



**AgEcon** SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

---

---

**ANÁLISIS DE BIENESTAR DE LOS “SHOCKS DE PRECIOS DE  
LOS COMMODITIES” EN LOS MERCADOS  
DE MAÍZ Y TRIGO EN MÉXICO**

Andrew Barkley, Lawton Lanier Nalley, Pedro V. Garay<sup>1</sup>

---

---

**Welfare analysis of commodity price shocks  
on wheat and maize markets in Mexico**

**ABSTRACT**

The impacts of biofuel-based commodity price shocks on wheat and maize producers and consumers in Mexico are quantified with a two-region welfare economics model of the world wheat and maize markets. This model captures the international flow of wheat and maize between Mexico and the rest of the world, enabling measurement of price and quantity changes in both Mexican and global wheat and maize markets due to supply shocks in the grain markets. The drastic shifts in supply that accompanied grain markets in 2007/2008 are used to quantify the effects on Mexican consumer and producer well-being.

**Keywords:** Biofuels, wheat, corn, Mexican grain markets, two-region welfare economic model.

**RESUMEN**

Los impactos generados por los shocks de precios de los biocombustibles en los productores y consumidores mexicanos de maíz y trigo son cuantificados a través de un modelo de Economía del Bienestar de dos regiones de los mercados mundiales de maíz y trigo. Este modelo capta los flujos internacionales de maíz y trigo entre México y el resto del mundo, haciendo posible la medición de las variaciones en los precios y las cantidades en los mercados mexicanos y globales de maíz y trigo originados por shocks de oferta en los mercados de granos. Se utilizan los cambios drásticos en la oferta que acompañaron los mercados de granos en el periodo 2007/2008 para cuantificar sus efectos en el bienestar del productor y consumidor mexicano.

**Palabras claves:** Biocombustible, trigo, maíz, mercado mexicano de granos, modelo de economía del bienestar de dos regiones.

**DESARROLLO**

Durante los años 2007/2008, la crisis mundial de alimentos resultó en una escasez de alimentos en México, un país caracterizado por una dieta a base de granos, esta escasez generó disturbios urbanos denominados los disturbios “tortilla”. Un modelo de Economía del bienestar de dos regiones de los mercados mundiales de maíz y trigo cuantifica la repercusión de este evento en los productores y consumidores mexicanos de estos productos básicos. El modelo capta los flujos internacionales de maíz y trigo entre México y el resto del mundo (ROW), lo que posibilita medir los cambios en el excedente del consumidor y del productor en los mercados mexicanos y globales de maíz y trigo. Los cambios en el bienestar surgen de los shocks de demanda de granos ocasionados parcialmente por el gran incremento en la demanda de biocombustibles en países de altos ingresos durante el 2007/2008. Los cambios drásticos en la demanda que acompañaron los mercados de granos en este periodo se utilizan para cuantificar los efectos en el bienestar del productor y consumidor mexicano.

---

<sup>1</sup>Department of Agricultural Economics, Kansas State University, Manhattan KS 66506 and Department of Agricultural Economics and Agribusiness, University of Arkansas, Lafayette, AR..

### **Revisión de la Literatura/Antecedentes**

En los últimos años se ha visto un gran incremento en la producción y uso de biocombustibles debido al aumento en los precios del petróleo (USGAO 2009). Baker y Zahniser (2007) reportaron un “gran crecimiento en la actividad de la construcción relacionada con la industria del etanol en los Estados Unidos de América”, y concluyeron que: “si esta tendencia continúa y también lo hacen las políticas existentes y previstas de incentivos a la producción de etanol, entonces dicha producción en los Estados Unidos de América podría alcanzar fácilmente los 11 billones de galones en 2011, 7.3 más que la cantidad producida en el 2005.” Este aumento sin precedentes en la producción de biocombustibles, específicamente en la del etanol, llevó a un gran aumento en el precio de los granos, cuyo pico ocurrió durante el periodo 2007/2008. Lester Brown (2008) estableció el marco de investigación al afirmar que: “Históricamente las economías de alimentos y energía han estado bien separadas, pero ahora con la construcción de tantas destilerías de etanol, estas economías se están fusionando. Si el valor del grano como alimento es menor que su valor como combustible, entonces el mercado trasladará el grano hacia la economía de la energía.”

Varios autores han evaluado las causas del gran incremento en los precios de los commodities. El USGAO (2009) informó que muchos expertos creen que la producción de biocombustibles ha contribuido al aumento en el precio de los cultivos, y esperan que la tendencia aumente a medida que el Programa de Energías Renovables (RFS) expanda la producción de 9 billones de galones en 2008 a 36 billones de galones en 2022. Trostle (2008) también analizó los principales determinantes del aumento en los precios de los commodities alimentarios, y halló que: entre los factores recientes que han ajustado los mercados mundiales se incluye el aumento de la demanda global por materias primas para biocombustibles y las condiciones climáticas adversas en 2006 y 2007 en algunas áreas geográficas claves para la producción de granos y oleaginosas.”

Runge y Senauer (2007) resumieron el impacto potencial de los biocombustibles en países de ingreso medio tales como México, afirmando que los consumidores de países en desarrollo: “...serán golpeados por un doble shock si tanto los precios de los alimentos como los precios del petróleo siguen aumentando... Al presionar las ofertas globales de cultivos alimentarios, el aumento de la producción de etanol se traducirá en mayores precios tanto para los alimentos básicos como para los procesados alrededor del mundo.” Los autores concluyeron que los combustibles poseen, “... implicaciones potencialmente devastadoras tanto para la seguridad alimentaria como para la pobreza global.”

Runge y Senauer detallaron el impacto de los biocombustibles en México:

Al final de 2006, el precio de la harina de maíz utilizada para hacer tortillas en México, país que obtiene el 80 por ciento de sus importaciones de maíz desde los Estados Unidos de América, se duplicó debido en parte al aumento en el precio del maíz de \$2.80 a \$4.20 el bushel en los últimos meses previos. Con aproximadamente la mitad de los 107 millones de habitantes de México viviendo en la pobreza y dependiendo de las tortillas como su fuente principal de calorías (33%), las protestas sociales fueron intensas. En enero del 2007, el nuevo presidente de México, Felipe Calderón, fue forzado a poner un tope a los precios de los productos derivados del maíz.

