SAS.

La función de oferta de naranja estimada presenta consistencia estadística, las variables independientes son significativas individualmente, no existe multicolinealidad, se tiene presencia de homocedasticidad, y no hay autocorrelación en el modelo (Anexo). Esto indica que la inferencia realizada a partir de su forma específica es aplicable al mercado mexicano de este cultivo. De acuerdo con los datos de la Tabla 3, la función logarítmica de la oferta de naranja en México es:

$$IPNM = 13.78965 + 0.06913IPMR_{-1} + 0.07106IPMR_{-2} + 0.06922IPMR_{-3} + \mu$$

Al multiplicar la función anterior por la constante de Euler, se obtiene la forma exponencial de la función de oferta de la naranja mexicana, siendo:

$$PNM = 974470.9624 + PMR_{-1}^{0.06913} + PMR_{-2}^{0.07106} + PMR_{-3}^{0.06922} + \mu$$

La elasticidad de la oferta con respecto al PMR con un año de rezago es de 0.06913, esto implica que por cada 10% que cambie el precio promedio al productor del año pasado, la cantidad producida en el siguiente ciclo se ajustaría en un 0.69% con una relación positiva. Por otra parte, la elasticidad de la oferta con respecto al PMR con dos años de rezago es de 0.07106, y la elasticidad de la oferta con respecto al PMR con tres años de rezago es de 0.06922. Esto quiere decir que existe una relación positiva entre la oferta de naranja en México y los PMR con uno, dos y tres años de rezago, respectivamente; así pues, queda demostrado que los precios pasados influyen de forma directa en la oferta de naranja en México en el corto plazo.

Las expectativas del productor formuladas a partir de los precios obtenidos en años anteriores se reflejan en la variación del volumen de producción del siguiente ciclo productivo, por lo que las elasticidades calculadas implican que las variaciones en la producción de naranja en México se relacionan positivamente al PMR con años de rezago en el corto plazo.

## Discusión

La ordenada al origen representa la cantidad producida de naranja en el país con el solo hecho de tener las plantaciones actuales de naranja. De acuerdo con la función de oferta, alrededor de un millón de toneladas de este cítrico se producen sin el impacto de otras variables, esto representa el 20% de la producción nacional de este cítrico. La magnitud de la oferta independiente hace que la producción de naranja sea rígida en el corto plazo y que dependa del ciclo productivo del cultivo.

La significancia de los estimadores de las elasticidades precio de la oferta de corto plazo implica que el precio medio rural con uno, dos y tres años de rezago afectan positivamente la producción de naranja en México. Esto demuestra que las expectativas de precio del productor, formuladas con base en los precios que obtuvieron en los años anteriores, influyen en el manejo agronómico que realiza este en su parcela, y que las variaciones en el volumen de producción están correlacionadas positivamente a los niveles de precio que obtiene el productor en los tres años anteriores a la cosecha.

La elasticidad de la oferta de naranja con respecto al PMR con uno, dos y tres años de rezago son cercanas a 0; por tanto, se concluye que son inelásticas. Las elasticidades de corto plazo del modelo concuerdan con el valor de las elasticidades precio de la oferta de naranja en el país de estudios anteriores de mediano plazo; el valor de estas últimas fue 0.0921 (Vázquez & Martínez, 2011; Vázquez & Martínez, 2015) y 0.05 (Bautista *et al.*, 2020). Las variaciones de los resultados radican en el número de años de rezago del PMR, en el lapso estudiado y en los métodos de estimación. Pero todas reflejan un pequeño ajuste positivo en el volumen de producción debido al precio que obtuvo el citricultor en las cosechas pasadas. Las elasticidades precio de la oferta de corto plazo se estiman con las plantaciones existentes y las de mediano plazo con efectos posibles de nuevas plantaciones. Las elasticidades con un menor número de años de rezago consideran importante las expectativas de precio que se forma el productor y, en consecuencia, las labores agronómicas que realiza en su parcela en respuesta a los precios que obtuvo en el pasado cercano, las cuales resultaron ser significativas y positivas de acuerdo con el modelo estimado.

