

# IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN ESTADOS UNIDOS EN EL MERCADO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN MÉXICO

## IMPACT OF THE UNITED STATES BIOFUELS' PRODUCTION ON MEXICAN CORN (*Zea mays* L.) MARKET

Arely Romero-Padilla<sup>1\*</sup>, Martín Hernández-Juárez<sup>2</sup>, O. Antonio Arana-Coronado<sup>1</sup>,  
R. Carlos García- Sánchez<sup>1</sup>, Jaime Malaga<sup>3</sup>, Eduardo Segarra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Economía. <sup>2</sup>Desarrollo Rural. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (romero.arely@colpos.mx). <sup>3</sup>Departamento de Agricultura y Economía Aplicada. Texas Tech University. Box 42132, Lubbock, TX 79409. Estados Unidos.

### RESUMEN

México importa cantidades grandes de maíz creando una dependencia cada vez mayor del exterior tornándose vulnerable a los cambios en la producción internacional y susceptible a las decisiones y políticas que se establecen, especialmente en EE.UU., por ser el principal proveedor de maíz para México y el primer productor y exportador en el mundo. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de las políticas de producción de biocombustibles en EE.UU. en el mercado de maíz en México. Para ello se usó un modelo de regresión y las elasticidades precio de la oferta y precio de la demanda de México, estableciendo seis escenarios posibles de política en la producción de biocombustibles en EE.UU., usando información de FAPRI (2012), INEGI (2012), BANXICO (2012), USDA (2012) y SIACON (2012). Los resultados muestran que durante el período 2011-2026, el precio del maíz en México bajaría 10 % en ausencia del Límite de Mezcla de etanol y un precio alto de petróleo (US \$100/barril) y 16 % en ausencia de ambas políticas (Límite de Mezcla y Norma de Combustibles Renovables). Con la eliminación de ambas políticas y un precio bajo de petróleo (US \$50/barril), la demanda de maíz aumentaría alrededor de 4 %, mientras que la oferta se reduciría en 6.7 % y, como consecuencia, las importaciones aumentarían 31 %. El crecimiento de producción de bioetanol a partir usando maíz reduce la oferta de este grano, elevando el precio. Es importante el análisis e implementación de políticas que busquen la autosuficiencia de maíz en México, de lo contrario, se prevé que en pocos años alcanzará precios muy altos y con repercusiones negativas en la población mexicana.

**Palabras clave:** Importación, biocombustible, maíz, política agrícola, precio agrícola.

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: mayo, 2013. Aprobado: julio, 2014.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 48: 653-665. 2014.

### ABSTRACT

México imports large quantities of maize, creating an ever increasing dependence and vulnerability to the changes in international production. It also creates susceptibility to the decisions and policies that are established, especially in the USA, which is the principal supplier of corn for México and the major producer and exporter in the world. The objective of the present study was to evaluate the effects of the policies of biofuel production in the USA. on the Mexican corn market. A regression model was used along with the price elasticities of the supply and demand of México. Six possible scenarios were established of biofuel production policy in the U.S., using information of FAPRI (2012), INEGI (2012), BANXICO (2012), USDA (2012) and SIACON (2012). Results show that during the period 2011-2026, corn prices in Mexico would drop 10 % in absence of the Blend Wall of ethanol and a high petroleum price (US \$100/barrel), and 16 % in absence of both policies (Blend Wall and Renewable Fuels Standard). With the elimination of both policies and a low petroleum price (US \$50/barrel), the demand of corn would increase by approximately 4 %, whereas the supply would decrease by 6.7 % and consequently, imports would increase by 31 %. The growth of bioethanol production from corn diminishes the supply of this grain, elevating the price. It is important to analyze and implement policies that promote self-sufficiency of corn production in Mexico. Otherwise, it is predicted that prices will be very high in a few years, with negative repercussions for the Mexican population.

**Key words:** Importation, biofuel, corn, agricultural policy, agricultural price.

## INTRODUCCIÓN

La humanidad enfrenta un cambio de paradigma en materia de energía, al pasar de la extracción de combustibles fósiles de fuentes no renovables con impactos negativos en los recursos naturales, a la utilización de energía con fuentes renovables como el viento, el sol, las olas y la biomasa. Ante la disminución de la oferta mundial y el aumento de los precios de los combustibles fósiles existe una tendencia creciente en la generación de alternativas energéticas, como los biocombustibles. Sin embargo, la producción de las materias primas para generarlos compete con la producción de alimentos, fibras y madera, como es el caso del maíz, lo que impacta el comercio mundial de los alimentos (Muñoz-Lagos *et al.*, 2010; Ortega-Blu *et al.*, 2010). Al respecto, México es particularmente sensible por ser un país petrolero importador de maíz.

La legislación y las regulaciones derivadas de las políticas agrícolas de EE.UU. son factores importantes en la producción y consumo de etanol. Aunque el etanol se puede producir con diferentes cultivos, en EE.UU. el maíz es la materia prima principal, lo cual genera una nueva demanda y provoca cambios significativos en el mercado de maíz. El uso de este grano para obtener etanol creció de 23 % en 2006/2007 a 45 % en 2010/2011 (USDAC, 2012). En 2011 el 40 % de la cosecha de maíz en EE.UU. fue utilizada para la generación de biocombustibles, lo que representó el 15 % de la producción global, ya que este país es el mayor productor y exportador de maíz en el mundo (EIA, 2012). Así, el aumento en los precios de maíz coincide con el crecimiento de la producción de etanol con este cereal. Con base en las políticas internas de EE.UU., el mercado de etanol es restringido por el Límite de Mezcla (LM) el cual se refiere al límite superior de etanol que se puede mezclar con gasolina y la política vigente permite la mezcla de hasta 10 % de etanol en la gasolina vendida (E10).

La Norma de Combustibles Renovables (NCR) es un mandato para la producción de biocombustibles en cantidades específicas para cada año, las cuales varían de acuerdo a la materia prima y el proceso utilizado para su obtención. De acuerdo con la Ley de Seguridad e Independencia Energética (EISA, 2007), en EE.UU. los volúmenes reglamentarios de combustibles renovables requieren incrementar el consumo para todos los biocombustibles de 34 millones

## INTRODUCTION

Humanity is facing a change in paradigm with respect to energy, passing from the extraction of non-renewable fossil fuels with negative impacts on natural resources, to the use of renewable energy sources such as the wind, the sun, waves and biomass. With the reduction of the world supply and the price increase of fossil fuels, there is a growing tendency of energy alternatives, such as biofuels. However, the production of raw materials to generate biofuels competes with the production of food, fiber and wood, as in the case of corn, which impacts the world food market (Muñoz-Lagos *et al.*, 2010; Ortega-Blu *et al.*, 2010). To this respect, México is particularly sensitive, being a petroleum producing country that imports corn.

