

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
México

2010

PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES CON MAÍZ: UN ANÁLISIS DE BIENESTAR EN MÉXICO

Salvador González Andrade y Alejandro Brugués Rodríguez
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol. 6, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 73-85



e-revist@s



PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES CON MAÍZ: UN ANÁLISIS DE BIENESTAR EN MÉXICO¹

PRODUCTION OF BIOFUELS WITH CORN: A WELFARE ANALYSIS IN MEXICO

Salvador **González-Andrade**¹ y Alejandro **Brugués-Rodríguez**²

¹Profesor Investigador de El Colegio de la Frontera Norte. Departamento de Estudios Económicos, Tijuana. Correo electrónico: salvador@colef.mx. ²Profesor Investigador de El Colegio de la Frontera Norte. Dirección Regional Noroeste. Ciudad Juárez. Correo electrónico: abrugues@colef.mx.

RESUMEN

Ante la disminución de la oferta mundial y el aumento de los precios de los combustibles fósiles existe una tendencia creciente por generar alternativas energéticas. La producción de materias primas para generar biocombustibles compite con la producción de alimentos, fibras y madera. La producción de etanol a partir de granos como el maíz y el trigo impactará el comercio mundial de alimentos. En Estados Unidos, principal proveedor de maíz amarillo para México, en 2012 se prevé usar una mezcla de combustible con diez por ciento de etanol (OECD, 2006). El uso del maíz, alimento básico del pueblo mexicano, en la generación de etanol tendrá efectos redistributivos en bienestar social a través de los precios y cantidades producidas y consumidas.

Palabras clave: alimentos, precios, mercado, oferta, demanda, elasticidad.

SUMMARY

According to the decrease in the global offer and the increase of prices of fossil fuels exists a growing trend to generate energy alternatives. The production of commodities to generate biofuels competes with the production of foods, fibers and wood. The ethanol production from grains as corn and weath will impact the global market of food. In the United States, the main supplier of yellow corn to Mexico, in 2012 is foreseen to use a mixture of biofuels with ten percent of ethanol (OECD, 2006). The use of corn, basic food of Mexicans, in the generation of ethanol will have redistributive effects of social welfare through prices and amounts produced and consumed.

Key words: food, prices, market, offer, demand, elasticity.

INTRODUCCIÓN

Ante la disminución de la oferta mundial y el aumento de los precios de los combustibles fósiles existe una tendencia creciente por generar alternativas energéticas. La producción de materias primas para generar biocombustibles compite con la producción de alimentos, fibras y madera. La producción de etanol a partir de granos como el maíz y el trigo impactará el comercio mundial de alimentos. En Estados

Unidos, principal proveedor de maíz amarillo para México, en 2012 se prevé usar una mezcla de combustible con 10% de etanol (OECD, 2006). El uso del maíz, alimento básico del pueblo mexicano, en la generación de etanol tendrá efectos redistributivos en bienestar social a través de los precios y cantidades producidas y consumidas.

La demanda de biocombustibles se está incrementando debido a la necesidad cada vez mayor de energéticos, el alza en el costo del petróleo, la búsqueda de fuentes de energía renovables y no contaminantes y el deseo de aumentar los ingresos agrícolas en los países en desarrollo. Asimismo, ha aumentado en forma drástica la necesidad de contar con cultivos, como el maíz y la caña de azúcar, que pueden utilizarse como materia prima para producir biocombustibles. Esta demanda ha tenido a nivel mundial un impacto significativo y cada vez mayor en los sistemas alimentarios (IFPRI y CGIAR, 2009).

Los efectos de la creciente demanda de biocombustibles están entremezclados con los restringidos mercados de granos, reflejo de los cambios demográficos y de una mejor alimentación. En los países en desarrollo, a medida que la población y los ingresos se incrementan, las preferencias en materia de alimentos van cambiando de cultivos básicos a productos de mayor valor, como los cárnicos y los lácteos. Como resultado, la demanda de alimento para animales a base de granos y proteínas está subiendo desmesuradamente y compitiendo con la demanda de alimentos para consumo humano. Estos cambios han llevado a la intensificación de la presión ejercida sobre los mercados mundiales de productos agrícolas y al alza en el precio de los alimentos.

¹Este documento es producto de una ponencia presentada en el XXXII Encuentro RNIU; Cuarto Congreso Internacional: Balance y Perspectivas. Visiones integrales del campo y de la ciudad en los albores del siglo XXI, Cuernavaca Morelos, 23, 24 y 25 de septiembre de 2009.

Las personas de escasos ingresos en zonas tanto urbanas como rurales son más vulnerables a estas fuerzas porque destinan una gran proporción de sus ingresos a la compra de alimentos. Los subsidios a los biocombustibles en los países en desarrollo tienden a incrementar el precio de los alimentos, lo cual reduce el consumo y el bienestar nutricional de los compradores netos. Los altos precios de los productos elaborados a partir de cultivos que se utilizan como materia prima para producir biocombustibles pueden elevar los ingresos de algunos agricultores de los países en desarrollo y los salarios de los trabajadores de campo, pero la cuestión de la distribución de ingresos entre ganadores y perdedores persiste.

A nivel mundial existe una tendencia creciente a producir biocombustibles. Particularmente, Estados Unidos destina actualmente 20% de su producción de maíz amarillo a la generación de etanol.^{1,2} Dicha tendencia tendrá efectos en los precios y cantidades producidas y consumidas. El presente trabajo busca contribuir al debate sobre quienes ganan y quienes pierden. Para ello se ha planteado abordar el siguiente objetivo: analizar los impactos sobre el bienestar social en México debido a cambios en la oferta y demanda de maíz provocados por la reorientación en el uso del grano en Estados Unidos a la producción de etanol.

La metodología empleada es con base en estadísticas del SIAP de la Sagarpa y de comercio exterior se hace un análisis estadístico de oferta y demanda de maíz en México. Se usa la teoría económica del productor y consumidor y se estiman los efectos en el bienestar social

¹ En la producción de bioetanol además del maíz se usan cultivos como caña de azúcar (es la más eficiente en términos de azúcar y fibra producida), el mijo perenne (*Panicum virgatum*), la remolacha, el trigo y el sorgo; también pueden emplearse los desechos y residuos de biomasa y los residuos sólidos urbanos (IAASTD, 2009).

