

## **Maíz blanco y maíz amarillo sustitutos o complementos**

Miguel A. Martínez Damián<sup>1</sup>

Ricardo Téllez Delgado<sup>1§</sup>

José Saturnino Mora Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Economía-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [tellez.ricardo@colpos.mx](mailto:tellez.ricardo@colpos.mx).

### **Resumen**

El maíz blanco (MB) y maíz amarillo (MA) pueden verse simultáneamente como complementos o sustitutos. Tras estimar la elasticidad de sustitución, derivado de datos de precios y cantidad por tipo de maíz, se obtiene el resultado de nula elasticidad de sustitución, concluyendo por tanto que ambos tipos de maíz son ajenos o bien complementarios.

**Palabras clave:** elasticidad de sustitución, maíz, razón de precios, razón de cantidades.

Recibido: mayo de 2018

Aceptado: junio de 2018

## Introducción

El maíz de grano es un cultivo importante en la alimentación humana y ganadera para México, sobresaliendo dos tipos principales de maíz que se siembran: maíz amarillo (MA) y el maíz blanco (MB), con características biológicas y genéticas semejantes. Sin embargo, en el mercado presentan una diferenciación en cuanto a precios, donde el precio del MA es inferior al precio del MB. También, desde un punto de vista externo existen dos enfoques que tienen influencia en la percepción de los dos tipos de maíz, un primero enfoque es que ambos tipos de maíz son complementarios y el segundo que son sustitutos.

Bajo el primer enfoque, el MB es empleado primordialmente para el consumo humano, el cual se transforma para la elaboración de insumos para alimentos y contribuye a la seguridad alimentaria, mientras que el MA se utiliza para la fabricación de alimento balanceado para el ganado y uso industrial (SIAP, 2007), por lo tanto, en este sentido ambos tipos de maíz no se sustituyen, sino que se podrían describir como complementarios.

De acuerdo con FIRA (2015), en 2014 se produjeron en México 23.27 millones de toneladas de maíz, de los cuales 10.4% de la producción total representa al MA, mientras que 89% de la producción representa el MB, este último resaltando la casi autosuficiencia para el país y principal productor en el mundo.

Con relación a las exportaciones, México en el periodo 2005-2016 exportó 3.5 millones de toneladas de maíz, de las cuales 99.6% fueron de MB destinadas principalmente a Venezuela, El Salvador, Estados Unidos de América, Colombia y Sudáfrica; mientras que 0.4% fueron de MA consignadas a Estados Unidos de América, Canadá, Cuba, Reino Unido y Dinamarca. (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Exportaciones de maíz a diversos países, 2005-2016.**

Año	Miles de toneladas				Total
	Maíz blanco	(%)	Maíz amarillo	(%)	
2016*	199.5	99.4	1.2	0.6	201
2015	711.9	99.2	5.5	0.8	717
2014	371.6	97.8	8.4	2.2	380
2013	553.5	100	0.1	0	554
2012	465.4	100	0	0	465
2011	28.9	99.8	0.1	0.2	29
2010	548.6	100	0	0	549
2009	277.7	100	0.1	0	278
2008	52.6	100	0	0	53
2007	212.5	100	0.1	0	213
2006	58.5	99.9	0	0.1	59
2005	18.2	99.9	0	0.1	18

\* = enero- mayo. Fuente: SIAVI (2016). Maíz blanco: fracción 1005.90.04. Maíz amarillo: fracción 1005.90.03.

Por otra parte, las importaciones para el mismo periodo fueron de 99.7 millones de toneladas de maíz, de las cuales 92.5% corresponden a MA provenientes de Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá y Belice, mientras que 7.5% corresponden a MB originarios de Estados Unidos de América, Mozambique y Sudáfrica, ratificando que México es un importador neto de MA (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Importaciones de maíz de diversos países, 2005-2016.**

Año	Miles de toneladas				
	Maíz blanco	(%)	Maíz amarillo	(%)	Total
2016*	540.5	8.7	5 643.7	91.3	6 184
2015	896.4	7.4	11 156.1	92.6	12 052
2014	811.6	7.9	9 514.3	92.1	10 326
2013	511.5	7.2	6 573.8	92.8	7 085
2012	1 377.2	14.6	8 076.9	85.4	9 454
2011	1 466.6	15.6	7 944.1	84.4	9 411
2010	504.3	6.5	7 270.9	93.5	7 775
2009	162.9	2.3	7 044.7	97.7	7 208
2008	479	5.3	8 611.8	94.7	9 091
2007	346.7	4.4	7 561.7	95.6	7 908
2006	288.7	3.8	7 278.3	96.2	7 567
2005	92	1.6	5 614.8	98.4	5 707

\*= enero- mayo. Fuente: SIAVI (2016). Maíz blanco: fracción 1005.90.04. Maíz amarillo: fracción 1005.90.03.