The legislation and regulations derived from the agricultural policies of the USA are important factors in the production and consumption of ethanol. Although ethanol can be produced from different crops, in the U.S. corn is the principal raw material, which generates a new demand and provokes significant changes in the corn market. The use of this grain for obtaining ethanol grew from 23 % in 2006/2007 to 45 % in 2010/2011 (USDAC, 2012). In 2011 40 % of the corn harvest in the USA. was used for the generation of biofuels, which represented 15 % of world production, given that this country is the largest producer and exporter of corn in the world (EIA, 2012). Thus, the increase in corn prices coincides with the growth of ethanol production from this cereal. Based on the internal policies of the USA., the ethanol market is restricted by the Blend Wall (BW) which refers to the upper limit of ethanol that can be mixed with gasoline, and the current policy allows the mix of up to 10 % ethanol in gasoline sold (E10).

The Renewable Fuels Standard (RFS) is a mandate for biofuel production in specific quantities for each year, which vary according to the raw material and the process used to obtain it. According to the Energy Independence and Security Law (EISA, 2007), in the USA. the regulatory volumes of renewable fuels require the increment of consumption for all of the biofuels from 34 million L in 2008 to 136 million L of the equivalent of ethanol in 2022.

Together the RFS and the BW are creating new conditions for the demand of ethanol, gasoline and

L en 2008 a 136 millones L del equivalente de etanol en el 2022.

En conjunto la NCR y el LM están creando nuevas condiciones para la demanda de etanol, gasolina y maíz. En EE.UU. al final de 2011, el aumento de la demanda de maíz para la industria de etanol se tradujo en una reducción de las exportaciones de maíz y suministro alimenticio (Auld, 2012).

En México, el maíz es el cultivo más importante en términos de uso de suelo, de empleo y de suministro de alimentos. En 2007 México fue el cuarto productor mundial de maíz pero en el 2011 fue el séptimo; además, es el segundo importador de este cereal con 11.2 millones t (USDAb, 2012), con un déficit de 43 % en la producción e importando la tercera parte del consumo aparente (ASERCA, 2012).

México fue autosuficiente en maíz blanco y en el 2010 exportó 86 t, pero para cubrir la demanda de los sectores ganadero y almidonero importó 7 millones t (sin incluir maíz quebrado) (SAGARPA, 2010), y en el 2012 importó 9.34 millones t de maíz amarillo más 1.07 millones t de maíz blanco (SIAP, 2012). Los mercados son distintos pero están relacionados, ya que desde que el TLCAN entró en vigor los precios están correlacionados (Turrent, 2012). Ambos productos no son homogéneos, pero en ciertas condiciones de escasez se pueden sustituir; como ejemplo el caso de productos industrializados como la tortilla que contiene maíz amarillo (Araujo, 2011).

La dependencia de maíz que presenta México lo hace susceptible a los cambios mundiales del mercado de este grano. La relación comercial de México con EE.UU., importando más de una cuarta parte del maíz que consume, agrava la situación del mercado nacional y lo hace completamente vulnerable a las decisiones de política de ese país, sobre el uso de maíz como materia prima para generar biocombustibles.

La presente investigación muestra el impacto en México del desarrollo y continuo crecimiento en la producción de biocombustibles en EE.UU. como productor de etanol y principal abastecedor de maíz para México. El objetivo fue evaluar los efectos potenciales de las políticas de producción de biocombustibles de EE.UU. en el mercado del maíz en México durante el periodo de 2011 a 2026. La hipótesis fue que la ausencia de políticas de producción de bioetanol en EE.UU. reduce el precio de maíz en ese país, aumentando las importaciones de maíz en México.

corn. In the USA at the end of 2011, the increase in demand of corn for the ethanol industry resulted in a reduction of the exports of corn and food supply (Auld, 2012).

In México, corn is the most important crop in terms of soil use, employment and food supply. In 2007 México was the fourth corn producer in the world, but in 2011 it was the seventh; furthermore, it is the second largest importer of this cereal with 11.2 million t (USDAb, 2012), with a deficit of 43 % in production, and importing a third of apparent consumption (ASERCA, 2012).

México was self-sufficient in white corn, and in 2010 exported 86 t, but to satisfy the demand of the livestock and starch sectors, it imported 7 million t (not including cracked corn) (SAGARPA, 2010), and in 2012 imported 9.34 million t of yellow corn plus 1.07 million t of white corn (SIAP, 2012). The markets are different but related, given that since NAFTA came into effect the prices are correlated (Turrent, 2012). The two products are not homogeneous, but under certain conditions of scarcity they can be substituted, for example, in the case of industrialized products such as tortilla, which contain yellow corn (Araujo, 2011).

Mexico's dependence on corn makes it susceptible to global changes of the market of this grain. The commercial relationship of México with the USA, importing over a fourth of the corn it consumes, aggravates the situation of the national market and makes it completely vulnerable to the policy decisions of that country, for the use of corn as raw material in the generation of biofuels.

The present investigation shows the impact on México of the development and continuous growth in the production of biofuels in the USA as producer of ethanol and principal supplier of corn for México. The objective was to evaluate the potential effects of the USA. policies of biofuel production on the corn market in Mexico during the period 2011-2026. The hypothesis was that the absence of production policies of bioethanol production in the USA reduces the price of corn in this country, incrementing the imports of corn in México.

## MATERIALS AND METHODS

Annual data of 1981 to 2010 was used for the study, from the following sources: corn prices in Mexico of SIACON (2012)-

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se usaron datos anuales de 1981 al 2010 de las siguientes fuentes: los precios de maíz en México de SIACON (2012)-SIAP (2012); los precios al productor de maíz en EE.UU. de USDAa (2012); el índice de precios al productor en México a base 2010 de INEGI (2012); el tipo de cambio con fecha 27/09/12 del Banco de México; las elasticidades precio de la oferta y las elasticidades precio de la demanda de maíz de FAPRI-ISU (2012). Además se usaron las proyecciones base de importaciones de maíz en México, oferta de maíz en México, demanda de maíz en México, precio de maíz en México y precio de maíz en EE.UU. (FAPRI-ISU, 2012).