² En Estados Unidos la producción de etanol a partir del maíz registra un bajo costo 0.289 US\$/litro comparada con Canadá 0.335 US\$/litro y con la Unión Europea 0.448 US\$/litro (OECD, 2006)². No obstante, para impulsar la producción de los biocombustibles y hacerla competitiva con los actuales precios de los derivados del petróleo son necesarias políticas de desgravación o subsidios. Por ejemplo, para cumplir el objetivo de mezcla de 10% de combustible con etanol en el año 2012 algunos de los principales incentivos que otorga el gobierno a de los Estados Unidos a la industria de los biocombustibles son: la excepción de impuestos, créditos fiscales y la desprotección de aditivos derivados del petróleo (Romanelli y Scherger, 2007).

debido a cambios de precios y cantidades (Sonnet, 2007; Romanelli y Scherger, 2007; Sadoluet, y de Janvry, 1995).

Teoría económica ¿Producción de biocombustibles o alimentos?

Supóngase por el momento que la economía mundial está representada por todo el planeta. La tierra cultivable es el factor escaso por excelencia y debe ser asignado entre producir granos alimenticios para el consumo humano o granos para elaborar biodiésel y alcoholes. El estado tecnológico está dado para un determinado momento del tiempo, y es aplicado en la agricultura por un lado y en la fabricación de biodiésel por otro. La frontera de posibilidades de producción (FPP) muestra las máximas cantidades posibles que se pueden producir de alimentos y biocombustibles con el estado tecnológico actual, pleno aprovechamiento de los recursos y máxima eficiencia (Figura 1). La concavidad de la frontera aa' indica que existen costos de oportunidad crecientes y rendimientos decrecientes de los factores productivos cuando éstos se van trasladando desde la producción de granos para alimentos a la de granos para biocombustibles³. Es evidente, al principio como podría representarse la situación actual, la tierra disponible para granos de cosecha es aprovechada casi en su totalidad y solo una pequeña parte se destina a materia prima para biocombustibles. Sin embargo, vamos a suponer que para producir más biocombustibles será necesario sacrificar granos para alimentos. Esto hará que cada cantidad adicional y constante de granos que se vaya agregando a la producción de biocombustibles exigirá sacrificar cantidades crecientes de granos para alimentos pues se irán trasladando tierras de menor fertilidad, antes utilizadas para granos alimenticios, a sembrar granos para biocombustibles. En este proceso podemos suponer la presencia de un *trade off* entre granos más aptos o de mayor rendimiento en la industria del biodiésel comparado con el rendimiento del grano para alimentos. El otro fenómeno que se puede apreciar es el de los precios relativos representado por las líneas hh',

³ También se puede afirmar que la concavidad indica tecnologías de rendimientos decrecientes a escala (Hey J. Microeconomía Intermedia).

jj', tangentes a la frontera actual. La inclinación cada vez más pronunciada de las líneas de transformación estaría mostrando que el precio relativo de los biocombustibles va creciendo con relación al precio de los alimentos en cuanto los costos de oportunidad son crecientes en términos de sacrificio de granos destinados a alimentos.

También siguiendo las reglas del óptimo de Pareto puede señalarse que los costos marginales del biodiésel son crecientes con relación a los costos marginales de los alimentos. Ninguno de los cambios entre E, E'' y E' puede modificar el bienestar de la sociedad por el momento. La condición de equilibrio es entonces,

$$TMgST(A:B) = C_m(B) / C_m(A) = P(B) / P(A)$$

siendo TMgST la tasa marginal de sustitución entre bienes, C_m los costos marginales y P los precios; aquí también los costos de oportunidad son crecientes.

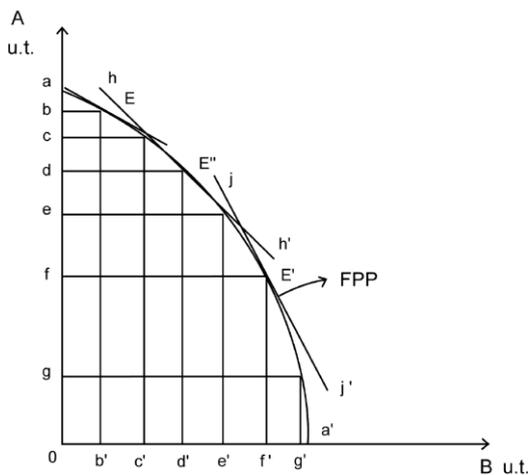


Figura 1. Frontera de posibilidades de producción y equilibrio para precios relativos alternativos y estado tecnológico dado.

En la figura 2, y de acuerdo a lo propuesto por Sonnet (2007), introducimos un cambio tecnológico en el sector de la agricultura que permite desplazar la frontera FPP hasta FPP'. Ahora si todos los recursos disponibles se aplicaran a producir solamente granos para alimentos, con la nueva tecnología se lograrían cantidades adicionales en una magnitud aa''. Este supuesto es bastante plausible pues es de esperar que sigan incorporándose innovaciones

en la genética vegetal, nuevas técnicas agronómicas y en maquinarias y mejoras en los suelos para aumentar su productividad. En cambio, en las tecnologías de fabricación de biodiésel no se esperan avances que pudiesen mejorar los rendimientos en el corto plazo. Frente a este fenómeno de cambio tecnológico, la sociedad podría experimentar una alteración en los precios relativos y una mejora en el bienestar, pasando del equilibrio E donde la curva de indiferencia social hace tangencia con FPP', a la nueva posición en E'' sobre una curva de bienestar superior. Destacan dos cuestiones: este modelo no resuelve los problemas de los cambios en la distribución del ingreso, de hecho considera una sociedad homogénea en donde la propiedad de los recursos no está identificada con varias clases sociales. Pero lo que nos muestra el modelo, en efecto, es que habrá menos alimentos y más biocombustibles como resultado positivo del cambio tecnológico. El problema de la distribución no lo contempla este modelo tal como se ha planteado.

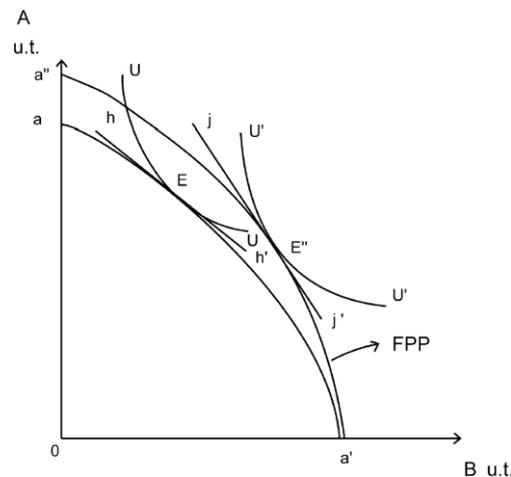


Figura 2. Cambio tecnológico en la producción de alimentos y mejora del bienestar

Equilibrios en los mercados de combustibles, granos y alimentos

La evolución de los biocombustibles, tanto en el ámbito mundial como entre los diferentes países, está directamente vinculada a lo que sucede en el mercado de combustibles como disparador del escenario. El mercado de granos aparece como centro de impactos y el mercado de alimentos como receptor de efectos derivados. Para analizar las consecuencias del crecimiento en el

uso de biocombustibles, a continuación se realiza una interpretación estilizada entre estos tres mercados (Romanelli y Scherger, 2007).

a) Mercado de combustibles

Supongamos que el mercado energético está compuesto por la oferta y demanda de combustibles como el petróleo y el gas, recursos de origen fósil. A partir de una oferta y demanda iniciales, el equilibrio se encontraría en el punto E_0 (Q_0 , P_0), como se aprecia en la figura 3.