Runge y Senauer concluyeron: “... depender más de la caña de azúcar para producir etanol en países tropicales sería más eficiente que utilizar maíz y no involucraría el uso de un alimento básico.” Roig-Franzia (2007) resaltaron la importancia de las tortillas en la dieta mexicana, e informaron que Calderón promulgó una aprobación de emergencia que permita importar más de 800,000 toneladas de maíz desde los Estados Unidos de América y de otros países, mientras que en el 2006 México era un exportador neto de maíz. Sauser (2007) informó: “... de acuerdo a los reportes de prensa, el precio de las tortillas de maíz se han duplicado el año pasado, desatando marchas de protesta en la Ciudad de México (DF). Es casi seguro que la mayor parte del aumento de los precios del maíz se debe a la política de incentivo a la producción de etanol de los Estados Unidos de América.”

Jensen y Babcock (2007) proveyeron un riguroso estudio del impacto de los biocombustibles en los precios de los alimentos, con énfasis en el sector de los productos pecuarios. Los autores reportaron que un aumento del 30 por ciento en el precio del maíz, y los aumentos asociados del precio del trigo y los granos de soja, aumentaría significativamente el precio de los huevos (8.1 por ciento), carne de aves de corral (5.1 por ciento), carne de cerdo (4.5 por ciento), carne de res (4.1 por ciento) y leche (2.7 por ciento). Semejante incremento en el precio del maíz aumentaría los precios de bienes promedio en un 1.1 por ciento, de acuerdo a lo expresado por los autores. Jensen y Babcock concluyeron que:

Consumidores de ingresos bajos en otros países se verían incluso más afectados por alimentos más caros. Por ejemplo, el consumidor mexicano promedio gasta 12 por ciento de su presupuesto alimentario (cerca del 3 por ciento de su Ingreso disponible) directamente en productos derivados del maíz, principalmente en las tortillas. Esto significa que cualquier incremento en el precio del maíz afectará el nivel de vida de muchas personas en México.

De Gorter y Just (2010) brindaron un excelente resumen del impacto que ocasionan las políticas agrícolas, energéticas y ambientales en el sector del biocombustible. Su investigación mostró que: “El precio del maíz está directamente relacionado con el del etanol... el precio del maíz es muy sensible a los cambios que existan en la política respecto al etanol” (p. 15). En la siguiente sección se presenta el Modelo de Bienestar, que permite estudiar el impacto que generan sobre México, los shocks en los precios globales de alimentos.

### **Un Modelo Económico de los impactos de los shocks globales de precios en los mercados de granos en México**

Edwards y Freebairn (1984) desarrollaron un modelo económico pionero para medir el impacto en las ganancias de productividad y posteriores cambios en la oferta, a partir del estudio de commodities transables como el maíz y el trigo. Este modelo de oferta y demanda de dos países se adapta en este trabajo para estimar el impacto que generan los cambios en la demanda de maíz y trigo inducidos por el etanol en los excedentes del productor y consumidor en (A) México, y (B) el resto del mundo (ROW, definido como todas las áreas ajenas a México). Alston, Norton, y Pardey (1995) reportaron formulas explícitas para calcular los cambios en el excedente del productor y consumidor en dos regiones/países, a continuación se modifica su modelo para estudiar el caso de aumentos en los precios globales del commodity. La oferta ( $Q_{ij}^s$ ) y demanda ( $Q_{ij}^d$ ) del trigo en México (denotado por el sub-índice  $j=M$  para México y  $i=w$  para el trigo), y resto del mundo (ROW) (denotado por el subíndice  $j=R$ ) se asumen como funciones lineales del precio mundial del maíz o del trigo ( $P_i$ ,  $i=c, w$ ), tal cual se especifica en las ecuaciones (1) al (5), donde  $k_i$  es el cambio porcentual a la baja en la oferta. En forma similar a lo desarrollado por Gorter y Just (2010), la variable, “ $eth_i$ ” captura los cambios en la demanda ocasionados por el etanol en los mercados de granos del resto del mundo (ROW) en los años 2007 y 2008, dichos cambios causaron un gran aumento de precios en los mercados mundiales del maíz y el trigo. Los sub-índices temporales han sido omitidos en busca de simplicidad notacional, y el sub-índice  $i=c, w$  indica maíz o trigo. Asumimos que los mercados de maíz y trigo están relacionados a través del precio anual del maíz y el trigo, de tal forma que los cambios en la oferta y demanda de un mercado termina influenciando el precio del otro commodity.

$$Q_{Mi}^s = \alpha_{Mi} + \beta_{Mi}(P_i + k_i) \quad (1)$$

$$Q_{Mi}^d = \gamma_{Mi} + \delta_{Mi}P_i \quad (2)$$

$$Q_{Ri}^s = \alpha_{Ri} + \beta_{Ri}P_i \quad (3)$$

$$Q_{Ri}^d = \gamma_{Ri} + \delta_{Ri}(P_i + eth_i) \quad (4)$$

$$Q_{Mi}^s + Q_{Ri}^s = Q_{Mi}^d + Q_{Ri}^d \text{ (equilibrio de mercado).} \quad (5)$$

Siguiendo la literatura previa, simplificamos el modelo asumiendo que no existen costos de transporte, lo que resulta en un precio constante en ambas regiones y en un sistema de cinco ecuaciones (1 al 5) con cinco incógnitas en cada mercado:  $P_i$ ,  $Q_{Mi}^s$ ,  $Q_{Ri}^s$ ,  $Q_{Mi}^d$  y  $Q_{Ri}^d$  en forma separada para cada mercado, el del maíz y el del trigo. La solución a este sistema de ecuaciones da como resultado los cambios en los precios y cantidades de trigo y maíz producidos y consumidos como resultado de los cambios en la oferta, como se observa en las ecuaciones (6) y (7):

$$\Delta P_i = (-k_i\beta_{Mi} + eth_i\delta_{Ri})/(\beta_{Mi} + \beta_{Ri} - \delta_{Mi} - \delta_{Ri}) > 0 \text{ if } eth_i > k_i \quad (6)$$

$$\Delta Q_{Mi}^s = \beta_{Mi}(\Delta P_i + k_i); \quad \Delta Q_{Mi}^d = \delta_{Mi}\Delta P_i; \quad \Delta Q_{Ri}^s = \beta_{Ri}\Delta P_i; \quad \Delta Q_{Ri}^d = \delta_{Ri}(\Delta P_i + eth_i). \quad (7)$$