En este estudio se asume que México es un país tomador de precios; es decir, que su tamaño en el mercado mundial es relativamente pequeño, por lo que no puede incidir sobre el precio mundial del maíz. Lo anterior permite analizar el impacto que tiene el precio de maíz en EE.UU. en el mercado de maíz mexicano con un modelo de regresión simple, usando SAS.

Los precios del maíz en ambos países deflactados se utilizaron para realizar un modelo de regresión, donde el precio de maíz en México (\$/t) fue la variable dependiente en función del precio de maíz en EE.UU. (\$/t), el precio de maíz en México rezagado un año (\$/t) y el TLCAN como una variable dicotómica. Para estimar las predicciones de precios en cada escenario se usaron los coeficientes de variación en el precio de maíz en EE.UU., tomados de McPhail y Babcock (2011) (Cuadro 1). Los cambios en el precio se aplicaron sobre la proyección base de precios FAPRI-ISU (2012).

Las proyecciones en las importaciones de México fueron calculadas mediante los cambios en oferta y demanda de maíz en el país. Para obtener los nuevos coeficientes de oferta y demanda de México se usaron sus elasticidades (FAPRI, 2012; Cuadro 2). Los cambios en el precio de cada escenario se aplicaron sobre la proyección base del mismo instituto.

Seis escenarios se plantean divididos en dos secciones de acuerdo con el precio del petróleo: 1) precio alto con una media de US \$100 por barril y, 2) precio bajo con una media de US \$50 por barril. Para cada nivel de precio de petróleo se presentan tres escenarios: 1) sin Norma de Combustibles Renovables (NCR) y Límite de Mezcla (LM); 2) sin Límite de Mezcla; y, 3) sin Norma de Combustibles Renovables (NCR).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Modelo de regresión estimado

La función obtenida del modelo de regresión fue la siguiente:

SIAP (2012); the prices of the corn producer in the USA, of USDAa (2012); the index of prices to the producer in México based on 2010 of INEGI (2012); the exchange rate of 27/09/12 of the Bank of Mexico; the elasticities of supply price and demand of corn of FAPRI-ISU (2012). In addition, the base projections were used of corn imports in México, corn supply in Mexico, corn demand in México, corn price in México and corn price in the USA. (FAPRI-ISU, 2012).

In this study it is assumed that México is a price taking country; that is, that its size in the world market is relatively small, thus it cannot influence the world corn price. The above allows the analysis of the impact which the price of corn in the USA has on the Mexican corn market with a simple regression model, using SAS.

The deflated corn prices in both countries were used to make a regression model, where the price of corn in México (\$/t) was the dependent variable as a function of the corn price in the USA (\$/t), the price of corn in México lagged one year (\$/t) and NAFTA as a dichotomous variable. To estimate the price predictions in each scenario, the coefficients of variation in the USA, corn price were used, taken from McPhail and Babcock (2011) (Table 1). The price changes were applied over the base price projection FAPRI-ISU (2012).

The projections in the imports of México were calculated with the changes in supply and demand of corn in the country. To obtain the new coefficients of supply and demand of Mexico, their elasticities were used (FAPRI, 2012; Table 2). The changes

**Cuadro 1. Coeficiente de variación en el precio de maíz bajo cada escenarios, según McPhail y Babcock (2011).**  
**Table 1. Coefficient of variation in the price of corn under each scenario, according to McPhail and Babcock (2011).**

Escenario	Coeficiente de variación
Precios altos de petróleo con una media de US \$100 por barril	
1. Sin Norma de Combustibles Renovables (NCR) y Límite de Mezcla (LM)	0.265
2. Sin Límite de Mezcla (LM)	0.201
3. Sin Norma de Combustibles Renovables (NCR)	0.244
Precios bajos de petróleo con una media de US \$50 por barril	
4. Sin Norma de Combustibles Renovables (NCR) y Límite de Mezcla (LM)	0.304
5. Sin Límite de Mezcla (LM)	0.295
6. Sin Norma de Combustibles Renovables (NCR)	0.250

**Cuadro 2. Elasticidades precio de la oferta y precio de la demanda de maíz en México, según FAPRI (2012).**

**Table 2. Price elasticities of supply and demand of corn in México, according to FAPRI (2012).**

Tipo de elasticidad	Valor
Elasticidad precio de la demanda para consumo humano	-0.12
Elasticidad precio de la demanda para alimento de ganado	-0.15
Elasticidad precio de la oferta	0.22

$$\begin{aligned}
 & \text{PrecioMx} = 1096 + 0.319 \text{ PrecioEUA} \\
 & \quad (2.32) \quad (4.92) \\
 & + 0.6152 \text{ LagPrecioMx} - 544.22 \text{ TLCAN} \\
 & \quad (6.77) \quad (-2.22) \\
 & R^2 = 0.96 \quad F = 225.14 \quad (1)
 \end{aligned}$$

donde PrecioMx es: precio de maíz en México (\$/t); PrecioEU es: precio de maíz en EE.UU. (\$/t); LagPrecioMx es: precio de maíz en México del año anterior (\$/t).

El resumen del modelo de regresión estimado se presenta en el Cuadro 3. Con una F de 225.14 y una R<sup>2</sup> de 0.96 obtenidos en la regresión, el precio de maíz en EE.UU. afecta significativamente el precio de maíz en México, por lo que los precios de México se ajustan a los cambios en los precios estadounidenses (Araujo, 2011).

Con un nivel de significancia del 5 % todos los coeficientes son estadísticamente significativos. El estadístico Durbin-h fue -1.95, lo cual indica que no hay presencia de autocorrelación.

El coeficiente para el precio en EE.UU. es 0.319, esto es, el precio de maíz en ese país impacta positivamente el precio en México y por cada peso que aumenta el precio de maíz en EE.UU. el precio de maíz en México incrementará 32 centavos. Así, estos cambios en el precio tienen un gran impacto en el mercado mexicano.

El coeficiente de la variable dependiente rezagada es 0.615, esto es, el precio de maíz en México está influenciado por el precio del año anterior. Nuñez y Ayala (2009) argumentan que el rezago se explica por la presencia de las reservas nacionales, las cuales permiten amortiguar las variaciones en los precios.

El coeficiente de la variable TLCAN (una variable dicotómica) fue -544.22, lo cual muestra que el

**Cuadro 3. Resumen del modelo de regresión estimado.**  
**Table 3. Summary of the estimated regression model.**

Estimación del modelo				
R <sup>2</sup>	0.96			
F (3,25)	225.14			
Durbin h	-1.95			
	Media PrecioMx	4292.46		
	Media PrecioUS	2368.77		
Parámetro	Estimación	Error Estándar	Valor t	Pr >  t
Intercepto	1096.3137	471.754	2.32	0.029
LagPrecioMex	0.6151	0.0911	6.77	<.001
PrecioUS	0.3190	0.065	4.92	<.001
TLCAN	-544.2233	245.176	-2.22	0.036

in the price of each scenario were applied over the base projection of the same institute.