Además, la importación de MA afecta el precio al productor en México de MB (y el de MA), provocando un efecto a la baja sobre el precio interno de maíz, determinando que el MA y el MB son implícitamente sustitutos bajo el segundo enfoque (Contreras, 2008; García *et al.*, 2011; Martínez y Hernández, 2012; Moreno *et al.*, 2016).

Con el objetivo de reconocer el grado de sustitución entre MA y MB, el presente trabajo estima la elasticidad de sustitución entre ambos tipos de maíz. La hipótesis principal a contrastar, es que la elasticidad de sustitución entre MA y MB es igual a cero.

## Metodología

La elasticidad de sustitución es un concepto originalmente introducido por Hicks (Binger y Hoffman, 1998), establece el cambio proporcional en la razón de cantidades para el cambio proporcional en la razón de precios:

$$\sigma_{ij} = \frac{d \ln(Q_i/Q_j)}{d \ln(P_j/P_i)}$$

Esto es una medida del grado de curvatura de una curva de indiferencia, detectando la velocidad a la que se cambia  $Q_i$  por  $Q_j$  cuando  $P_j$  sube relativo a  $P_i$ . Cuando dos bienes son sustitutos  $\gamma_{ij}$  está delimitado entre  $(0, \infty)$ , una elasticidad de sustitución de 0 implica que los bienes  $Q_i$  y  $Q_j$  son ajenos o simplemente no son sustitutos, también se les puede referir como complementos (Varian, 2010). Por otra parte, si  $\sigma_{ij}$  es infinita esto implica sustitución perfecta. En una situación empírica puede resultar que  $\sigma_{ij}$  sea negativa, esto indica ausencia de sustitución o que se tienen bienes complementarios.

El Cuadro 3 muestra la información obtenida del SIAP referente a precios y cantidades de maíz por variedad, el precio del maíz amarillo es en promedio aproximadamente 7% menor al precio del maíz blanco; asimismo, la cantidad de maíz blanco es en promedio 85% de la producción total para ambas variedades. Lo que sustenta que el mercado de maíz en México es dominado por el maíz blanco.

**Cuadro 3. Cantidades y precios de maíz, 2000-2014.**

Año	Producción		Precio	
	Maíz amarillo (QA)	Maíz blanco (QB)	Maíz amarillo (PA)	Maíz blanco (PB)
2000	228 289.5	1 137 542.98	1 088.35	1 182.14
2001	366 294.38	3 796 629.88	1 284.98	1 197.13
2002	726 590.61	5 553 312.86	1 478.91	1 370.3
2003	631 547.97	7 883 570.01	1 465.4	1 578.65
2004	1 061 330.33	20 508 488.38	1 544.79	1 683.86
2005	1 330 127.71	17 961 283.54	1 400.05	1 589.52
2006	1 718 291.85	20 060 877.16	1 876.72	2 018.13
2007	1 574 675.11	21 777 449.4	2 100.23	2 462.66
2008	1 573 914.77	22 719 396.07	2 856.74	2 813.78
2009	1 713 432.11	18 332 643.86	2 482.94	2 831.49
2010	2 018 369.72	21 165 671.44	2 587.74	2 837.45
2011	1 692 409.67	15 873 783.26	3 877	4 100.87
2012	1 765 571.02	20 179 483.2	3 765.56	4 029.38
2013	2 230 190.14	20 296 176.06	3 058.23	3 398.82
2014	2 422 715.12	20 710 883.68	2 751.74	3 157.99

Fuente: SIAP (2015).