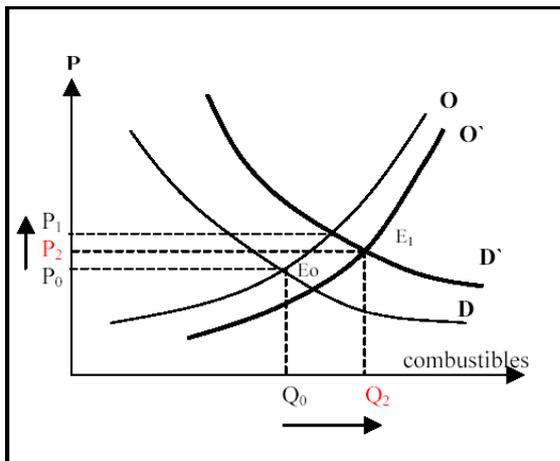


Figura 3. Mercado mundial de combustibles.

¿Qué ocurre con la demanda mundial de energía?. Se prevé que continuará creciendo en el mediano y largo plazo, sea por crecimiento demográfico ó el uso más intensivo de bienes energéticos. Si bien algunos países están intentando disminuir su consumo energético (como la UE), la demanda se ve fuertemente impulsada por el crecimiento de países como India y China, y la expansión continua del consumo, por ejemplo, en países desarrollados de gasolina para abastecer su amplio parque automotor. Este incremento en la demanda se visualiza con un desplazamiento de la curva hacia la derecha (de D a D').

La expansión de la demanda se traduce en un aumento del precio de los combustibles (de P_0 a P_1). Así, se genera un escenario altamente favorable para la producción de combustibles alternativos como el etanol y el biodiésel, cosa que ya ha sucedido, como se señaló en la sección primera de este trabajo. Estos, por ser su producción más costosa, requieren precios altos para resultar rentables. El auge en la producción

de biocombustibles puede representarse como un desplazamiento de la oferta en el mercado energético (de O a O'). Si bien este aumento en la oferta permite en parte compensar la creciente demanda, se espera que el ritmo de crecimiento de esta última sea mayor y por lo tanto el precio final de equilibrio (P_2) resulte superior al inicial (P_0).

b) Mercado de granos

Los biocombustibles se producen actualmente a partir de vegetales como el maíz, la soja y la caña de azúcar. En el Figura 4 se representan los cambios previstos a partir de una situación inicial de equilibrio E_0 (este punto se corresponde al equilibrio inicial del mercado de combustibles).

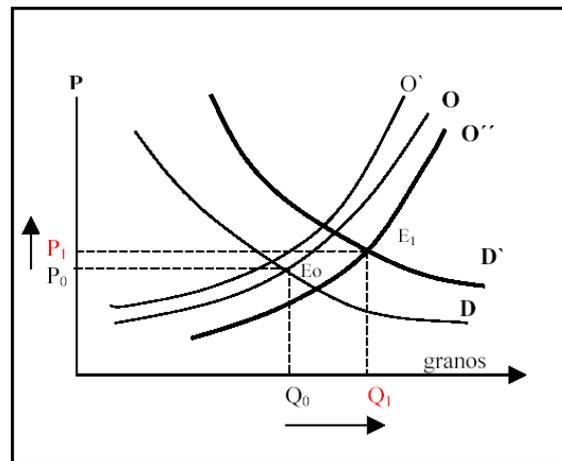


Figura 4. Mercado de materias primas agrícolas.

Los impactos como consecuencia de la mayor demanda de granos para biocombustibles se pueden desdoblar en dos efectos: 1) sobre la demanda y 2) sobre la oferta. El primero opera de la siguiente manera: un precio mayor en el mercado de combustibles, el cual aumenta la rentabilidad de los biocombustibles, genera fuertes incentivos para expandir su producción, esto implicará un aumento en la demanda de materias primas agrícolas para producirlos. Esto se visualiza en el gráfico por un desplazamiento de la demanda hacia la derecha (de D a D').

El segundo efecto, se encuentra comprendido entre dos movimientos que operan en sentido opuesto. Por un lado, el creciente precio de los combustibles implica un aumento en el costo de producción de los bienes agrícolas (transporte,

energía, agroquímicos, etc.)⁴. Esto se traduce en un desplazamiento de la oferta hacia la izquierda (de O a O'). Por otro lado, este mayor precio incentiva a los otros productores agropecuarios a expandir su producción, lo cual se traduciría en el largo plazo en una expansión de la frontera agrícola (como lo muestra la figura 2), y en un desplazamiento de la oferta hacia la derecha (de O' a O'')⁵.

El efecto final sobre el precio dependerá de la fuerza de cada uno de estos impactos, pero se esperaría, que a pesar de un aumento en la oferta de materias primas agrícolas, prevalezca el crecimiento de la demanda determinando un precio de equilibrio mayor al inicial (P_1) en el largo plazo.

Cabe destacar que dentro del mercado agrícola, se observará una redistribución entre cultivos o usos de las tierras disponibles, en favor de la producción de insumos para los biocombustibles y en detrimento de otras producciones. Las tierras marginales se destinarán a actividades menos rentables. Esto generará, a su vez, un cambio en los precios relativos de los diferentes productos.

c) Mercado de alimentos

Las materias primas agrícolas son a la vez, insumos para la producción de biocombustibles e insumos para la producción de alimentos, por lo cual se observarán impactos en este último mercado. Esperando una demanda creciente, como en el caso de los combustibles: por el crecimiento económico y el crecimiento poblacional, aunque algo menor por tener los alimentos una elasticidad ingreso de la demanda menor a la de combustibles. Esto se representa por un desplazamiento de la demanda hacia la derecha (de D a D'), como se aprecia en el Figura 5.