Los cambios en el bienestar de los productores y consumidores en México y en el resto del mundo (ROW) se describen en las ecuaciones (8) al (12), donde las siglas PS denotan el excedente del productor, CS el excedente del consumidor, y TS es el excedente total para cada mercado (i=c,w):

$$\Delta PS_{Mi} = (k_i + \Delta P_i)(Q_{Mi}^s + 0.5\Delta Q_{Mi}^s) \quad (8)$$

$$\Delta CS_{Mi} = -\Delta P_i(Q_{Mi}^d + 0.5\Delta Q_{Mi}^d) \quad (9)$$

$$\Delta PS_{Ri} = \Delta P_i(Q_{Ri}^s + 0.5\Delta Q_{Ri}^s) \quad (10)$$

$$\Delta CS_{Ri} = (eth_i - \Delta P_i)(Q_{Ri}^d + 0.5\Delta Q_{Ri}^d) \quad (11)$$

$$\Delta TS_i = \Delta PS_{Mi} + \Delta CS_{Mi} + \Delta PS_{Ri} + \Delta CS_{Ri} \quad (12)$$

### Datos

Para resolver el modelo, se necesitan los datos de cantidad y precio, junto con los estimados de la elasticidad de la oferta y demanda y una medida del cambio en la productividad inducido por la investigación ( $k_i$ ). Utilizando estimados de oferta y demanda del modelo 2020 IMPACT (Rosegrant et al. 1995) se utilizó una elasticidad de la oferta de trigo en México ( $\epsilon_{Mw}$ ) igual a 0.21 junto con una elasticidad de la demanda de trigo ( $\eta_{Mw}$ ) igual a -0.54. La elasticidad de la oferta del maíz respecto al precio en México ( $\epsilon_{Mc}$ ) fue igual a 0.17, y la elasticidad de la demanda de maíz en México utilizada ( $\eta_{Mc}$ ) fue de -0.46, y también se obtuvieron de Rosegrant et al. (1995).

Utilizando datos individuales por país del 2020 IMPACT se pudo calcular estimados de la oferta y demanda mundiales ponderados (por la producción y consumo, respectivamente) para el trigo y el maíz ( $\varepsilon_{rc} = 0.23$  and  $\eta_{rc} = -0.17$ ,  $\varepsilon_{rw} = 0.12$   $\eta_{rw} = -0.53$ ). El precio del trigo y del maíz ( $P_i$ ) son los precios promedio recibidos por temporada por los agricultores (USDA *Agricultural Outlook*), deflactados por el Índice de precios al consumidor (PCE) (US Department of Commerce). Las cantidades de maíz y trigo ofertados en México ( $Q_{mi}^s$ ) se extraen del FAOSTAT (2009a), y las cantidades demandadas ( $Q_{mi}^d$ ) equivalen al número de toneladas métricas de alimentos y semillas (FAOSTAT, 2009b). La producción de granos en el resto de mundo (ROW) ( $Q_{ri}^s$ ) se halló sustrayendo la producción mexicana de la producción mundial de granos reportada por FAOSTAT (2009a). Posteriormente, se utilizó la ecuación de equilibrio del mercado (7) para calcular la demanda del resto del mundo (ROW) ( $Q_{ri}^d$ ).

Los datos en la producción y consumo de maíz en México y resto del mundo (ROW) se presentan en la Tabla 1. La línea de base o de default para este estudio son los datos promedio del precio y cantidad de maíz para el periodo de 9 años (1998-2006), estos datos se reportan en la Tabla 1. Esta investigación tiene como objetivo cuantificar los cambios en el excedente del consumidor y del productor en México y en el resto del mundo (ROW) como consecuencia de los cambios en el precio de los commodities que ocurrieron durante el 2007 y 2008, cambios que se debieron al gran incremento en la demanda de etanol y otros biocombustibles basados en materia prima agrícola. Los precios del maíz aumentaron más del 76 por ciento; en comparación con un promedio de 128.339 USD/ton en los últimos nueve años pasaron a 225.970 USD/ton en el 2007 (Tabla 1). Luego de este pico se redujeron a 172.830 USD/ton en 2008 (Tabla 1).

Tabla 1. Datos del maíz.

Año	México	Mundo	México	Mundo	Maíz Precio
	Maíz Producción	Maíz Producción	Maíz Consumo	Maíz Consumo	
	------(MMT)-----			(2008 USD/Ton)	
1998	17.789	605.859	23.040	580.705	159.050
1999	19.240	608.039	23.660	600.486	130.700
2000	17.917	590.831	24.000	608.281	120.070
2001	20.400	600.339	23.600	621.623	123.220
2002	19.280	603.264	24.700	626.298	126.370
2003	21.800	627.088	26.400	648.013	135.030
2004	22.050	714.764	27.900	687.050	110.230
2005	19.500	698.881	27.900	704.514	115.740
2006	22.350	712.334	30.700	724.385	165.350
1998/2006					
PROMEDIO	20.317	644.443	29.592	652.581	128.339
2007	23.600	791.877	32.000	770.324	225.970
2008	25.000	789.427	32.600	775.010	172.830

Fuentes: Los datos de producción son de FAO 2009a. Los datos de consumo son de FAO 2009b. Los precios nominales son de USDA *Agricultural Outlook*, deflactados por el Índice de precios (PCE) del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América.

La producción de maíz en México y en el resto del mundo (ROW) mostró una respuesta positiva al aumento de los precios dado en 2007 y 2008. La producción de maíz en México aumentó aproximadamente 5.6 por ciento entre el periodo de tiempo base (1998-2006) y 2007. En el resto del mundo (ROW), la producción de maíz aumentó más del 22.8 por ciento entre el periodo base y el 2007. El consumo de maíz en el resto del mundo (ROW) aumentó de 652.581 MMT (millones de toneladas métricas) en el periodo base a 770.324 MMT en 2007 (18 por ciento), mientras que el consumo de maíz en México aumentó de 29.592 durante el periodo base a 32.000 en 2007 (8 por ciento).

Tabla 2. Datos del trigo.

Año	México	Mundo	México	Mundo	Trigo Precio
	Trigo Producción	Trigo Producción	Trigo Consumo	Trigo Consumo	
	------(MMT)-----			(2008 USD/Ton)	
1998	3.235	590.246	5.409	577.445	148.620
1999	3.235	586.745	5.378	580.766	134.470
2000	3.400	582.899	5.580	583.570	149.860
2001	3.270	583.078	5.818	587.612	145.060
2002	3.230	567.880	5.900	602.158	184.520
2003	2.700	554.063	5.900	580.535	176.190
2004	2.420	625.577	6.000	605.415	166.250
2005	3.020	619.763	6.100	616.926	179.370
2006	3.240	595.570	6.200	618.194	211.280
1998/2006					
PROMEDIO	3.083	589.536	5.809	594.736	166.180
2007	3.593	610.992	5.500	612.269	347.730
2008	4.000	682.255	6.200	633.023	258.000

Fuentes: Los datos de producción son de FAO 2009a. Los datos de consumo son de FAO 2009b. Los precios nominales son de USDA *Agricultural Outlook*, deflactado por el Índice de Precios del Consumidor (PCE) del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América.