Six scenarios are presented divided into two sections according to the price of petroleum: 1) high price with a mean of US \$ 100 per barrel and 2) low price with a mean of US \$ 50 per barrel. For each price level of petroleum three scenarios are presented: 1) without Renewable Fuels Standard (RFS) and Blend Wall (BW); 2) without Blend Wall; and 3) without Renewable Fuels Standard (RFS).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Estimated regression model

The function obtained from the regression model was as follows:

$$\begin{aligned}
 & \text{Price Mx} = 1096 + 0.319 \text{ Price USA} \\
 & \quad (2.32) \quad (4.92) \\
 & + 0.6152 \text{ LagPriceMx} - 544.22 \text{ NAFTA} \\
 & \quad (6.77) \quad (-2.22) \\
 & R^2 = 0.96 \quad F = 225.14 \quad (1)
 \end{aligned}$$

where PriceMx is: corn price in Mexico (\$/t); Price USA is: corn price in the U.S. (\$/t); LagPriceMx is: corn price in Mexico of the previous year (\$/t).

The summary of the estimated regression model is shown in Table 3. With an F of 225.14 and an R<sup>2</sup> of 0.96 obtained in the regression, the corn price in the USA significantly affects the corn price in México, thus the prices of México adjust to the changes in the USA prices (Araujo, 2011).

precio de maíz en México disminuyó \$544.22 por t con la entrada en vigor de este tratado, porque permitió importar maíz a un costo menor al de producción en México. El modelo de libre comercio sugiere que México en un mercado global debería producir en lo que es más eficiente e importar el resto. Este argumento pudo dar buenos resultados en un inicio, pero los actuales incrementos en las importaciones de maíz debido a la creciente producción de etanol usando este grano, ponen en duda el funcionamiento e impacto del TLCAN.

Las ecuaciones estimadas para el precio de maíz en México son las siguientes:

Sin el TLCAN:

$$\text{PrecioMx} = 1096 + 0.319\text{PrecioEU} + 0.6152\text{LagPrecioMx} \quad (2)$$

Con el TLCAN:

$$\text{PrecioMx} = 551.77 + 0.319\text{PrecioEU} + 0.6152\text{LagPrecioMx} \quad (3)$$

La ecuación 3 se utilizó para realizar las futuras predicciones de cambios en el mercado de maíz mexicano de los años 2011-2026.

### Elasticidad de transmisión de precios (ETP)

La ETP estimada entre el precio de maíz de EE.UU. y el precio de maíz en México fue 0.17 y esto significa que ante un aumento porcentual en el precio de maíz en EE.UU. el precio de maíz en México aumentará 0.17 %. Esta transmisión es un cambio inmediato que se presenta entre los precios; sin embargo, el precio de maíz en México está altamente influenciado por el precio del año anterior y, éste a su vez, influenciado por el precio de maíz en EE.UU. Estos resultados comprueban la relación entre los mercados de maíz en México y EE.UU., donde este último tiene una influencia directa en la determinación de los precios del primero (Nuñez y Ayala, 2009).

### Cambios con la eliminación de las políticas de Estados Unidos

Con la eliminación de las políticas para biocombustibles el precio de maíz en EE.UU. se reduciría entre 20 % y 30 % (McPhail y Babcock, 2011).

With a significance level of 5 % all of the coefficients are statistically significant. The Durbin-h statistic was  $-1.95$ , which indicates that there is no presence of autocorrelation.

The coefficient for the price in the USA is 0.319, that is, the price of corn in that country has a positive impact on the price of corn in México, and for every peso of increase of the corn price in the USA, the corn price in México will increase 32 cents, thus these price changes have a great impact on the Mexican market.

The coefficient of the lag dependent variable is 0.615, that is, the corn price in México is influenced by the price of the previous year. Nuñez and Ayala (2009) argued that the lag is explained by the presence of the national reserves, as they allow to buffer the price variations.

The coefficient of the variable NAFTA (a dichotomous variable) was  $-544.22$ , which shows that the corn price in Mexico decreased \$544.22 per t when this agreement went into effect, because it allowed the importation of corn at a lower price than that of Mexican production. The free trade model suggests that in a global market, México should produce what is most efficient and import the rest. This argument gave good results at the beginning, but the present increments in corn imports due to the growing production of ethanol using this grain place in doubt the functioning and impact of NAFTA.

The equations estimated for the price of corn in Mexico are as follows:

Without NAFTA:

$$\text{Price Mx} = 1096 + 0.319\text{PriceU.S.} + 0.61521\text{LagPriceMx} \quad (2)$$

With NAFTA:

$$\text{PriceMx} = 551.77 + 0.319\text{Price U.S.} + 0.6152\text{LagPriceMx} \quad (3)$$

Equation 3 was used to carry out the future predictions of changes in the Mexican corn market for the years 2011-2026.

### Price transmissione elasticity (PTE)

The PTE estimated between the corn price of the USA and the corn price in México was 0.17. This means that with a percent increase in the corn price in the USA, the corn price in México will increase by

Debido a que el precio de maíz en EE.UU. afecta significativamente el precio de maíz en México, una disminución en el precio de maíz en EE.UU. en ausencia de legislaciones se transfiere en una reducción del precio de maíz mexicano. Esta reducción podría ser 10 % en la ausencia de la política de LM y un precio alto de petróleo, hasta 16 % si ambas políticas (LM y NCR) fueran eliminadas y se presentara un precio bajo de petróleo, teniendo como referencia la proyección base estimada por FAPRI-ISU (2012) (Cuadro 4).

Como respuesta a la reducción en el precio de maíz sin la presencia de las políticas, se ocasiona un cambio en la oferta y demanda de este grano en México. La demanda, cuando el petróleo es barato, aumentaría 4 % con ambas políticas eliminadas y 3.6 % cuando el precio de petróleo es caro. La oferta de maíz en México sin ambas políticas, respondería a la disminución del precio reduciéndose 6.7 % y 5.8 % con precio bajo y alto de petróleo, respectivamente; la creciente industria del etanol y los elevados precios estimulan a los productores a incrementar la producción y los rendimientos para solventar la creciente demanda (Nuñez y Ayala, 2009).