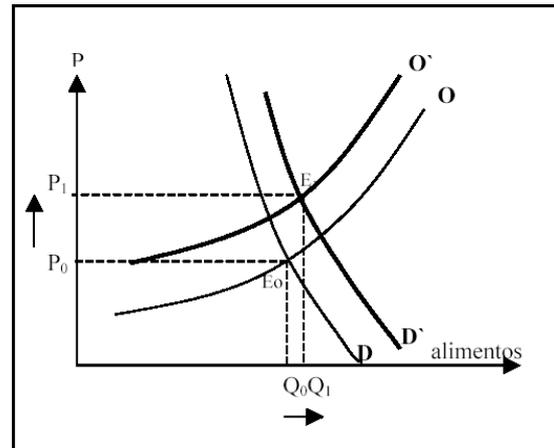


Figura 5. Mercado mundial de alimentos.

La oferta disminuye porque el aumento en el precio de las materias primas agrícolas implica un mayor costo en la producción de alimentos. Este impacto se transmite a través de toda la cadena alimentaria. Por ejemplo, el aceite comestible, la harina y almidón de maíz, sufrirán un gran aumento en sus costos. El efecto final es un aumento en el precio de los alimentos (P_1).

En el caso del ganado criado a campo abierto o pasturas, los efectos serán indirectos, ya que la producción se verá desplazada a tierras menos fértiles, por la producción más rentable de materias primas para biocombustibles. Los costos de oportunidad se verán incrementados y por lo tanto el de las carnes derivadas.

Así, puede observarse que la producción de biocombustibles es el eslabón que une al mercado energético con el mercado de alimentos, generando un movimiento conjunto en sus precios: a mayor precio del combustible, mayor precio en los alimentos.

No obstante que no se discuten los impactos ambientales, cabe señalar que la expansión de la frontera agrícola supone la incorporación de tierras menos fértiles, que demanden técnicas más invasivas sobre el suelo y mayor cantidad de agroquímicos. Esto puede generar una sobreexplotación de las tierras a favor de los cultivos bioenergéticos, la erosión del suelo y contaminación del agua.⁶

⁴ Según estimaciones de OCDE (2006) para el 2014, el incremento en los costos de los insumos reducirá la oferta mundial de granos en 1.7% y de oleaginosas en el 2.8%. Asimismo este efecto provocará incrementos en los precios del 10 y 17% respectivamente.

⁵ Ese es un escenario bastante plausible pues la CEPAL (2007) estima un balance de oferta de tierras disponibles para los países latinoamericanos, lo cual daría lugar a un espacio importante para desplazar la frontera agrícola y llevar la curva de oferta a la derecha.

⁶ Otros analistas argumentan que todavía existe capacidad disponible para cultivos energéticos, que asociados a políticas de

Evaluación mundial preliminar

La apreciación cuantitativa de los cambios que se vislumbran para los tres mercados analizados anteriormente, requiere la utilización de modelos de simulación de suficiente complejidad⁷. Una forma de cuantificar los impactos es, indirectamente, estimar los requerimientos de tierra que los objetivos de mezcla de biocombustibles, implican. En el cuadro 1, se presentan tales requerimientos para elaborar etanol y biodiésel.

Cuadro 1. Requerimientos de tierra cultivable*

Variable	Unidad	Estados Unidos	Canadá	U.E.	Brasil	Mundial
Producción etanol	1000 t	10.208	138	386	11.732	22.500
Producción biodiésel	1000 t	90	5	1.853		2.029
Mix para transporte		1.6%	0.3%	0.8%	21.6%	1.3%
Uso trigo	1000 t	1.069	435	606		2.167
Uso granos gruesos	1000 t	31.638	44	491		32.226
Uso caña	1000 t				188.291	188.291
Uso remolacha	1000 t			755		801
Uso aceites vegetales	1000 t	95	6	1.965		2.151
Rendimiento trigo	t/ha	2.75	2.22	5.71		
Rendimiento maíz	t/ha	8.88	7.19	8.68		
Rendimiento caña	t/ha				71.42	
Tasa extracción oleaginosas	T/t	0.19	0.32	0.28		
Rendimiento oleaginosas	t/ha	2.58	1.43	3.08		
Área de trigo p/etanol	1000 ha	389	196	106		707
Área de granos gruesos p/etanol	1000 ha	3.564	6	57		3636
Área de caña p/etanol	1000 ha				2.636	2.636
Área remolacha p/etanol	1000 ha			13		14
Área de oleaginosas p/biodiésel	1000 ha	191	12	2.254		2.561
Extrapolación cumplir meta de mezcla de 10% en combustibles						
Hectáreas necesarias p/meta	1000 ha	25.790	8.139	31.518	1.222	73.784
Hectáreas cosechadas	1000 ha	86.702	22.563	43.888	37.514	830.743
Porcentaje área sembrada		30%	36%	72%	3%	9%

Fuente: OECD citado por Romanelli y Scherger (2007: 11).

Nota: * Se presentan los requerimientos de tierra para cumplir con la meta del 10% de biocombustibles. También se consideran los siguientes rendimientos por tonelada: trigo 362 l/tn, maíz 396 l/tn, caña azúcar 85 l/tn, remolacha 98 l/tn y aceites vegetales 1048 l/tn.

control, podrían beneficiar a los pequeños productores sin comprometer el medio ambiente (CEPAL, 2007). La utilización de recursos de "segunda generación" (arbustos, maderas, pastos, algas, etc.), descomprimiría la demanda actual sobre los granos, y por lo tanto, parte de la presión ambiental y con un balance energético positivo. En este sentido, en la medida en que el precio del petróleo siga en aumento, cabría esperar que se dediquen más recursos a la investigación y el desarrollo de fuentes alternativas.

⁷ OECD-FAO han aplicado los modelos *Aglink*, *Cosimo* y *OECD World Sugar Model*, en forma conjunta para evaluar tales impactos (OECD, 2006).

Los porcentajes son más altos en aquellos países que cuentan con menores posibilidades de extender la frontera agrícola. En cambio, en el caso de Brasil, su competitividad en la elaboración de etanol con base en la caña de azúcar lo posiciona muy bien en el mercado, como posible proveedor de biocombustibles. El promedio mundial, del 9%, muestra la posibilidad de los países con ventajas comparativas en la producción de *commodities* (especialmente en granos y oleaginosas) de beneficiarse del *boom* de los biocombustibles, dedicando mayor producción a los cultivos energéticos.

Respecto a los impactos sobre las variables referidas a los mercados de granos y alimentos, el cuadro 2, reseña de forma cualitativa las consecuencias de la incorporación de los biocombustibles a la “carta” de alternativas para los combustibles de origen fósil no renovables.