El precio del trigo también se incrementó de 166.18 USD/ton durante el periodo base a 347.730 USD/ton en 2007, más del 109 por ciento. Aunque el incremento del precio del trigo fue mayor en términos porcentuales que el aumento del precio del maíz, la respuesta de la oferta de trigo en México fue menor que la del maíz: la producción de trigo en México aumentó 3.6 por ciento. El consumo de trigo en México, en realidad, disminuyó cinco por ciento, de 5.809 MMT a 5.500 MMT (Tabla 2). La producción de trigo en el resto del mundo (ROW) aumentó de 589.536 MMT a 610.992 MMT (3.6 por ciento). El consumo mundial de trigo siguió un patrón similar (Tabla 2).

## RESULTADOS

El modelo capta el gran aumento en la demanda de biocombustibles tales como el etanol a través del cambio en la demanda, igual a  $eth_i$  en la ecuación (4),  $i = c, w$ . Este parámetro se calibra calculando el valor de  $eth_i$  que causa que el precio mundial iguale los mismos precios que tuvieron el maíz (225.970 USD/ton, Tabla 1) y el trigo (347.73 USD/ton, Tabla 2) en el 2007. Una vez calculado el  $eth_i$  para ambos commodities, el modelo se resuelve para cambios en el excedente del productor y consumidor. Los resultados del modelo aparecen en la Tabla 3.

Tabla 3. Cambios en el excedente económico provenientes de shocks de demanda inducidos por el etanol.

	México		Resto del mundo		)TS
	)PS <sub>M</sub> <sup>1</sup>	)CS <sub>M</sub>	)PS <sub>R</sub>	)CS <sub>R</sub>	
	------(billones en USD del 2008)-----				
Maíz	2.116	-2.103	68.423	103.177	171.613
Trigo	0.144	-0.243	26.880	6.418	33.199

<sup>1</sup>PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, con subíndices M=México y R=Resto del mundo (ROW).

Los resultados enfatizan la importancia que posee la volatilidad de los precios globales del commodity en los productores y consumidores mexicanos de maíz y trigo. Los altos precios del maíz en el 2007 resultaron en una transferencia de aproximadamente 2.1 billones en USD del 2008 desde los consumidores a los productores de maíz en México. El aumento en el precio del trigo resultó en una pérdida de 243 millones en USD del 2008 por parte de los consumidores mexicanos, y una ganancia de 144 millones en USD del 2008 para los consumidores mexicanos. Los consumidores globales del resto del mundo (ROW) se beneficiaron de un aumento en el precio del maíz por más de 103 billones en USD del 2008, y los productores de maíz del resto del mundo (ROW) ganaron más de 68 billones en USD del 2008. Los consumidores del resto del mundo (ROW) terminaron ganando dado que este grupo también incluye a los que usan el maíz para producir biocombustibles, la principal fuente del gran aumento en la demanda. Los productores de maíz ganan del aumento del valor de mercado para su producto. El impacto de los shocks de demanda en los mercados globales del trigo difiere de lo visualizado para el maíz, dado que el precio del trigo no aumentó tanto a consecuencia de la producción de biocombustibles. Por consiguiente, los productores de trigo del resto del mundo (ROW) ganaron aproximadamente 27 billones en USD del 2008 y los consumidores de trigo del resto del mundo (ROW) ganaron 6.4 billones en USD del 2008 (Tabla 3), asumiendo que la demanda por trigo aumentó debido a la sustitución del maíz por el trigo.

El aumento del precio en el 2007 hizo que el bienestar global aumentó en 171.613 billones en USD del 2008 en el mercado del maíz, y 33.199 billones en USD del 2008 en el mercado global del trigo (Tabla 3), lo que refleja la importancia del etanol basado en el maíz en la producción de biocombustibles. Estos resultados demuestran por qué la volatilidad del precio del commodity es un tema tan importante e interesante en la economía agrícola moderna: hasta qué punto las fluctuaciones de la demanda de granos resultan en transferencias multibillonarias de dólares de excedentes (bienestar) en países que podrían no estar participando en el desarrollo de biocombustibles, incluyendo México.

Los resultados presentados en la Tabla 3 están condicionados a la elasticidad estimada de la oferta y la demanda, conforme se reporta en la primera fila de la Tabla 4. Se realiza un análisis de sensibilidad ante posibles cambios en estas elasticidades (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de sensibilidad conforme a los supuestos de elasticidad en el modelo del mercado mundial de maíz.

Supuesto sobre elasticidades									
México		Resto del Mundo		México		Resto del Mundo			
$\epsilon_M$	$\eta_M$	$\epsilon_R$	$\eta_R$	$\Delta PS_M^1$	$\Delta CS_M$	$\Delta PS_R$	$\Delta CS_R$	$\Delta TS$	
----- (billones en USD del 2008) -----									
0.17	-0.46	0.23	-0.17	2.116	-2.103	68.423	103.177	171.613	
0.1 <sup>a</sup>	-0.46	0.23	-0.17	2.063	-2.103	68.423	102.199	170.583	
0.5 <sup>a</sup>	-0.46	0.23	-0.17	2.366	-2.103	68.423	107.803	176.489	
0.17	-0.1 <sup>a</sup>	0.23	-0.17	2.116	-2.452	68.423	96.755	164.842	
0.17	-1.0 <sup>a</sup>	0.23	-0.17	2.116	-1.579	68.422	112.918	181.878	
0.17	-0.46	0.1 <sup>a</sup>	-0.17	2.116	-2.103	65.312	48.082	113.407	
0.17	-0.46	0.5 <sup>a</sup>	-0.17	2.116	-2.103	74.885	232.947	307.844	
0.17	-0.46	0.23	-0.1 <sup>a</sup>	2.116	-2.103	68.423	175.400	243.837	
0.17	-0.46	0.23	-1.0 <sup>a</sup>	2.116	-2.103	68.423	17.540	85.976	

<sup>a</sup> Los valores de las elasticidades designados con un superíndice 'a' difieren de la línea de base en la primera fila.

<sup>1</sup>PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, con subíndice M=México y R=Resto del mundo (ROW).