La eliminación de políticas para la producción de biocombustibles en EE.UU. afectaría considerablemente las importaciones de maíz en México, incrementándolas hasta 31 % en un escenario donde el precio de petróleo es bajo y se eliminan ambas políticas. Lo anterior implica que con las políticas de

0.17 %. This transmission is an immediate change that occurs between the prices; however, the price of corn in México is highly influenced by the price of the previous year, and this in turn is influenced by the corn price in the USA. These results prove the relationship between the corn markets of México and the USA, where the latter has a direct influence on the determination of the prices of the Mexican market (Nuñez and Ayala, 2009).

#### Changes with the elimination of the policies of the United States

With the elimination of the policies for biofuels, the corn price in the USA would be reduced by 20 % to 30 % (McPhail and Babcock, 2011). Due to the fact that the price of corn in the USA significantly affects the price in México, a reduction in the corn price in the USA in absence of legislation is transferred to a reduction in the corn price in México. This reduction could be 10 % in the absence of the BW policy and a high price of petroleum, and as high as 16 % if both policies (BW and RFS) were eliminated and there were a low petroleum price, using as reference the base projection estimated by FAPRI-ISU (2012) (Table 4).

In response to the reduction in the price of corn in presence of the policies, a change is produced in the supply and demand of this grain in México. The demand, when petroleum is cheap, would increase by

**Cuadro 4. Coeficientes de variación promedio de precios, demanda, oferta e importaciones de maíz en México en diferentes escenarios.**

**Table 4. Average variation coefficients of prices, demand, supply and imports of corn in México under different scenarios.**

Escenario	Cambios en EE.UU.		Cambios en México		
	Precio	Precio	Demanda	Oferta	Importaciones
	Precio alto del petróleo (US \$100 por barril)				
1a. Sin NCR y LM	-0.265	-0.14	+0.036	-0.058	+0.273
1b. Sin LM	-0.20	-0.10	+0.027	-0.044	+0.207
1c. Sin NCR	-0.24	-0.13	+0.033	-0.054	+0.25
	Precio bajo del petróleo (US \$50 por barril)				
2a. Sin NCR y LM	-0.30	-0.16	+0.041	-0.067	+0.314
2b. Sin LM	-0.29	-0.156	+0.039	-0.065	+0.30
2c. Sin NCR	-0.25	-0.13	+0.034	-0.055	+0.26
Promedio		-0.136	+0.035	-0.057	+0.267

producción de biocombustibles en EE.UU. se han reducido las exportaciones de maíz como resultado inmediato del mandato de producción de etanol (Auld, 2012).

Los máximos y mínimos de los precios e importaciones estimados en la investigación se muestran en el Cuadro 5. La reducción mayor en precio e importaciones es en ausencia de ambas políticas y precios bajos de petróleo con \$ 2898 por t y 11 134 t importadas.

Los resultados se presentan para cada escenario.

### 1. Con precios altos de petróleo

Ante un escenario de precios de crudo altos el mezclador prefiere comprar más etanol para añadir a la gasolina y reducir la compra de petróleo y viceversa. Dado que la principal materia prima para producir etanol en EE.UU. es el maíz, los precios de petróleo afectan el precio del grano. La Figura 1 muestra los cambios en precio de maíz en distintos escenarios con un precio alto de petróleo. El escenario con la ausencia de ambas políticas muestra los precios más bajos.

4 % with both policies eliminated and 3.6 % when the price of petroleum is high. The supply of corn in Mexico without the two policies would respond to the price reduction, lowering by 6.7 % and 5.8 % with low and high petroleum price, respectively. The growing ethanol industry and high prices stimulate the producers to increase production and the yields to satisfy the growing demand (Nuñez and Ayala, 2009).

The elimination of policies for the production of biofuels in the USA would have a considerable effect on corn imports in México, increasing them by as much as 31 % in a scenario where the price of petroleum is low and both policies are eliminated. The above implies that with policies of biofuel production in the USA, the corn exports have been reduced as an immediate result of the norm of ethanol production (Auld, 2012).

The maximums and minimums of prices and imports estimated in the investigation are shown in Table 5. The greatest reduction in price and imports is in the absence of both policies and low petroleum prices with \$ 2898 per t and 11 134 t imports.

The results for each scenario are shown.

**Cuadro 5. Máximos y mínimos de precios e importaciones de maíz en México en diferentes escenarios.**  
**Table 5. Maximums and minimums of prices and imports of corn in Mexico under different scenarios.**

Escenario	Precio		Importaciones		
	*Coeficiente de variación	Pesos/t	*Coeficiente de variación	Miles de t	
Precio alto del petróleo (US \$100 por barril)					
1a. Sin NCR y LM	Mínimo	-0.065	2835	+ 0.22	16 383
	Máximo	-0.15	3011	+ 0.35	10 723
1b. Sin LM	Mínimo	-0.05	2884	+ 0.16	15 673
	Máximo	-0.12	3150	+ 0.27	10 041
1c. Sin NCR	Mínimo	-0.06	2851	+ 0.20	16 149
	Máximo	-0.14	3057	+ 0.32	10 498
Precio bajo del petróleo (US \$50 por barril)					
2a. Sin NCR y LM	Mínimo	-0.075	2806	+ 0.25	16 811
	Máximo	-0.18	2898	+ 0.4	11 134
2b. Sin LM	Mínimo	-0.07	2813	+ 0.24	16 711
	Máximo	-0.18	2948	+ 0.39	11 038
2c. Sin NCR	Mínimo	-0.06	2847	+ 0.20	16 211
	Máximo	-0.15	3045	+ 0.33	10 557

\* El coeficiente de variación es respecto a la proyección base estimada por FAPRI-ISU (2012) ♦ The coefficient of variation is compared to the estimated base line projection.



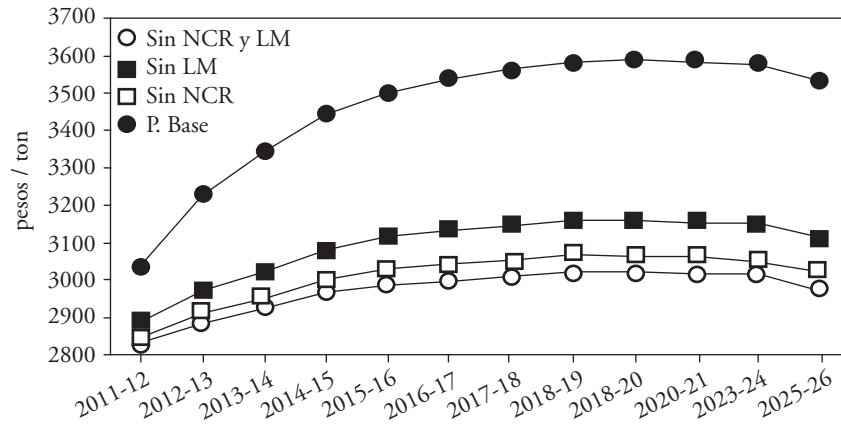


Figura 1. Precios de maíz en México ante diferentes escenarios de políticas de etanol cuando el precio de petróleo es alto 2011-2026.