Los resultados esperados son una derivación directa de los supuestos y análisis realizados en los apartados anteriores.

Como se planteó anteriormente, se parte de suponer que el precio del petróleo se mantendrá alto y que, adicionalmente, no se esperan “revoluciones tecnológicas” que quiebren la tendencia supuesta en el mediano plazo⁸. Estos cambios tecnológicos van desde el reemplazo de la energía actual por fuentes mucho más baratas para el transporte, hasta una nueva “revolución verde” en términos de productividad agrícola.

⁸ Similares consideraciones se realizan en la OECD (2006), donde se supone un precio del barril de petróleo de \$US 60 y una meta de mezcla para los principales países como se reflejó en el cuadro 1.

Cuadro 2. Impactos previsible en precios.

Variable	Impacto	Razón
Incorporación de tierras	Alza	Desplazamiento por biocombustibles
Precio y renta de la tierra	Alza	"Efecto ricardiano" de la renta
Producción y rentabilidad de granos	Alza	Mayor demanda por biocombustibles
Costo de la producción agrícola	Alza	Mayor precio de la energía
Precio de materias primas energéticas	Alza	Mayor demanda por biocombustibles
Precio de granos forrajeros	Alza	Mayor costo de oportunidad
Precio de aceites, derivados de maíz y otros alimentos	Alza	Sustitutos en producción
Precio de harinas proteicas	Baja	Complementarios en molienda de oleaginosos
Precio de pollos y porcinos	Ambiguo	Depende del efecto neto sobre balanceados
Precio del azúcar	Ambiguo	Según se utilice el complementario melaza o el sustituto total caña en obtención de etanol
Precio del ganado vacuno	Alza	Por desplazamiento y mayor costo de forrajes
Precio de lácteos	Alza	Mayor costo de insumos y tambos menos productivos por desplazamientos

Fuente: Romanelli y Scherger, 2007: 12.

Por su parte, a nivel de país, los impactos previsible en precios dependen del papel que juegan como importador o exportador neto, tanto en combustibles como en alimentos. En el caso de Estados Unidos, dada su posición como exportador de agroalimentos e importador de combustibles, es un posible ganador sólo si logra sustituir una porción de la demanda de recursos energéticos. En el caso de México, dada su posición como importador de agroalimentos (fundamentalmente de maíz) y exportador de combustible, es un posible perdedor si el precio de los alimentos aumenta más que el del petróleo (Romanelli y Scherger, 2007).

Situación en México: oferta y demanda del maíz

El maíz ocupa el primer lugar en superficie sembrada con 8 millones 436 mil 300 hectáreas⁹, y una producción promedio de 21 millones de toneladas de maíz en grano (93 por ciento maíz

⁹ Los principales estados productores de maíz son: Jalisco con 15% de la producción nacional; Sinaloa con 13%; Chiapas 10%; Estado de México 9%; Michoacán 7%; Guanajuato 6%; Veracruz 5%; y otros 35% (Sagarpa, 2005b).

blanco y siete por ciento maíz amarillo), un valor comercial de 35 mil 439 millones de pesos y un registro del 11.3 por ciento en relación con el Producto Interno Bruto del Sector Agropecuario en el 2004, y genera el 29.3 por ciento del valor de la producción agrícola nacional¹⁰ (Sagarpa, 2007).

El 85 por ciento de la producción se obtiene bajo condiciones de temporal, con una alta dependencia de las condiciones climáticas. En la producción de este grano prevalece el minifundio. De los 1.9 millones de productores, el 85 por ciento tiene predios menores de cinco hectáreas (Sagarpa, 2007). Este grupo de productores aportan el 56.4 por ciento de la producción total y más de la mitad de su producción se destina al autoconsumo –52 por ciento–. Sus rendimientos fluctúan entre 1.3 y 1.8 toneladas por hectárea.

En el segundo grupo solo está el 15 por ciento de los productores, con predios arriba de cinco hectáreas por productor y aportan el 43.6 por ciento de la producción. Sus rendimientos van de 1.8, a 3.2 toneladas por hectárea. Únicamente destinan el 13.55 por ciento de su producción al autoconsumo (FDM, s/a).

Alrededor del 90 por ciento de la producción es de maíz blanco y se destina al consumo humano. En general, la producción nacional de maíz se destina 59.7 por ciento al consumo humano; sector pecuario 23.2 por ciento; industria, derivados y químicos 10.4 por ciento; industria de cereales 2.4 por ciento; semillas 1.1 por ciento; y 3.3 por ciento otros (Sagarpa, 2009b).

En 2008, la producción de maíz se calcula en 24.321 millones de toneladas. México es autosuficiente en maíz blanco, es decir, la producción de maíz blanco permite cubrir la demanda interna. Sin embargo en maíz amarillo se requieren importar seis millones de toneladas por año y tres millones de toneladas de maíz

quebrado para cubrir la demanda de los sectores ganadero y el de la industria almidonera (Sagarpa, 2009c). En 2008 la demanda total de maíz fue de 34.408 millones de toneladas por lo que fue necesario importar una cifra record, de 9 millones de toneladas. En ese año las importaciones representaron 37.6% de la producción nacional y el 27.4% del consumo aparente (Sagarpa, 2009c).

De hecho, desde finales de la década de los ochenta, México es ya un importador neto de maíz, desde entonces las importaciones han observado una tendencia creciente. (Sagarpa, 2009c). Las importaciones de maíz de México desde Estados Unidos desde 1994 se rigen por el sistema de cupos y el arancel-cuota de importación por sobre-cupo, hasta la total desgravación que inició el primero de enero del año pasado, de acuerdo a lo establecido en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)¹¹.

La mayor importación de maíz es resultado de los bajos niveles de producción que se explica por la apertura comercial derivada del TLCAN, y también por factores estructurales internos como la falta de acceso al crédito por parte de los productores, la limitada infraestructura de riego para elevar los rendimientos, la concentración del mercado en muy pocas empresas privadas, la escasa investigación científica en este campo y los limitados subsidios que otorga el Gobierno a este sector comparado con los que se otorgan a los productores de otros países europeos y Estados Unidos, principalmente (CEFP, 2007).

El incremento en el uso del maíz amarillo para la producción de etanol, reducirá la disponibilidad de este grano a nivel mundial, por lo que se

¹⁰ En conjunto la superficie que se siembra con maíz y frijol a nivel nacional es cercana a los 10 millones de hectáreas y aporta 70% de los 36 millones de toneladas de granos que se producen anualmente en el país. Adicionalmente, el cultivo de maíz y frijol en todo el país lo realizan más de 2.2 millones de agricultores, cuya actividad genera aproximadamente, 110 millones de jornales al año (Sagarpa, 2009a).