Además, las elasticidades precio de la oferta de naranja nacionales son similares a la elasticidad estimada para el estado de Veracruz (0.09) (Bautista & Reyes, 2020), puesto que es el estado con mayor producción de dicho cítrico. Por ejemplo, en 2019 en los huertos veracruzanos se cosechó el 52.5% de la producción nacional de naranja (Siacon, 2021).

Los resultados reflejan que los precios pasados influyen en forma positiva en el volumen de la producción de este cítrico, pero las variaciones en el PMR no aumentan o disminuyen drásticamente la cantidad cosechada de naranja en el país. Por ejemplo, una variación de 10% en el precio medio rural de este año aumentaría solo un 0.6% el volumen de producción del próximo año; y si ese aumento se mantiene en el tiempo, la producción de naranja incrementaría geoméricamente de acuerdo con el modelo estimado.

La incorporación de los productores a las cadenas de valor mejora el precio que obtiene el agricultor por la venta de sus productos. En el caso de la naranja, esta política beneficiaría tanto al ingreso del productor como a la oferta de dicho cítrico, puesto que mejorarían las expectativas de precio de corto plazo del agricultor. Por otra parte, una política de precios no aumentaría significativamente la producción en el corto plazo y su efecto en la oferta de naranja en el país dependería de si se mantiene o no por varios años dicho mecanismo de intervención de mercado.

## Conclusiones

Debido a las expectativas de precio del productor, la oferta de naranja en México está relacionada positivamente con respecto al PMR con uno, dos y tres años de rezago, los cuales explican en más de 60% de las variaciones de la oferta. Sin embargo, las elasticidades precio de la oferta de este cítrico son inelásticas, ya que es un cultivo perenne, y la mayor parte de la plantación está en producción. En 2019 a nivel nacional se cosechó el 96% de la superficie sembrada.

En el corto plazo, una política de regulación de precios tendría un efecto limitado en la producción porque, de acuerdo con las elasticidades precio de la oferta calculadas, la oferta de naranja no variaría significativamente. Sin embargo, la incorporación de los productores a la cadena de valor de este cítrico aumentaría el precio que obtienen por su producto y mejorarían las expectativas de precio de corto plazo de los agricultores, por lo que la oferta de naranja en el país crecería.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca doctoral otorgada al primer autor.

## Referencias

- Bautista, F., García, J., & Reyes, E. (2020). Análisis económico del mercado de la naranja (*Citrus sinensis*) en fresco en México, periodo 1980-2018. *Revista Agro productividad*, 13(5), 27-33. doi: <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1536>
- Bautista, F., & Reyes, E. (2020). Efecto de los costos de producción en el mercado de naranja en Veracruz, 1980-2018. *Revista Región y Sociedad*, 32, e1294. doi: <https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1294>
- Caamal, I., Jerónimo, F., & Pat, V. (2016). Análisis de las variables económicas de la producción de naranja en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Investigación y Servicio. Territorio, sociedad, desarrollo y ambiente. Enfoque interdisciplinario, 1, 153-162. <https://drive.google.com/file/d/1cTPH8CbeFGKqp8hSCShElfHJf5D9ch3/view>
- Cervantes, L., Caro, A., Pérez, G., Alzamora, F., & Vela, S. (2016). *Fundamentos de microeconomía: Teoría y práctica*. Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/426>
- Durbin, J., & Watson, G. (1950). Testing for serial correlation in least squares regression: I. *Biometrika*, 37(3-4), 409-428. doi: <https://doi.org/10.2307/2332391>