Cabe destacar que el impacto que generan los cambios en el precio de los commodities sobre el excedente de productores y consumidores mexicanos es relativamente pequeño, dados los supuestos sobre elasticidades utilizados en el modelo. El excedente del productor en México tiene un valor mínimo de 2.063 billones en USD del 2008 (cuando  $\varepsilon_M = 0.1$ ) y un nivel máximo igual a 2.366 billones en USD del 2008 (cuando  $\varepsilon_M = 0.5$ ). Los cambios del excedente del productor no responden a cambios en la elasticidad de la demanda del maíz. Los cambios en el excedente del consumidor en el mercado mexicano del maíz actúan de manera similar dados los supuestos del modelo sobre las elasticidades, a excepción de la elasticidad de la demanda de maíz en México ( $\eta_M$ , Tabla 4). Cuando se asume que la elasticidad de la demanda de maíz en México es igual a -0.1, las pérdidas del excedente del consumidor llegan a -2.452 billones en USD del 2008, y cuando se asume que la elasticidad es -1, el cambio es menor, -1.579 billones en USD del 2008 (Tabla 4).

Análogamente, los cambios en el excedente del resto del mundo (ROW) son relativamente pequeños en respuesta a cambios en los supuestos del modelo sobre las elasticidades de la oferta y demanda del maíz (Tabla 4). La excepción es el cambio en el excedente del consumidor en el resto del mundo (ROW), dicho excedente varía de 48.082 billones en USD del 2008 cuando la elasticidad de la oferta de maíz en el resto del mundo (ROW) es igual a 0.1, a 232.947 billones en USD del 2008 cuando la elasticidad es igual a 0.5. Además, se realizaron los análisis de elasticidad para el trigo (Tabla 5), con resultados similares. El mercado del trigo en México es pequeño en relación al mercado neto global, y como resultado, los productores y consumidores mexicanos de trigo no experimentan grandes cambios en sus excedentes, dados los supuestos del modelo sobre las elasticidades (Tabla 5). Las excepciones son los supuestos sobre elasticidades de la oferta y la demanda de trigo respecto al precio en el resto del mundo (ROW). El aumento en el excedente del consumidor en el resto del mundo (ROW) cambia significativamente cuando cambian las elasticidades de la oferta: de 5.388 billones en USD del 2008 cuando  $\varepsilon_R = 0.1$  a 27.017 billones en USD del 2008 cuando  $\varepsilon_R = 0.5$ . Asimismo, los cambios en el excedente del consumidor aumentan de 3.401 billones en USD del 2008 cuando  $\eta_R = -1$  a 34.016 billones en USD del 2008 cuando  $\eta_R = -0.1$ .

Tabla 5. Análisis de sensibilidad conforme a los supuestos de elasticidad en el modelo del mercado mundial de trigo.

Supuesto sobre elasticidades				México		Resto del mundo		
$\varepsilon_M$	$\eta_M$	$\varepsilon_R$	$\eta_R$	$\Delta PS_M^1$	$\Delta CS_M$	$\Delta PS_R$	$\Delta CS_R$	$\Delta TS$
0.21	-0.54	0.12	-0.53	0.144	-0.243	26.880	6.418	33.199
0.1 <sup>a</sup>	-0.54	0.12	-0.53	0.142	-0.243	26.879	6.389	33.168
0.5 <sup>a</sup>	-0.54	0.12	-0.53	0.149	-0.242	26.879	6.498	33.284
0.21	-0.1 <sup>a</sup>	0.12	-0.53	0.143	-0.258	26.879	6.193	32.958
0.21	-1.0 <sup>a</sup>	0.12	-0.53	0.143	-0.226	26.879	6.653	33.450
0.21	-0.54	0.1 <sup>a</sup>	-0.53	0.143	-0.243	26.807	5.388	32.097
0.21	-0.54	0.5 <sup>a</sup>	-0.53	0.144	-0.243	28.243	27.017	55.162
0.21	-0.54	0.12	-0.1 <sup>a</sup>	0.144	-0.243	26.880	34.016	60.797
0.21	-0.54	0.12	-1.0 <sup>a</sup>	0.144	-0.243	26.879	3.401	30.182

<sup>a</sup> Los valores de las elasticidades designados con un superíndice 'a' difieren de la línea de base en la primera fila.

<sup>1</sup>PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, con subíndice

M=México y R=Resto del mundo (ROW).

Las conclusiones más importantes de los análisis de sensibilidad presentados en las tablas 4 y 5 son: (1) los resultados del modelo de bienestar son relativamente insensibles a los supuestos de elasticidad de la oferta y de la demanda, (2) la elasticidad de demanda en México da como resultado cambios en el bienestar de los consumidores mexicanos de maíz cuando el precio de dicho commodity fluctúa, y (3) la elasticidad de la oferta de maíz respecto al precio en el resto del mundo (ROW) da como resultado cambios importantes en la magnitud de las ganancias del consumidor de maíz en el resto del mundo (ROW) generados por un aumento de la demanda del maíz.

Un tema importante abordado por esta investigación es el grado al cual, si se obtuviesen mejores rendimientos del grano, afectaría los impactos del bienestar de shocks de demanda inducidos por los biocombustibles en los mercados del commodity. Nalley et al. (2008) mostraron los impactos del programa del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, y calcularon una tasa interna de retorno igual a 51.4 por ciento y una proporción beneficio-costo igual a 14.97 para el periodo 1990-2002. Así, queda claro que los programas de cultivo de trigo pueden tener un impacto significativo en la oferta nacional de trigo a lo largo del tiempo.

Tabla 6. Análisis de sensibilidad de la tasa de cambio tecnológico en el mercado mundial de maíz.

k	México		Resto del mundo		Mundo
	$\Delta PS_M^1$	$\Delta CS_M$	$\Delta PS_R$	$\Delta CS_R$	$\Delta TS$
	----- (billones en USD del 2008) -----				
0	2.112	-2.103	68.423	103.172	171.604
0.1	2.114	-2.103	68.423	103.174	171.608
0.2 <sup>a</sup>	2.116	-2.103	68.423	103.177	171.613
0.3	2.119	-2.103	68.423	103.179	171.618
0.4	2.121	-2.103	68.423	103.182	171.623

<sup>a</sup> La tasa de cambio tecnológico designado con un superíndice 'a' es la tasa de línea de base de k.

<sup>1</sup> PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, con subíndice M=México y R=Resto del mundo (ROW).