¹¹ La cuota de importación se ha venido incrementando de un máximo autorizado de 2.5 millones de toneladas en 1994 a 3.6 millones de toneladas en 2006, sin embargo, como no se han cumplido con las metas de producción interna que se habían establecido desde la entrada en vigor del TLCAN, casi en todos los años posteriores al Tratado las importaciones de maíz originarias de Estados Unidos han rebasado la cuota establecida para cada año en cuestión (CEFP, 2007).

esperan precios más altos y una mayor superficie sembrada¹².

El Instituto Mexicano para la Competitividad (Imco), prevé que se mantendrá una tendencia creciente en el consumo de maíz en México, sobre todo del amarillo, el cual superará al blanco por primera vez en el 2010, según sus proyecciones. Prácticamente la totalidad del maíz importado proviene de Estados Unidos y es amarillo, una variedad que utilizan cada vez más los sectores pecuario e industrial. El Centro de Estudios Económicos del Sector Privado (CEESP) calcula que el consumo de maíz en México, impulsado principalmente por la variedad amarilla, llegará a cerca de 39 millones de toneladas para el 2012, mientras la producción se ubicará en alrededor de 25 millones de toneladas (Morales, 2007).

En México es factible aumentar la producción tanto de maíz blanco como amarillo, con incrementos en la productividad y reconversión productiva, a través de acciones de tecnificación del riego, inducción al uso de la tecnología a través de semillas mejoradas y paquetes tecnológicos, acceso a insumos a precios competitivos, esquemas de financiamiento y administración de riesgos, entre otros (Sagarpa, 2007).

Contexto internacional estimaciones de precios de alimentos: maíz

La escasez de maíz blanco en el mercado interno se ha llegado a asociar al acaparamiento de algunos productores y distribuidores del grano, originando la especulación y los incrementos en el mercado internacional de maíz, la reducción en la producción mundial de éste responde a la escasez en la cosecha de los principales países productores y al crecimiento en la demanda de biocombustibles. Durante 2006, el encarecimiento del maíz ha sido por la creciente demanda del grano para la producción de etanol, en particular en Estados Unidos. Al inicio del decenio, la cantidad de maíz utilizada para la producción de etanol en ese país era del 6 por

ciento de su producción interna, actualmente alcanza el 20 por ciento, es decir, aproximadamente 55 millones de toneladas (CEFP, 2007).

En México, el precio del maíz, el cual se rige por los precios internacionales, pasó de 2.4 dólares por bushel –25.4 kgs– a más de 3.5 entre septiembre y diciembre de 2006. Los precios de los cereales, en particular del trigo y del maíz se han incrementado de manera importante en la última década.

El incremento de los precios internacionales se debe, entre otros factores, a las condiciones de oferta y demanda actuales en los mercados del maíz. La fuerte reducción de la producción de maíz durante 2006 en Estados Unidos generó un balance interno más ajustado y un aumento en los precios. Argentina, por su parte, suspendió los permisos de exportación debido a la caída de la oferta interna por los elevados volúmenes de exportación que se venían realizando, lo que también afectó al mercado mundial considerando que Argentina es uno de los principales países exportadores de este grano.

En suma, la disponibilidad de maíz en el mercado internacional será uno de los principales problemas en el corto plazo. Cada vez más aumenta la demanda de este grano para uso pecuario y para la producción de etanol, principalmente en los Estados Unidos.

En el 2007, los precios de los cultivos y de los animales (*livestock*) en los países de la OCDE fueron en promedio 21% más altos que los precios del mercado mundial. Los actuales precios altos de los alimentos son en gran parte resultado de factores a corto plazo. Pero en el mediano plazo, el aumento de los precios del petróleo y el aumento de la demanda de biocarburantes podría causar un aumento estructural en los precios de los alimentos. Según las proyecciones actuales, el incremento podría resultar en los precios de los alimentos 10% al 50% por encima de los precios medios de los últimos diez años (OECD, 2008).

En Estados Unidos, la tendencia de mayor demanda de etanol ha llevado a destinar una

¹² El reto que se han impuesto los productores junto con el gobierno federal, es alcanzar una producción de 30 millones de toneladas de maíz y 1.3 millones de toneladas de frijol para el año 2012 (Sagarpa, 2009a).

quinta parte de la cosecha total de maíz para la producción de ese bioenergético. De hecho, Estados Unidos busca reducir en la próxima década el consumo de gasolinas en 20% e incrementar en 35 mil millones de galones (alrededor de 132.5 millones de metros cúbicos) la producción y uso de combustibles alternativos como etanol, etanol de celulosa, biodiesel, butanol, entre otros. Ello ayudaría a disminuir en 18% las emisiones estadounidenses de gases en 2012 para enfrentar el problema del cambio climático (CEFP, 2007).

En 2016, las proyecciones de la OECD (2008) indican que cerca de un tercio de la producción de cereales secundarios de Canadá y Estados Unidos se utilizará para generar biocombustibles. En promedio, esta mantendrá más altos los precios de cereales y oleaginosas del 20% a un 40% durante la próxima década, en relación con los precios medios de los últimos diez años.

No obstante que el incremento de la demanda de maíz ha impactado en el precio de la tortilla en México, este efecto ha sido inelástico. De acuerdo con estimaciones de la Dirección de Análisis Económico del FIRA, la elasticidad de transmisión de precios (ETP) entre el maíz y la tortilla es de 0.48. Esto significa que, ante un incremento de un punto porcentual en el precio del maíz, el precio de la tortilla aumenta 0.48 por ciento. Sin embargo, ante bajas en el precio del maíz, el impacto es aún más inelástico. Es decir, si el precio del grano baja 1%, el precio de la tortilla se reduce en sólo 0.21%.

