



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE MAÍZ
EN MEXICO: RETOS Y POSIBILIDADES**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA
PEDRO FLORES ENCARNACIÓN**

ASESOR: LIC. ELBA BAÑUELOS BARCENA



Ciudad Universitaria

México, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi hermano Lucio †,
a mi familia
y a todos aquellos
que me han apoyado a lo largo de mi formación profesional.

ÌNDICE

I.- Metodología de la investigación	1
1. Justificación	1
2. Delimitación	2
3. Objetivo General	4
4. Hipótesis	4
II.- Marco Teórico	5
1. La tecnología	5
1.1. Restricciones tecnológicas a la producción	5
1.2. El progreso tecnológico	7
1.3. La frontera de posibilidades de producción	9
2. La economía del conocimiento	10
2.1. La biotecnología	13
3. La economía ambiental y las Externalidades	17
3.1. La economía ambiental	17
3.2. Las externalidades	18
3.3. La ineficiencia y las externalidades	19
3.4. Corrección de externalidades	20
III.- Ventajas y Posibilidades del etanol de maíz en México	21
1. Características del etanol de maíz	21
2. Ventajas económicas, sociales y ambientales	24
2.1. Ventajas económicas	24
2.2. Ventajas sociales	26
2.3. Ventajas ambientales: externalidades positivas	27
2.4. Etanol como sustituto y/o complemento de la gasolina	28
3. Posibilidad en México	31
3.1 Marco jurídico	32
3.1.1. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos	33
3.1.2. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	35
3.1.3. Leyes relacionadas	37
3.2. Mercado para el etanol en México	38
3.3. Tecnología en la producción de etanol	40
3.3.1. Transformación.	41
3.3.2. La biotecnología	44
3.4 Costos de producción	46
3.4.1. La función del Estado	51
IV.- El Maíz en México	53
1. La oferta global	53
1.1. La producción nacional	56
1.2. Comercio Exterior	60
1.2.1. Importaciones	61
1.2.2. Exportaciones	65
2. Consumo de maíz	66

2.1. Consumo humano	72
2.2. Precios nacionales del maíz	74
V. Retos y efectos de la producción de etanol de maíz	79
1. Desventajas y problemáticas	79
1.1. Maíz: ¿alimento o combustible?	80
1.2. Externalidades negativas	82
2. El caso de Estados Unidos	83
2.1. Los efectos para México de la producción de etanol Norteamericano	89
3. El caso de Sinaloa	94
4. Escenarios	97
Conclusiones y Recomendaciones	101
Bibliografía	107
Apéndice estadístico	112
Cuadros	112
Figura	122
Mapa	123

I.- Metodología de la investigación

El presente capítulo desarrolla la justificación del tema, la delimitación, el objetivo general y la hipótesis, con lo cual se genera el punto de partida de la investigación y se plantea la hipótesis a comprobar o rechazar con el desarrollo del trabajo.

1. Justificación

La presente investigación surge ante un escenario nacional con diversas dificultades relacionadas al abasto energético, ante una dependencia muy fuerte hacia el petróleo producido internamente e importado del exterior (como productos terminados). Ante este problema se suman los alarmantes niveles de contaminación expedidos por los automóviles que consumen combustibles fósiles como las gasolinas o el diesel, residuos que están generando problemas globales como el calentamiento de la temperatura a nivel mundial y el consecuente deterioro de la capa de ozono. Desde la perspectiva social y más específicamente agraria, nuestro país necesita de políticas públicas capaces de fomentar y dinamizar la producción del campo puesto que una gran parte de la pobreza alimentaria se encuentra en el sector agrario, el cual no puede emerger de su situación con tan solo una serie de subsidios que muchas veces funcionan únicamente como paliativos.

Ante esta serie de problemáticas nacionales e internacionales, la investigación presenta la evaluación de un no tan nuevo elemento en la dinámica mundial, el etanol, y más en particular; el de maíz. El etanol está considerado por sus promotores (principalmente Estados Unidos y Brasil) como uno de los energéticos que produce menor contaminación y mayores ahorros económicos por la disminución de importaciones petroleras, además de permitir una dinamización del campo históricamente pocas veces vista. Las ventajas de la producción del etanol pueden vislumbrarse desde tres perspectivas, estas son económicas, sociales y ambientales, y son planteadas como la mejor opción por países como Estados Unidos que es el líder en la producción de etanol de maíz a nivel mundial.