En este estudio se supuso una tasa de progreso tecnológico ( $=k_i$ ) igual a un cambio del 20 por ciento en la curva de oferta de granos en México, manteniendo una tasa constante de producción de trigo en el resto del mundo (ROW) como un supuesto simplificador. Conforme se reporta en las tablas 6 y 7, los resultados de este modelo de bienestar prácticamente no varían en respuesta al tamaño de los cambios de oferta del maíz y del trigo inducidos por la investigación a cambios en los precios del commodity resultantes del aumento del uso de biocombustibles por consumidores del resto del mundo (ROW). La conclusión del análisis es que los cambios actuales en la tasa de avances tecnológicos en los programas de cultivo del grano, y otros esfuerzos para aumentar la oferta probablemente no tengan un impacto significativo en los productores y consumidores ya sea de México o del resto del mundo (ROW) en el corto plazo.

Tabla 7. Análisis de sensibilidad de la tasa de cambio tecnológico en el mercado mundial de trigo.

k	México		Resto del Mundo		Mundo
	$\Delta PS_M^1$	$\Delta CS_M$	$\Delta PS_R$	$\Delta CS_R$	$\Delta TS$
	----- (billones en USD del 2008) -----				
0	0.143	-0.243	26.880	6.418	33.198
0.1	0.143	-0.243	26.880	6.418	33.198
0.2 <sup>a</sup>	0.144	-0.243	26.880	6.418	33.199
0.3	0.144	-0.243	26.880	6.418	33.199
0.4	0.144	-0.243	26.880	6.418	33.200

<sup>a</sup> La tasa de cambio tecnológico designado con un superíndice 'a' es la tasa de línea de base de k.

<sup>1</sup> PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, y subíndice M=México y R=Resto del mundo (ROW).

La magnitud de los aumentos en los precios del maíz y del trigo también ha sido investigada para analizar cómo se comportan los productores y consumidores de granos en México y en el resto del mundo (ROW) cuando los precios fluctúan. Los impactos generados por los aumentos del precio del maíz que van del 25 al 200 por ciento son reportados en la Tabla 8 y son ilustrados en las Figuras 1 y 2. Es interesante que a medida que se magnifica el aumento en el precio del maíz, el excedente del productor mexicano aumenta linealmente, mientras que el excedente del consumidor mexicano disminuye, pero a una tasa decreciente (Figura 1).

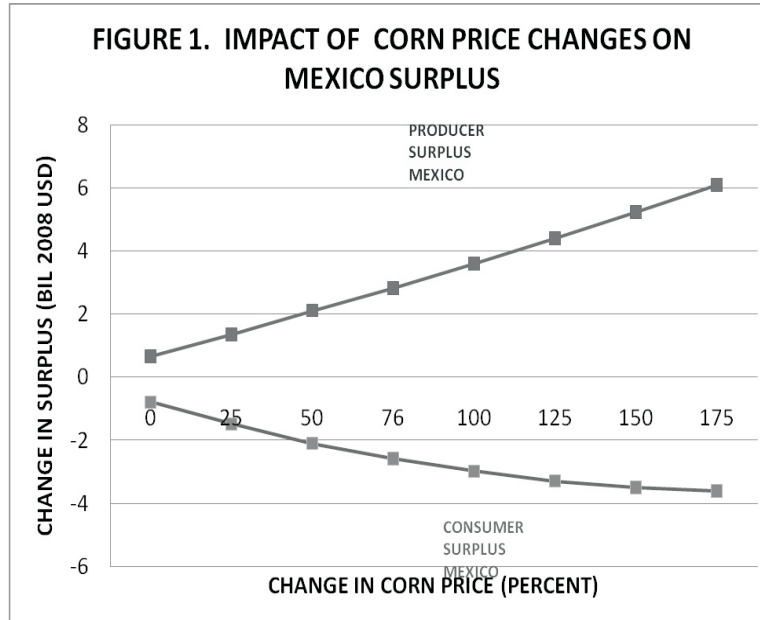
Tabla 8. Análisis de sensibilidad de los supuestos de aumento de precios en el mercado mundial de maíz. Supuesto sobre el aumento de precios mundiales

P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	% cambio	México		Resto del mundo		Mundo
			PS <sub>M</sub> <sup>1</sup>	CS <sub>M</sub>	PS <sub>R</sub>	CS <sub>R</sub>	TS
----- (billones en USD del 2008) -----							
128.34	160.42	25	0.670	-0.789	21.271	31.888	53.039
128.34	192.51	50	1.364	-1.483	43.732	65.751	109.363
128.34	225.97 <sup>a</sup>	76	2.116	-2.103	68.423	103.177	171.613
128.34	256.68	100	2.834	-2.580	92.219	139.415	231.888
128.34	288.76	125	3.611	-2.984	118.246	179.217	298.089
128.34	320.85	150	4.415	-3.292	145.462	220.998	367.583
128.34	352.93	175	5.247	-3.503	173.866	264.759	440.369
128.34	385.02	200	6.107	-3.618	203.460	310.499	516.448

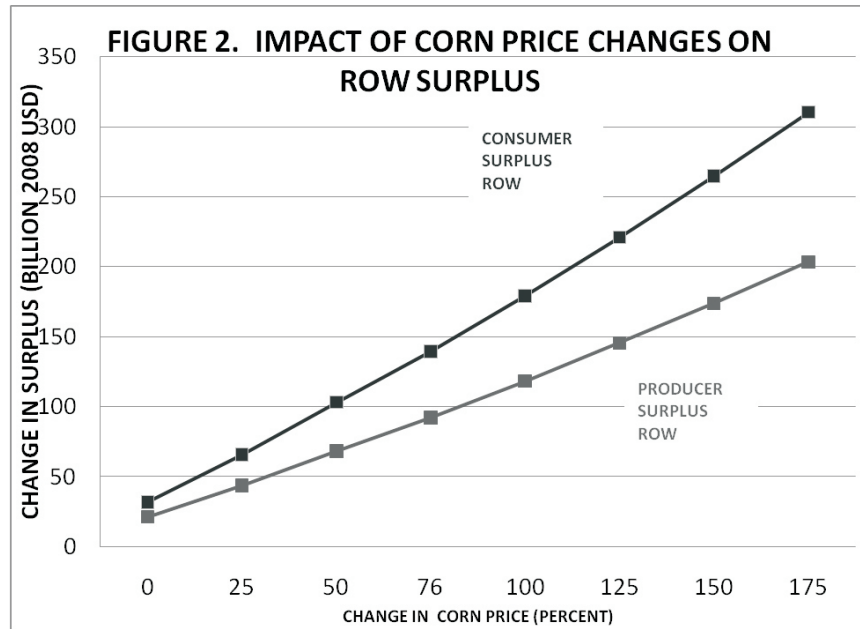
<sup>a</sup> El cambio de precios designado con un superíndice 'a' es el cambio de precios de la línea de base.