Figure 1. Prices of corn in Mexico under different scenarios of ethanol policies when the price of petroleum is high 2011-2026.

**Escenario 1a. Eliminación de ambas políticas (NCR y LM).** Con la eliminación de ambas políticas, el precio de maíz en EE.UU. disminuiría en promedio 26.5 %. El precio de maíz en México tendría una reducción promedio de 14 %. La demanda aumentaría en 3.6 %, mientras que la oferta se reduciría en 5.8 %. Estos cambios ocasionarían que las importaciones aumentarían en promedio 27.3 % en el periodo 2011-2026.

Con una reducción en el precio de maíz, México importaría mayor volumen de este grano. Por lo cual, gráficamente, la proyección base es inferior a los tres escenarios (Figura 2).

**Escenario 1b. Eliminación del LM de etanol.** El modo más sencillo para usar y vender etanol es mezclándolo con la gasolina. En 2012 el LM en EE.UU. es 10 % etanol y 90 % gasolina (E10). El precio de maíz en el periodo 2011-2026 en México se reduciría en promedio 10.6 %. En este escenario, la demanda de maíz aumentaría en 2.7 % y la oferta se reduciría en 4.41 %. Ante los cambios de oferta y demanda las importaciones aumentarían 20.7 %.

**Escenario 1c. Eliminación de la NCR.** Al eliminar la NCR el precio de maíz se reduce 24 % en EE.UU. Este cambio provocaría en promedio 12.9 % de reducción en el precio de maíz en México. La demanda se aumentaría 3.3 % en promedio, mientras que la oferta se reduciría 5.4 %. Las nuevas importaciones aumentarían en promedio 25 %.

### 1. With high petroleum prices

With a scenario of high crude oil prices, the mixer prefers to buy more ethanol to add to the gasoline and reduce the purchase of petroleum, and vice-versa. Given that the principal raw material for producing ethanol in the USA is corn, the prices of petroleum affect grain prices. Figure 1 shows the price changes of corn in different scenarios with a high petroleum price. The scenario with absence of both policies shows the lowest prices.

**Scenario 1a. Elimination of both policies (RFS and BW).** With the elimination of both policies, the price of corn in the USA. would be reduced by an average of 26.5 %. The price of corn in México would be reduced by an average of 14 %. The demand would increase by 3.6 %, whereas the supply would be reduced by 5.8 %. These changes would cause an increment in imports by an average of 27.3 % in the period 2011-2026.

With a reduction in the price of corn, México would import a higher volume of this grain. Therefore, graphically, the base projection is lower than the three scenarios (Figure 2).

**Scenario 1b. Elimination of the BW of ethanol.** The simplest way to use and sell ethanol is mixing it with gasoline. In 2012 the BW in the USA is 10 % ethanol and 90 % gasoline (E10). The price of corn

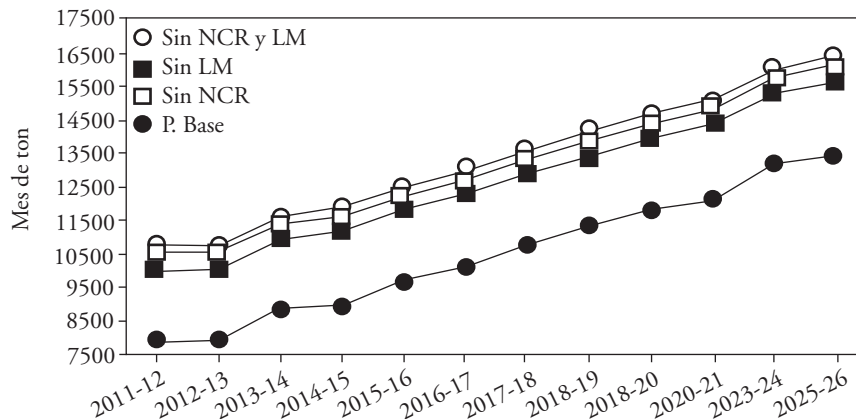


Figura 2. Importaciones de maíz en México ante diferentes escenarios, cuando los precios de petróleo son altos 2011-2026.  
Figure 2. Imports of corn in México under different scenarios, when the prices of petroleum are high 2011-2026.

## 2. Precios bajos de petróleo

La disminución en los precios de petróleo reduce el consumo de maíz para la producción de etanol, por lo que la demanda de maíz es menor y el precio más bajo comparado con la proyección base (Figura 3). México, con un precio menor de maíz, aumentaría su demanda y reduciría la oferta de los productores mexicanos. Esto provocaría mayor incremento en las importaciones comparado con los escenarios donde el precio del crudo es alto (Figura 4).

**Escenario 2a. Eliminación de ambas políticas (NCR y LM).** El precio de maíz en EE.UU. se reduciría en 30 %. Este cambio en el precio del país exportador causaría que el precio en México se reduzca en 16 %. La demanda de maíz en México se aumentaría 4 % con ambas políticas eliminadas, mientras que la oferta se reduciría 6.7 %. Las importaciones serían 31.4 % mayores respecto a la proyección base.

**Escenario 2b. Eliminación del LM de etanol.** En este escenario en EE.UU. hay una reducción de 29 % en el precio de maíz. Este cambio reduciría el precio del maíz mexicano un promedio de 15.6 %. La demanda de maíz en México se aumentaría 3.9 %, mientras que la oferta sería 6.5 % menor. En respuesta a estos cambios, las importaciones mexicanas aumentarían 30 %.

**Escenario 2c. Eliminación de la NCR.** En EE.UU. el precio de maíz se reduciría en 25 %. En México este cambio reduciría promedio 13 % el precio de maíz mexicano. La demanda aumentaría 3.4 % y la oferta disminuiría 5.5 %, incrementando las importaciones 25.7 %.

in the period 2011-2026 in Mexico will be reduced by an average of 10.6 %. In this scenario, the demand of corn would increase by 2.7 % and the supply would have a reduction of 4.41 %. With the changes of supply and demand the imports would increase by 20.7 %.