Escenario para México

La estimación de los impactos para México consideran en una primera aproximación la estimación de los cambios en la demanda ante cambios en los precios y el ingreso, para ello es necesario considerar la interacción de este tipo de bienes en un contexto general donde se incluyan también el resto de los bienes de la canasta de consumo y el ingreso de los hogares. En resumen, estimaciones de esta naturaleza requieren de la estimación de un sistema de gasto lineal (Sadoulet, 1995; Martínez, 2004). La especificación del modelo siguiendo el desarrollo presentado en (Sadoulet, 1995) parte

de considerar que la función de utilidad es del tipo Stone-Geary:

$$u = \sum_{i=1}^n b_i \ln(q_i - c_i) \quad \text{con} \quad \begin{cases} 0 < b < 1 \\ \sum_i b_i \\ q_i - c_i > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Al maximizar esta función de utilidad bajo una restricción presupuestaria se derivan las funciones de demanda que constituyen el sistema de gasto lineal.

$$p_i q_i = c_i p_i + b_i \left(y - \sum_j c_j p_j \right) \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

En estas especificaciones las c son consideradas los niveles mínimos de subsistencia, las b son las participaciones presupuestales marginales. Dado que las b son mayores a cero se asume que no se permite la existencia de bienes inferiores, $\sum c_j p_j$ es el gasto de subsistencia y por tanto su diferencia con el ingreso se interpreta como el ingreso supernumerario que es gastado en proporciones b entre los bienes.

Partiendo de estas especificaciones se obtienen los valores de las elasticidades de acuerdo a:

$$E_{ii} = -1 + (1 - b_i) c_i / q_i \quad (3)$$

$$E_{ij} = - \frac{b_i c_j p_j}{p_i q_i} \quad (4)$$

$$\eta_i = \frac{b_i}{w_i} \quad (5)$$

En la aplicación empírica se considero utilizar datos del año 2000 para que los mismos estuvieran libres de las distorsiones económicas que se han dado con posterioridad a esa fecha. La fuente fundamental utilizada es la Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares (ENIGH), (INEGI, 2009). Los productos considerados se agruparon en Alimentos, Tabaco, Vestido y Calzado, Vivienda y Servicios de Conservación, Cuidados Médicos, Medicinas, Transporte y Comunicaciones y, Servicios de Educación

Cuadro 3. Elasticidades precio de la demanda

	1	2	3	5	6	7	8	9
1 Alimentos	-0.77	-0.01	-0.08	-0.01	-0.03	-0.01	-0.03	-0.04
2 Tabaco	-0.13	-0.03	-0.03	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
3 Vestido y Calzado	-0.25	0.00	-0.35	-0.01	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03
5 Vivienda y Servicios de Conservación	-0.17	0.00	-0.04	-0.06	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02
6 Cuidados Médicos	-0.09	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.01	-0.01
7 Medicinas	-0.03	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
8 Transporte y Comunicaciones	-0.32	-0.01	-0.08	-0.01	-0.03	-0.02	-0.31	-0.04
9 Servicios de Educación	-0.66	-0.01	-0.17	-0.02	-0.07	-0.03	-0.06	-0.29

Fuente: elaboración propia con los datos de la Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares.

Los resultados de las proporciones del gasto de los hogares por grandes grupos de consumo muestran como la parte fundamental del gasto de los hogares es destinada al consumo de Alimentos (50%), a los que siguen los gastos en Educación (15%) y Vestido y Calzado (13%) entre los principales rubros.

Las elasticidades que resultan del modelo, presentadas en el cuadro 3, dan cuenta de que la mayor sensibilidad de los cambios en las cantidades ante cambios en el precio del propio bien (elasticidades directas) se da en el grupo de

Adicionalmente a lo anterior, los resultados de las elasticidades ingreso de los productos da cuenta de que los bienes que tienen respuestas positivas a los incrementos en el ingreso son, en orden de magnitud, los del grupo de Transporte y Comunicaciones (1.20), Servicios de Educación (1.17) y Alimentos (1.16).

Estos resultados dan cuenta que los alimentos son altamente sensibles ante los cambios en las condiciones económicas, no sólo por el lado de la producción como se mostró en apartados anteriores sino también desde el lado del consumo. Al respecto, (Martínez, 2003) da cuenta de que el alimento que con mayor frecuencia es comprado en los hogares mexicanos independientemente de su ingreso es la Tortilla de Maíz, evidencia de su destacado papel en la alimentación diaria de los mexicanos. En ese sentido, resulta entonces de gran importancia continuar los estudios respecto a la utilización en la industria del Etanol de

alimentos donde alcanza valores de -0.77, a los que siguen los grupos de vestido y calzado (-0.35) y transporte y comunicaciones (-0.31).

En cuanto a las elasticidades cruzadas, que reflejan los cambios en el precio del bien ante cambios en el precio de los otros bienes, obsérvese también como los mayores impactos se dan en el grupo de los alimentos (columna 1) que implican por ejemplo que ante incrementos en el precio de la educación el consumo de alimentos disminuye por 0.66.

productos que en general pueden ser consumidos en forma de alimentos por la población.

CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo se hace un análisis de la teoría económica aplicada a la producción de biocombustibles a partir de materias primas de alimentos. Se discuten los equilibrios en los mercados de biocombustibles y de alimentos. Se evalúa los efectos sobre el bienestar social de un aumento en la producción de biocombustibles a partir de alimentos.

En este sentido, a partir de un enfoque económico el presente estudio muestra evidencias de las posibles y reales interrelaciones que existen en la competencia por el uso de las materias primas de alimentos como alimento o para la generación de biocombustibles. Dada la reducción mundial en la oferta y el aumento en los precios de los combustibles fósiles, se prevé una mayor

competencia entre ambos usos, se espera un aumento en la demanda de alimentos para la producción de biocombustibles, lo cual desencadenará un incremento en el nivel de precios y en una contracción en la demanda de alimentos.

En dicho contexto, se debe considerar la posición que ocupa el país en los mercados de combustibles y alimentos. Las previsiones para México no son alentadoras, ya que como importador de agroalimentos y exportador de combustibles, el escenario más factible muestra resultados de pérdida en bienestar social debido a que en el futuro mediano se prevé un aumento mayor en el precio de los alimentos que en el de los combustibles.

El análisis de sensibilidad, en precios de alimentos y en ingresos de los hogares, conduce al planteamiento de una hipótesis sobre el impacto en bienestar social, pero la discusión no está agotada. Es necesario realizar evaluaciones a mayor profundidad. También son necesarias investigaciones que consideren todas las interrelaciones económicas que existen en la utilización de los recursos alimenticios para la producción de biocombustibles, las cuales incluyan, por ejemplo, las presiones generadas sobre el ambiente.