- Galdeano, E. (2001). Análisis de la formación de expectativas de precio: Una aplicación al sector hortofrutícola en la Unión Europea. *Investigación Económica*, 61(235), 131-160. <https://www.jstor.org/stable/42777555>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5ª ed.). The McGraw-Hill.
- Huerta, R. (2011). ¿Cómo funcionan los mercados? Un acercamiento teórico para entender la operación de los mercados. *Economía Informa*, 367, 27-48. <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/nueva/econinforma/pdfs/367/03rogelio.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Agricultura*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/>
- Klein, L. (1962). *An introduction to econometrics*. Prentice-Hall, INC. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015011545897&view=1up&seq=1>
- Marrero, F., Font, E., & Lazcano, C. (2015). Reflexiones sobre el concepto de Elasticidad y su interpretación Matemática y Económica. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(2), 105-115. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/112/87>
- Martínez, A., & García, J. (2020). Volatilidad de precios en el sector frutícola de México: El caso de la naranja. *Acta Universitaria*, 30, e2513. <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/2513/3585>
- Martínez-Jiménez, A., García-Salazar, J., García-de los Santos, G., Ramírez-Valverde, G., Mora-Flores, J., & Matus-Gardea, J. (2020). Control de la oferta de naranja en México como mecanismo para controlar volatilidad de precios. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(2), 223-231. doi: <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.2.223>
- Parkin, M., & Loría, E. (2010). *Microeconomía. Versión para Latinoamérica* (9ª ed.). Pearson Educación. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3183>
- Rivera-López, S., Perales-Salvador, A., Del Valle-Sánchez, M., & Caamal-Cauich, I. (2020). Panorama de la producción y comercialización de naranja en México. *Revista Agro productividad*, 13(7), 9-14. doi: <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1614>
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2010). *Economía con aplicaciones a Latinoamérica* (19ª ed.). The McGraw-Hill.
- Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta (Siacon). (2021). [Valor de la producción nacional agropecuaria y pesquera]. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Vázquez, J., & Martínez, M. (2011). *Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México* (Publicación especial No. 51). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Sagarpa-INIFAP). <https://docplayer.es/44179743-Elasticidades-de-oferta-y-demanda-de-los-principales-productos-agropecuarios-de-mexico.html>
- Vázquez, J., & Martínez, M. (2015). Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 955-965. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139893004>
- White, H. (1980). A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817-838. doi: <https://doi.org/10.2307/1912934>

## Anexo

### Pruebas de consistencia estadística del modelo de regresión estimado

#### Prueba de F

Evaluando la significancia global del modelo se tiene que, para determinar el valor de F de tablas, se sabe que:  $\alpha = 0.5$ ,  $1-\alpha = 0.95$ ,  $k-1 = 21$  y  $n-k = 3$ ; el valor de Ft es 5.795 y el valor de F calculado es 14.87. Se concluye que al menos uno de los parámetros  $\beta$  es diferente de 0.

#### Prueba de t

El valor de  $t$  de tablas es 0.765, ya que  $\alpha = 0.5$ ,  $\alpha/2 = 0.25$ ,  $n = 25$ ,  $k = 22$  y  $gl = 3$ . Este es menor que el valor calculado de  $t$  en cada una de las variables independientes del modelo (Tabla 3). Se concluye que estas son significativas en la función de oferta de naranja en México.

#### Prueba de Klein

El coeficiente de determinación de  $R^2$  general del modelo es 0.6697, la  $R^2$  de la variable  $IPMR_{-1}$  es 0.5801, la de  $IPMR_{-2}$  es 0.6139 y la de  $IPMR_{-3}$  es 0.5701. Se concluye que ninguna  $R^2$  individual es mayor que la  $R^2$  general del modelo y, por tanto, no se tienen problemas de multicolinealidad.

#### Contraste de White

Evaluando el contraste de White, se tiene que  $X^2$  de tablas es 9.348 y la  $X^2$  calculada en el modelo es 8.12. Se acepta la hipótesis nula y se concluye que existe homocedasticidad en el modelo.

#### Prueba de Durbin y Watson

El valor calculado en el modelo para la prueba DW es de 1.316. Los valores de tablas del DW son  $dL = 1.123$  y  $dU = 1.654$ . Se concluye que no existe problema de autocorrelación, ya que el valor calculado se encuentra dentro de los límites izquierdo y derecho de la prueba DW.