**Scenario 1c. Elimination of the RFS.** By eliminating the RFS the price of corn is reduced by 24 % in the USA. This change would provoke an average of 12.9 % reduction in the corn price in México. The demand would increase by an average of 3.3 %, whereas the supply would be reduced by 5.4 %. The new imports would increase by an average of 25 %.

## 2. Low petroleum prices

The reduction in petroleum prices reduces the consumption of corn for ethanol production, thus the demand for corn is lower and the price is lower compared with the base production (Figure 3). México, with a lower corn price, would have a higher demand and there would be a reduction in the supply of the Mexican producers. This would cause a greater increment in the imports compared with the scenarios where the price of crude oil is high (Figure 4).

**Scenario 2a. Elimination of both policies (RFS and BW).** The price of corn in the USA. would be reduced by 30 %. This change in price of the exporting country would cause the price in Mexico to be reduced by 16 %. The demand of corn in Mexico would increase by 4 % with both policies eliminated, while the supply would be reduced by 6.7 %. The

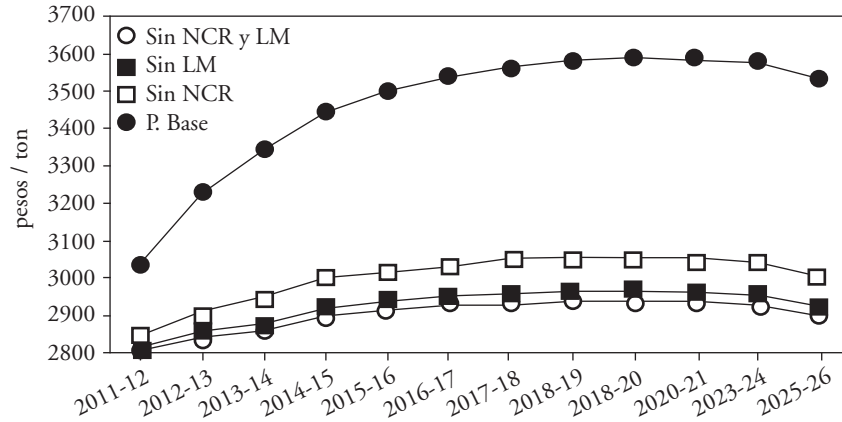


Figura 3. Precios de maíz en México ante diferentes escenarios de políticas de etanol cuando el precio de petróleo es bajo 2011-2026.

Figure 3. Prices of corn in México under different scenarios of ethanol policy when the price of petroleum is low 2011-2026.

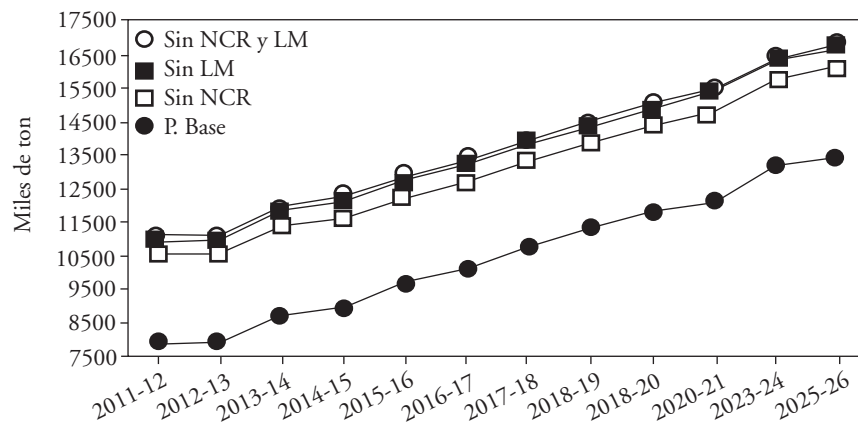


Figura 4. Importaciones de maíz en México ante diferentes escenarios, cuando los precios de petróleo son bajos. 2011-2026.

Figure 4. Imports of corn in México under different scenarios, when the prices of petroleum are low. 2011-2026.

Los resultados muestran que con las políticas de producción de etanol en EE.UU., el precio de maíz en México será 13.6 % más alto que sin las políticas que fomenten la producción de este biocombustible. Ante el incremento en el precio de maíz debido a la producción de etanol la oferta aumenta 5.7 %. Por lo tanto, de acuerdo con Wise (2009), incluso con la reducción de soporte gubernamental a través de sus programas de apoyo hacia pequeños y medianos productores, éstos han aumentado la producción como respuesta al incentivo de un mejor pago.

imports would be 31.4 % higher with respect to the base projection.

**Scenario 2b. Elimination of the BW of ethanol.** In this scenario in the USA, there is a 29 % reduction in the price of corn. This change would reduce the price of Mexican corn an average of 15.6 %. The demand of corn in Mexico would increase by 3.9 %, while the supply would be 6.5 % lower. In response to these changes, the Mexican imports would increase by 30 %.

El cambio en los precios de maíz en EE.UU. afecta la demanda en México; así, ésta se reduce en promedio 3.5 % cuando el precio de maíz aumenta debido a las políticas de producción de biocombustibles en EE.UU.

Las importaciones de maíz en México, de continuar las políticas de producción de etanol en EE.UU., serán en promedio 26.7 % menores a lo que podrían ser sin la existencia de éstas, Wise (2010) menciona que crecieron de 7 % en 1990 a 34 % en 2012.

Un factor en los cambios de precios e importaciones es el costo de petróleo, ya que el mezclador decide qué cantidad de etanol adiciona. Debido a esto la mayor reducción del precio y el mayor incremento en las importaciones se presenta cuando los precios de petróleo son bajos, ya que la demanda de maíz para la producción de etanol en estos escenarios es menor.

Es importante mencionar que el aumento en el precio de maíz debido a las políticas de producción de etanol en EE.UU. se refleja en un aumento en el precio de la tortilla, que según Wise (2012) ha sido 14 %, lo cual afecta a toda la población mexicana.

## CONCLUSIONES

El cambio en el precio de maíz en EE.UU. debido a las políticas de producción de biocombustibles (NCR y LM) provoca variaciones en el precio de maíz en México. Sin la producción de etanol desde maíz en EE.UU. su precio se reduciría y las importaciones mexicanas aumentarían.

Las políticas de producción de biocombustibles son afectadas por el precio del petróleo en EE.UU. La mayor variación se presenta cuando los precios del crudo son bajos debido a que se reduce la demanda de maíz para producción de etanol. La eliminación de la política de LM tiene un impacto menor cuando los precios de petróleo son altos (US \$100/barril), mientras que la política NCR presenta poca variación en respuesta al precio del crudo.