LITERATURA CITADA

- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP). 2007. **México el mercado del maíz y la agroindustria de la tortilla**. CEFP/004/2007, Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, Palacio Legislativo San Lázaro. (En línea). Disponible en <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0042007.pdf>
- Ewing, Mandy and Siwa Msangia. 2008. **Biofuels production in developing countries: assessing tradeoffs in welfare and food security**. International Food Policy Research Institute, 2033 K Street NW, Washington, DC 2006, Estados Unidos. (En línea). Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/journal/14629011>
- Foro en defensa del maíz (FDM). s/a. **Producción e importación de maíz en México**. Disponible en línea:

- <http://www.foroendefensadelmaiz.galeon.com/productos365415.html>
- González Andrade, Salvador y Alejandro Brugués Rodríguez. 2009. **Producción de biocombustibles con maíz: un análisis de bienestar en México**. ponencia presentada en el *XXXII Encuentro RNIU*; Cuarto Congreso Internacional: Balance y Perspectivas. Visiones integrales del campo y de la ciudad en los albores del siglo XXI, Cuernavaca Morelos, 23, 24 y 25 de septiembre.
- Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). 2009. **Los biocombustibles y la seguridad alimentaria: Cómo balancear la necesidad de alimento humano, alimento animal y de combustible**. IFPRI: soluciones sostenibles para acabar con el hambre y la pobreza apoyado por el CGIAR (Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional). (En línea). Disponible en <http://www.ifpri.org/themes/bioenergy/bioenergybrosp.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. **Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares**. 2000, Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), INEGI.
- Martínez Damián, Miguel Angel y Salinas Callejas, Edmar. 2004. **La elasticidad precio del café mexicano: Un modelo para una canasta de bienes, 1976-2000**. *Análisis Económico*, tercer cuatrimestre, vol. XIX, núm. 42, pp. 299-318.
- Martínez Jasso, Irma y Villezca Becerra, Pedro A. 2003. **La alimentación en México: un estudio a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares**. *Notas*. Revista de información y análisis núm. 21, INEGI, pp. 26-37.
- Morales Navarrete, Roberto. 2007. **Rompe México record en importación de maíz**. *Economista*. México: Nov 29, 2007. (En línea). Disponible en <http://deyca.wordpress.com/2007/12/07/rompe-mexico-record-en-importacion-de-maiz/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2006. **Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuel**. Committee for Agriculture, disponible en: www.oecd.org
- . 2008. **Annual Report 2008**. OECD. (En línea). Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/39/19/40556222.pdf>. Agricultural prices and biofuels, pp. 50-55.

- Romanelli, Kruger, y Scherger Valeria. 2007. **Biocombustibles vs. alimentos: ¿Quo Vadis?**. XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Ciudad de Mendoza, Argentina, 17 al 19 de Octubre de 2007. (En línea). Disponible en <http://agro.uncor.edu/~aaea2007/TrabajosInvestigacion/Romanelli.pdf>
- Rosegrant, Mark W. 2008. **Biofuels and Grain Prices: Impacts and Policy Responses**. Testimony for the U.S. Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs (Director, Environment and Production Technology Division), May 7, International Food Policy Research Institute. (En línea). Disponible en <http://www.ifpri.org/pubs/testimony/rosegrant20080507.pdf>
- Sadoulet, Elisabeth and Alain de Janvry. 1995. **Quantitative Development Policy Analysis**. The Johns Hopkins University Press, London.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2005a. **“Logros y perspectivas en la producción del maíz: estrategias para ordenar el mercado de maíz**. In: Sistema producto del maíz, agosto. (En línea). Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/subagri/info/sp/csp/maiz.pdf>
- . 2005b. **El maíz representa más del 11 por ciento del PIB agropecuario del país**. Boletín núm. 264/05 México, D.F., a 5 de septiembre de 2005. (En línea). Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2005/septiembre/B264.pdf>
- . 2007. **Acciones para la competitividad en maíz, frijol, caña de azúcar y leche**. Tarjeta informativa para prensa, Aguascalientes, Ags.-23 de febrero de 2007. (En línea). Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/discursos/2007/febrero/t230207.htm>
- . 2009a. **Arranca en Chiapas el Programa Nacional de Maíz y Frijol 2009**. Boletín núm. 019/09, Tuxtla, Gutiérrez, Chis., 23 de enero de 2009. (En línea). Disponible en <http://www.presidencia.gob.mx/prensa/sagarpa/?contenido=41743>
- . 2009b. **Productores y Gobierno suman esfuerzos para proteger y conservar el maíz criollo: ACJ**. Boletín núm. 047/09, Tehuacán, Pue., 26 de febrero de 2009. (En línea). Disponible en <http://www.presidencia.gob.mx/prensa/sagarpa/?contenido=42669>
- . 2009c. **Indicadores básicos del sector agroalimentario y pesquero**. SIAP, Julio del 2009. (En línea). Disponible en http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/InformaciondeMercados/Mercados/modelos/Indicadoresbasicos2009.pdf
- Sonnet Fernando H. 2007. **¿Biocombustibles o alimentos? Un análisis desde la teoría económica**. Asociación Argentina de Economía Agraria, Agosto 2007.
- Salvador González Andrade**
 Doctor en Economía por El Colegio de Postgraduados. Maestro en Economía Aplicada por El Colegio de la Frontera Norte. Ingeniero Agrónomo especialista en Economía Agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente es profesor investigador Titular A en El COLEF. Tiene una felicitación por trabajo de investigación con la tesis de grado de Doctor en ciencias “Descomposición de multiplicadores para el estudio de la disminución de la pobreza en pequeños poblados rurales de México”. Algunas de sus publicaciones recientes son: “Los parques industriales en la etapa de mayor apertura: el caso de Tijuana” en el libro “25 años de investigación económica sobre la Frontera Norte de México” El COLEF (2009); “Efectos multiplicadores de las actividades productivas en el ingreso y pobreza rural en México”, en *El Trimestre Económico* (abril-junio de 2008); y “Viejas y nuevas funciones de los parques industriales de Tijuana” en *Comercio Exterior* (febrero de 2005). Investigador en el Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Candidato. Autopista Tijuana-Ensenada Km. 18.5, San Antonio del Mar, Baja California, Tels: (664) 631 6300 ext. 3423 Fax: (664) 631 6300 ext. 1447. Correo electrónico: salvador@colef.mx.
- Alejandro Brugués Rodríguez**
 Doctor en Ciencias Económicas en la Universidad Autónoma de Baja California, México. Maestría en Economía Aplicada en El Colegio de la Frontera Norte, A. C., México. Licenciatura en Economía en la Universidad de la Habana, Cuba. Profesor Investigador en El Colegio de la Frontera Norte, Departamento de Dirección General Regional Noroeste. Sede: Ciudad Juárez, Av. Insurgentes 3708 Fracc. Los Nogales C.P. 32350, tel. (656) 616-8578 ext. 836400. Cargo actual: Investigador Titular A, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-Candidato desde 2007. Correo electrónico: abrugues@colef.mx.