El enfoque de sustitución es abordado generalmente a través de una función agregadora, por ejemplo, la de elasticidad de sustitución constante (Berndt, 1976; Caddy, 1976). Sin embargo, en el presente caso, el total de 15 observaciones obtenidas es limitado lo que impide la estimación de la elasticidad de sustitución a través de métodos econométricos con una función agregadora. Por tanto, se implementó un cálculo directo del cociente de diferenciales logarítmicos de la siguiente forma:

$$\hat{\sigma}_{ab} = \frac{\ln(Q_a/Q_b)_t - \ln(Q_a/Q_b)_{t-1}}{\ln(P_b/P_a)_t - \ln(P_b/P_a)_{t-1}}$$

Donde:  $\hat{\sigma}_{ab}$  es la elasticidad de sustitución de maíz amarillo por blanco del periodo t-1 a t,  $\ln(Q_a/Q_b)_t - \ln(Q_a/Q_b)_{t-1}$  es el cambio porcentual en la razón de cantidades entre el periodo t y t-1,  $\ln(P_b/P_a)_t - \ln(P_b/P_a)_{t-1}$  es el cambio porcentual en la razón de precios entre el periodo t y t-1. De esta forma, se obtiene un estimador puntual de la elasticidad de sustitución  $\hat{\sigma}_{ab}$  para dos periodos de maíz amarillo por maíz blanco, para tener un estimador global se toma el promedio aritmético de los diferenciales logarítmicos adyacentes por periodo. Además, observe que  $\hat{\sigma}_{ab} = \hat{\sigma}_{ba}$ ; es decir, la elasticidad de sustitución es una medida que expresa simetría, por lo tanto, la elasticidad de sustitución de MA por MB es la misma que de MB por MA.

Para el primer caso, se tiene una variación periodo a periodo, el interés es medir la distancia del promedio con respecto de 0, esto se hace empleando una prueba de t bajo la hipótesis nula de que la elasticidad de sustitución es 0; es decir, se contrasta el siguiente juego de hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0: \sigma_{ab} &= 0 \\ &vs \\ H_a: \sigma_{ab} &\neq 0 \end{aligned}$$

Una segunda forma de estimación se obtuvo a partir de la siguiente regresión (Battese y Sohail, 1976; Kwan, 2007):

$$\ln(Q_a/Q_b)_t = \theta_0 + \theta_1 \ln(P_b/P_a)_t + \varepsilon_t$$

Para este caso,  $\theta_1$  es el estimador de la elasticidad de sustitución, donde interesa tanto el valor del estimador puntual de  $\theta_1$  como el contraste del siguiente juego de hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0: \theta_1 &= 0 \\ &vs \\ H_a: \theta_1 &\neq 0 \end{aligned}$$

La estimación de  $\theta_1$  se obtuvo a través de mínimos cuadrados ordinarios, mientras que la prueba de hipótesis mencionada se realizó con la estadística t (Greene, 2004).

## Resultados

Para el primer caso, la estimación directa de la elasticidad de sustitución estimada se obtuvo un valor puntual de -7.5163, con una desviación estimada de 18.1446 y una estadística t de -0.4142 para el juego de hipótesis referido. Para el segundo caso, la estimación mínimo cuadrática el estimador de la elasticidad de sustitución resultó en -0.8466 con una desviación estándar de 0.9020, resultando para el juego de hipótesis una estadística de t de -0.9386.

En ambos casos la hipótesis nula no se rechaza, es decir, la elasticidad de sustitución de MA a MB es igual a cero. Respecto al valor de probabilidad, este es de 0.6854 y 0.3651 respectivamente, donde se confirma un valor superior al 0.05 que no rechaza la hipótesis nula y

por lo tanto su elasticidad es igual a cero (Cuadro 4). Dichos resultados desde un punto de vista entre el uso de maíz amarillo y maíz blanco, permiten concluir con los datos disponibles de MA y MB que estos muestran un comportamiento de bienes complementarios. En un plano no agrícola (Kwan, 2007), obtiene elasticidades de sustitución positivas para consumo privado y consumo gubernamental para países del este asiático, elasticidades de sustitución positivas y altas son obtenidas por (Papageorgiou *et al.*, 2013) para insumos productivos.