<sup>1</sup>PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, con subíndice M=México y R=Resto del Mundo (ROW).

Los resultados en la Tabla 8 y Figura 1 muestran el principal resultado de una subida de precios inducida por biodiesel en México: una transferencia de bienestar de los consumidores a los productores de maíz en México.



En contraste, tanto los productores como los consumidores en el resto del mundo (ROW) ganan de los cambios de demanda de granos inducidos por los biocombustibles. Esto se debe a que los consumidores de maíz considerados en este modelo también incluyen a los que compran granos para su uso en la producción de biocombustibles. Debe enfatizarse que los consumidores que no utilizan el maíz para biocombustibles en el resto del mundo (ROW), en realidad, pierden excedente del consumidor, debido al aumento en los precios del maíz causado por el cambio externo en la demanda. Sin embargo, las ganancias en el excedente del consumidor compensan esta pérdida de bienestar, de tal manera que el excedente tanto del productor como del consumidor aumenta a medida que los precios del grano aumentan (Figura 2).



Los impactos que generan los elevados precios del grano en los productores y consumidores de trigo se reportan en la Tabla 9.

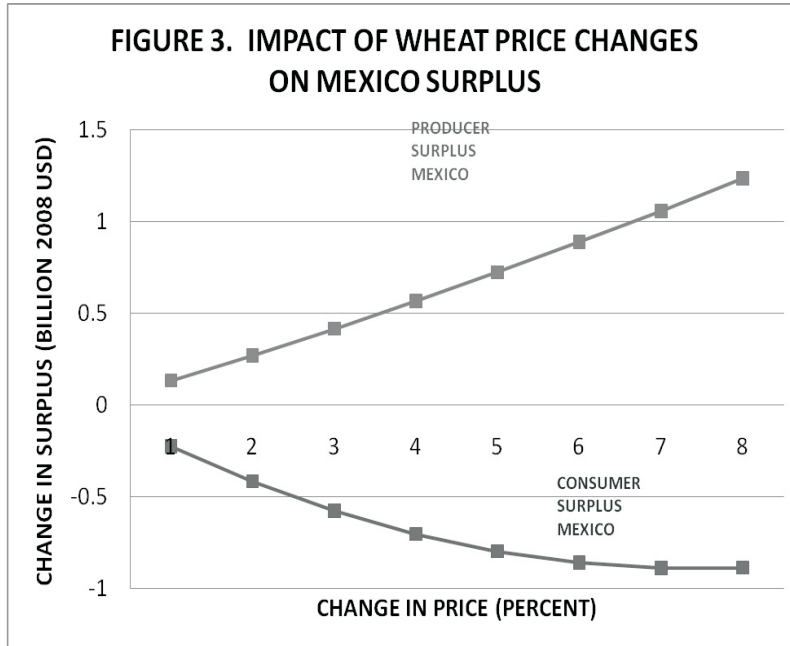
Tabla 9. Análisis de sensibilidad de los supuestos de aumento de precios en el mercado mundial de trigo.

Supuesto sobre el aumento de precios mundiales			México		Resto del mundo		Mundo
$P_0$	$P_1$	% cambio	$\Delta PS_M^1$	$\Delta CS_M$	$\Delta PS_R$	$\Delta CS_R$	$\Delta TS$
----- (billones en USD del 2008) -----							
166.18	207.73	25	0.132	-0.225	24.730	5.904	30.541
166.18	211.28 <sup>a</sup>	27	0.144	-0.243	26.880	6.418	3.199
166.18	249.27	50	0.270	-0.418	50.190	11.993	62.036
166.18	290.82	75	0.415	-0.577	76.382	18.266	94.485
166.18	332.36	100	0.566	-0.705	103.304	24.724	127.889
166.18	373.91	125	0.723	-0.799	130.957	31.367	162.248
166.18	415.45	150	0.888	-0.862	159.342	38.193	97.561
166.18	457.00	175	1.058	-0.891	188.457	45.205	233.829
166.18	498.54	200	1.236	-0.888	218.303	52.401	271.051

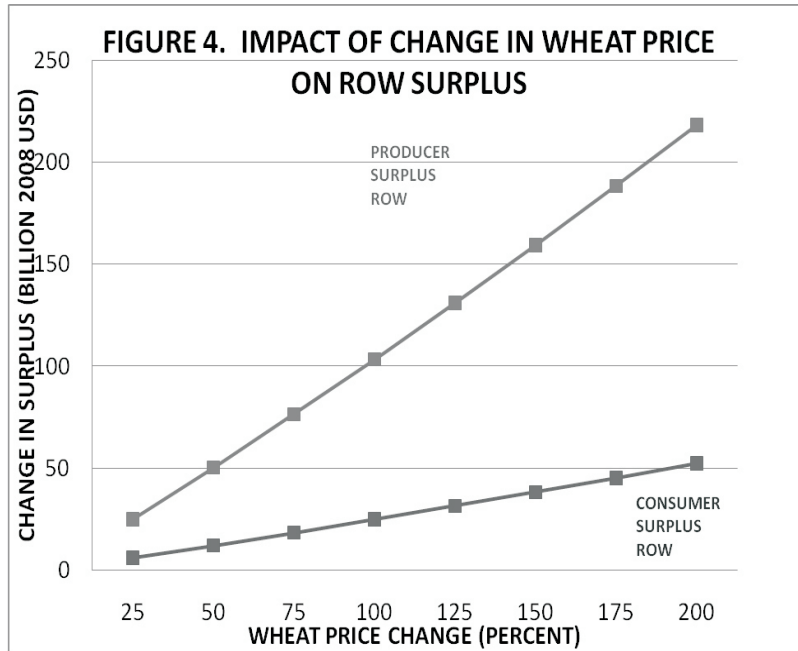
<sup>a</sup> El cambio de precios designado con un superíndice 'a' es el cambio de precios de la línea de base.

<sup>1</sup>PS=excedente del productor, CS=excedente del consumidor, y TS=excedente total, con subíndice M=México y R=Resto del mundo (ROW).

La Figura 3 resalta la transferencia de bienestar por parte de los consumidores a los productores de trigo en México, y la Figura 4 muestra cómo cambia el bienestar de los consumidores y productores de trigo del resto del mundo (ROW).



Cabe notar que las grandes diferencias en las magnitudes de los cambios en México (Figura 3) y en el resto del mundo (ROW) (Figura 4) reflejan que México representa un pequeño porcentaje del mercado mundial de trigo.



## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Esta investigación implementó un modelo de comercio internacional de 2 regiones para estimar los impactos que generan los aumentos en los precios de los commodities inducidos por el biocombustible en los participantes de los mercados de maíz y trigo en México y en el resto del mundo. Los resultados del modelo indican que ante un aumento de precios del orden del 76 por ciento, como lo ocurrido en el 2007, aproximadamente 2.1 billones en USD del 2008 son transferidos de consumidores a productores mexicanos de maíz. Con este representativo aumento del precio, los productores de maíz del resto del mundo (ROW) ganarán 68.4 billones en USD del 2008, y los consumidores de maíz del resto del mundo (ROW) ganarán 103.2 billones en USD de 2008. Cabe notar que el gran incremento en el excedente del consumidor del resto del mundo (ROW) se debe a la inclusión de los productores de biocombustibles en el grupo de consumidores de maíz. Para el caso del trigo, un aumento del 27 por ciento en el precio, aumento que refleja el precio mundial del trigo en el 2007, resultó en una ganancia de 144 millones en USD del 2008 para los productores mexicanos de trigo, y una pérdida de 243 millones para los consumidores mexicanos de trigo, una ganancia de 6.4 billones en USD del 2008 para los consumidores de trigo del resto del mundo (ROW), y una ganancia de 26.9 billones en USD del 2008 a los productores en el resto del mundo (ROW).

Estos cambios en el bienestar son robustos a cambios en los supuestos del modelo sobre las elasticidades de la oferta y la demanda respecto al precio en México y en el resto del mundo (ROW), así también en un amplio rango de cambios de oferta inducidos por la investigación en los mercados de maíz y trigo. Por tanto, podría dedicarse cierto esfuerzo y reflexión a políticas y programas que puedan aliviar los impactos significativos de la producción de biocombustibles. Específicamente, México podría considerar políticas o mecanismos de estabilización del precio de los granos que puedan ayudar a aliviar las fluctuaciones en los precios del maíz, teniendo en cuenta que la dieta en México es intensiva en maíz y la proporción del ingreso gastado en alimentos es mayor que en otros países con mayores ingresos per cápita. Brown (2008) reportó que “los elevados precios de los alimentos se están trasladando a una tensión social,” no sólo en México, sino también en Italia, Pakistán, Indonesia, y China. Brown concluyó: “Mientras que los drásticos aumentos de precios globales de los granos en el pasado fueron ocasionados por factores climáticos, esta vez han sido ocasionados por políticas, y por tanto, pueden ser enfrentados con ajustes de política.” Por lo tanto, las implicancias de esta investigación son oportunas y relevantes para muchos países que tienen altas probabilidades de estar sometidos en el futuro a un aumento en la volatilidad de los precios de los commodities.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alston, J.M., G.W. Norton, and P.G. Pardey, 1995. *Science under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research and Evaluation and Priority Setting*. Ithaca, New York: Cornell University Press.
2. Baker, A., and S. Zahniser, 2007. “Ethanol Reshapes the Corn Market.” United States Department of Agriculture. Economic Research Service. *Amber Waves*. (5):66-71.
3. Brown, L.R., 2008. “Why Ethanol Production Will Drive World Food Prices Even Higher in 2008.” Earth Policy Institute. *Plan B Updates*. January 24, 2008. [http://www.earth-policy.org/index.php?plan\\_b\\_updates/2008/update69](http://www.earth-policy.org/index.php?plan_b_updates/2008/update69). Acceso 17 de abril de 2008.

4. De Gorter, H. and D.R. Just, 2010. "The Social Costs and Benefits of Biofuels: The Intersection of Environmental, Energy and Agricultural Policy." *Applied Economics Perspectives and Policy*. 32(Enero 2010):4-32.
5. Edwards, G.W., and J.W. Freebairn, 1984. "The Gains from Research into Tradable Commodities." *American Journal of Agricultural Economics* 66(Febrero 1984):41-49.
6. Food and Agricultural Organization (FAO), 2009a. "Crops Production Data" Base de datos del FAOSTAT. Acceso en Octubre de 2007, disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
7. Food and Agricultural Organization (FAO), 2009b. "Crops Consumption Data" FAOSTAT database. Acceso en Octubre de 2009, disponible en <http://faostat.fao.org/site/345/default.aspx>
8. Jensen, H.H., and B.A. Babcock, 2007. "Do Biofuels Mean Inexpensive Food Is a Thing of the Past?" Center for Agricultural and Rural Development *Iowa Ag Review*, Verano de 2007, pg. 4.
9. Mitchell, D., 2008. "A Note on Rising Food Prices." The World Bank Development Prospects Group Policy Research Working Paper 4682, Julio 2008.
10. Nalley, L.L., A.P. Barkley, J.M. Crespi, and K.D. Sayre, 2008. "The Global Impact of the CIMMYT Wheat Breeding Program." *Journal of International Agricultural Trade & Development* 5(2008): 11-29.
11. Roig-Franzia, M., 2007. "A Culinary and Cultural Staple in Crisis: Mexico Grapples with Soaring Prices for Corn—and Tortillas." *Washington Post Foreign Service*. 27 de enero de 2007. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/01/26/AR20070126012601896.html>. Acceso el 12 de octubre de 2009.
12. Rosegrant, M., M. Agcaoili-Sombilla, and N. Perez, 1995. *Global Food Projections to 2020: Implications for Investment*. 2020 Discussion Paper No. 5. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute.
13. Runge, C.F., and B. Senauer, 2007. "How Biofuels Could Starve the Poor." *Foreign Affairs*. New York: May/Jun 2007. Vol. 86, Iss. 3; pg. 41.
14. Sauser, B. 2007. "Ethanol Demand Threatens Food Prices." *Technology Review*. February 13, 2007. <http://www.technologyreview.com/energy/18173/>. Acceso 4 de noviembre de 2009.
15. Trostle, R., 2008. "Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices." A Report from the Economic Research Service, United States Department of Agriculture. WRS-0801. Mayo de 2008, Julio de 2008 (Revisado).
16. United States Department of Agriculture. *Agricultural Outlook*. Washington DC: USGPO, Varios números.
17. United States Department of Agriculture. Cooperative State Research Service. 1993. *Dynamics of the Research Investment: Issues and Trends in the Agricultural Research System*. Washington, DC.
18. United States Department of Commerce. Bureau of Economic Analysis. *Survey of Current Business*. Varios números.
19. United States General Accounting Office (USGAO), 2009. *Biofuels: Potential Effects and Challenges of Required Increases in Production and Use*. GAO-09-446. Agosto de 2009.

**\*(Artículo recibido el 1º de junio del 2010 y aceptado para su publicación el 18 de diciembre del 2010).**