Los mayores cambios en México con la eliminación de las políticas de biocombustibles en EE.UU. se presentarían con precios de petróleo bajos (US \$50/barril) y ambas políticas (LM y NCR) eliminadas, mientras que el menor impacto se tendría cuando el precio del petróleo fuera alto (US \$100/barril) y se eliminara la política de LM.

**Scenario 2c. Elimination of the RFS.** In the USA, the price of corn would be reduced by 25 %. In México this change would reduce an average of 13 % the price of Mexican corn. The demand would increase by 3.4 % and the supply would decrease by 5.5 %, increasing imports by 25.7 %.

Results show that with the policies of ethanol production in the USA, the price of corn in México will be 13.6 % higher than without the policies that favor the production of this biofuel. With the increase in the price of corn due to ethanol production, the supply increases by 5.7 %. Therefore, according to Wise (2009), even with the reduction of government support through its programs of support to small and medium sized producers, farmers have increased production in response to the incentive of a better payment.

The change in corn prices in the USA affect the demand in México, thus it would be reduced by an average of 3.5 % when the price of corn increases due to the production policies of biofuels in the USA.

The imports of corn in México, if the policies of ethanol production in the USA continue, will be an average of 26.7 % lower than what they would be without their existence. Wise (2010) mentions that they grew from 7 % in 1990 to 34 % in 2012.

One factor in the price and import changes is the cost of petroleum, given that the mixer decides the amount of ethanol to add. Therefore, the greatest reduction in price and the highest increment in imports occurs when petroleum prices are low, given that the demand of corn for ethanol production in these scenarios is lower.

It is important to mention that the increase in the price of corn due to the policies of ethanol production in the USA has been reflected in an increment in the price of tortilla, which according to Wise (2012) has been 14 %, which affects the entire population of México.

## CONCLUSIONS

The change in the price of corn in the USA due to the production policies of biofuel production (RFS and BW) provokes variations in the corn prices in México. Without the production of ethanol from

## LITERATURA CITADA

- ASERCA, 2012. Síntesis Informativa nacional sobre los principales cultivos. Dirección de Estudios y Análisis de Mercados, Dirección General de Operaciones Financieras. 4 p. <http://www.aserca.gob.mx/sicsa/boletineszip/sintesisNal.pdf> (Consulta: octubre, 2012)
- Araujo E., S. R. 2011. Análisis de transmisión de precios entre los mercados de maíz mexicanos y el mercado estadounidense: métodos lineales y no lineales. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 229: 39-78.
- Auld D. 2012. The Economics of Ethanol, Agriculture and Food. *J. Sustainable Develop.* 5 (08). <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/19375/12853> (Consulta: noviembre, 2012).
- Banco de México. Varios años. Índices de precios al Productor. México. <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA77&sector=20&locale=es>. (Consulta: abril 2012).
- EIA (Energy Information Administration), 2012. Biofuels Issues and Trends. <http://www.eia.gov/biofuels/issuetrends/pdf/bit.pdf> (Consulta: septiembre 2012).
- Energy Independence and Security Act of 2007 (EISA). 2007. One Hundred Tenth. Congress of the United States of America.
- FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute), 2012. Elasticity Database. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/elasticity.aspx>. (Consulta: agosto, 2012).
- FAPRI-ISU (Food and Agricultural Policy Research Institute), 2012. World Agricultural Outlook. Coarse grains / World Agricultural Outlook Biofuel. [http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/2\\_grain.pdf](http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/2_grain.pdf). [http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/5\\_biofuels.pdf](http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/5_biofuels.pdf) (Consulta: agosto, 2012).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2012. Banco de Información Económica. Varios años. Indicadores Económicos. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>(Consulta: agosto, 2012).
- McPhail, L. L., and B. A. Babcock, 2011. Impact of US biofuel policy on US corn and gasoline price variability. *ENERGY* 37 (01): 505-513.
- Muñoz-Lagos, R. E., R. A. Ortega-Blu, L. G. Acosta-Espejo, y R. A. González-Platteau. 2010. Biocombustibles en Chile. II. Evaluación económica de la elaboración de biocombustibles. *Agrociencia*. 44: 611-622.
- Núñez G., L. D., y D. A. Ayala O. 2009. Impacto de la producción de bioetanol en el mercado de maíz. *Econ. y Soc.* XIV (23):105-123.
- Ortega-Blu, R. A., R. E. Muñoz-Lagos, L. G. Acosta-Espejo y R. A. González-Platteau. 2010. Biocombustibles en Chile. I. Edentificación y balance enérgico de la producción de materias primas y de biocombustibles. *Agrociencia* 44: 611-622.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2010. Indicadores básicos del sector agroalimentario y pesquero. SIAP, Abril del 2010. [http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/InformaciondeMercados/Mercados/mode-los/Indicadoresbasicos2009.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/InformaciondeMercados/Mercados/mode-los/Indicadoresbasicos2009.pdf). (Consulta: Junio 2014)
- SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta), 2012. Información Agrícola de los años 1980 a 2007. Centro de estadísticas agropecuarias (C.E.A) (Consulta: abril, 2012).
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2012. Balanzas Disponibilidad-Consumo de Productos Agrícolas. Maíz amarillo y maíz blanco. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=379](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=379). (Consulta: enero, 2013).
- Turrent F., A., A. Wise T., E. Garvey. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz en México. Mexican Rural Development Research. Report 24.
- USDAa (United States Department of Agriculture), 2012. Feed grains: Yearbook tables. <http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables.aspx>. (Consulta: marzo, 2012).
- USDAb (United States Department of Agriculture), 2012. World Corn Trade/ World Corn Production, Consumption, and Stocks, electronic database. <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdgetreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=455&hidReportRetrievalTemplateID=7>. (Consulta: enero, 2013).
- USDAc (United States Department of Agriculture), 2012. [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Mexico%20City\\_Mexico\\_7-11-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Mexico%20City_Mexico_7-11-2012.pdf)WASDE-511 (World Agricultural Supply and Demand Estimates), October 11, 2012. <http://usda01.library.cornell.edu/usda/waob/wasde//2010s/2012/wasde-10-11-2012.pdf> (Consulta: julio, 2012)

—End of the English version—

\*—

Wise, T. A. 2009. Agricultural Dumping Under NAFTA: Estimating the Costs of US Agricultural Policies to Mexican Producers. Global Development and Environment Institute. Working Paper No. 09-08. 42 p.

Wise, T. A. 2012. The cost to Mexico of US Corn Ethanol Expansion. GDAE. Working Paper No. 12-01. 14 p.