**Cuadro 4. Elasticidad de sustitución maíz amarillo y maíz blanco.**

Estimador	Desviación estándar	Valor de t	Valor de <i>p</i>
-7.5163*	18.1446	-0.4142	0.6854
-0.8466**	0.902	-0.9386	0.3651

\*= estimador directo; \*\*= estimador por regresión.

De acuerdo a lo anterior, se reafirma que el enfoque donde las dos variedades de maíz son complementarias, por lo que el resultado incita a profundizar a lo encontrado respecto al efecto depresor de precio de importaciones de maíz, siendo estas predominantemente en MA. Es decir, el efecto de importaciones primordialmente de MA tienen un efecto en el precio interno del MA doméstico, el efecto sobre el precio del MB es incierto dada la complementariedad de variedades aquí encontrada. Por tanto, el efecto encontrado de importaciones sobre el precio interno del maíz tal vez hace referencia a un efecto sobre el promedio del precio de ambos tipos de maíz.

## Conclusiones

Es necesario tener más datos para dar una respuesta robusta al problema de la elasticidad de sustitución de MA a MB, con los datos disponibles de cantidad y precio se concluye que ambos tipos de maíz se caracterizan como complementarios. Esto hace imperativo re-enfocar el problema de importaciones de maíz y su efecto sobre el precio domestico del mismo. Si ambos tipos de maíz son complementarios y primordialmente se importa MA, entonces como se transmite esto al precio del MB.

## Literatura citada

- Battese, G. E. and Malik, S. J. 1986. Identification and estimation of elasticities of substitution for firm-level production functions using aggregative data. The University of New England. Australia. <https://www.uned.edu.au/-data/assets/pdf-file/0010/13996/emetwp25.pdf>.
- Berndt, E. R. 1976. Reconciling alternative estimates of the elasticity of substitution. The review of economics and statistics. 58(1):59-68.
- Binger, B. R. and Hoffman, E. 1988. Microeconomics with calculus. 2<sup>nd</sup>. (Ed.). Addison Wesley. 663 p.
- Caddy, V. 1976. Empirical estimation of the elasticity of substitution: a review. Victoria University, Centre of policy studies. Melbourne: Impact Centre. <http://www.copsmodels.com/ftp/workpaper/op-09.pdf>.
- Contreras-Castillo, J. M. 2008. Descomposición de cambios en el precio al productor agrícola: una aplicación a los casos del maíz y el frijol en México. Rev. Mex. Econ. Agr. Rec. Nat. 1(1):39-55.

- FIRA. 2015. Panorama agroalimentario mexicano: maíz 2015. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/panorama-agroalimentario-maiz-2015.pdf>.
- García, S. J. A.; Skaggs, R. K. y Crawford, T. L. 2011. Evaluación de los efectos del programa de apoyos directos al campo (Procampo) en el mercado de maíz en México, 2005-2007. *Econ. Soc. Territ.* 11(36):489-512.
- Greene, W. H. 2000. *Econometric analysis*. 4 (Ed.). Prentice Hall. 1004 p.
- Kwan, Y. K. 2006. The direct substitution between and private consumption in East Asia. National bureau of economic research. Cambridge, MA 02138: NBER Working paper series. <http://www.nber.org/papers/w12431>.
- Maddala, G. S. and Kadane, J. B. 1966. Some notes on the estimation of the constant elasticity of substitution production function. 48(3):340-344.
- Martínez, D. M. A. y Hernández, O. J. 2012. Importaciones de granos básicos y precio interno en México: un enfoque de sistema de demanda inverso. *Agríc. Soc. Des.* 9(4):401- 410.
- Moreno, S. L. I.; González, A. S. and Matus, G. J. A. 2016. Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7(1):115-126.
- Papageorgiou, C.; Saam, M. and Schulte, P. 2013. Elasticity of substitution between clean and dirty energy inputs-a macroeconomic perspective. Centre for European Economic Research. <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp13087.pdf>.
- SIAP. 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. <http://www.campomexicano.gob.mx/portal-siap/integracion/estadisticaderivada/comercio exterior/estudios/perspectivas/maiz96-12.pdf>.
- SIACVI. 2016. Sistema de información comercial vía internet. <http://www.economia-snci.gob.mx/>.
- Varian, H. R. 2010. *Intermediate microeconomics*. 8<sup>va</sup>. (Ed.). Norton W.W. & Company. 739 p.