Nuestro país a través del gobierno federal, influenciado por motivos externos (como el caso de Estados Unidos), ha empezado a fomentar desde distintos ángulos el desarrollo de una industria de bioenergéticos, y más específicamente del etanol de maíz. La posibilidad de elaborar este producto con base en maíz en México ya es casi un hecho con las plantas

construidas en Sinaloa, una Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos Publicada en 2008 y una tendencia mundial que inevitablemente influencia a nuestro país. Todo esto con la esperanza de disfrutar de los beneficios obtenidos por el desarrollo de este combustible

Ante la posibilidad de producir el etanol en el territorio nacional, ha surgido el presente trabajo para tratar de evaluar lo concerniente a la producción de etanol de maíz, sobre todo en un país donde este grano es destinado en gran medida para el consumo humano y no como el caso de otros donde se clasifica como grano forrajero. Ante esta disyuntiva se trata de estudiar los retos para el desarrollo de este producto, así como los problemas que se pueden generar o agudizar de seguir con esta tendencia. En el caso de México, un país con déficit en la balanza comercial de granos, la producción de este nuevo combustible con base en maíz elevaría el precio del grano impactando de forma directa sobre la alimentación de la población (la tortilla).

Ante este panorama, la justificación estriba sobre la importancia que tiene el maíz como alimento de la población y las consecuencias de introducir otro demandante de maíz en un mercado que necesita satisfacer la demanda por medio de importaciones de grano amarillo proveniente de Estados Unidos.

2. Delimitación

El trabajo se desarrolla en torno al tema del maíz y su uso como combustible alternativo a la gasolina en nuestro país, así, se destacan dos elementos principales, por un lado está el etanol y su promoción a nivel nacional como una alternativa energética que promete aliviar algunas problemáticas ya mencionadas en la justificación. El tema del etanol se estudia desde una perspectiva ya conocida por medio de la experiencia internacional principalmente de Estados Unidos, gracias a quien podemos tener un primer acercamiento hacia los beneficios, la posibilidad y los retos de desarrollarlo en México. Por otro lado, el trabajo estudia al maíz como alimento básico de la población mexicana, con lo cual se muestra la paradoja de producir maíz para ¿alimento o combustible?

La investigación se desarrolla en cinco capítulos. El primero corresponde a la metodología de la investigación donde se presenta la justificación del tema, los elementos a estudiar y la hipótesis bajo la cual se regirá el trabajo.

El segundo capítulo, correspondiente al marco teórico, presenta los conceptos analíticos de la biotecnología y las externalidades con el fin de construir un desarrollo más sólido.

En el capítulo tres se desarrollan los aspectos generales del etanol, sus ventajas y un estudio sobre las condiciones para la implementación en nuestro país. Cabe señalar que en este capítulo se presenta un cuadro sobre las características de distintos cultivos energéticos, lo cual es con únicos fines de comparación. El desarrollo de este capítulo se basa en información documental, la cual en algunos casos es limitada, tal es el caso del estudio de costos que se ha realizado en base a distintos precios del mercado de maíz ordinario puesto que aun no existe una oferta nacional del grano especial para producir etanol.

El capítulo cuatro es de gran importancia puesto que desarrolla el tema del maíz en nuestro país, presentándolo como un cultivo de primer orden de entre otros granos, y como principal grano para las familias mexicanas. Se apoya con una serie de gráficos que muestran la producción de diversos cereales, el gasto corriente de los hogares en cereales y el porcentaje de ingesta de calorías al día por individuo, todos estos gráficos son presentados con el fin de subrayar la importancia del maíz a nivel nacional, puesto que este último es el objeto de estudio. Como una aclaración respecto a este capítulo, cabe señalar que algunos datos presentados sobre el consumo de maíz están tomados de cifras preliminares de fuentes oficiales, dichas fuentes al momento de desarrollar la presente investigación aun no contaban con la información precisa, por lo que estos datos pueden estar sobreestimados o subestimados (las cifras que son preliminares están indicadas en el desarrollo del capítulo).

El último capítulo presenta los inconvenientes de una industria del etanol basada en el maíz, las externalidades por el etanol de Estados Unidos, el caso de Sinaloa y los límites de dicho proyecto, así como una serie de escenarios que presentan esquemáticamente un resumen sobre los efectos de producir etanol con base en maíz.

Por último se presentan las conclusiones, donde se lleva a cabo una evaluación total de esta biotecnología, tomando en cuenta las externalidades que genera, es en esta parte de la investigación donde se responde la interrogante de la hipótesis.

La investigación presenta un apéndice estadístico con la finalidad de ampliar la información en diversos sentidos, es por ello que en varios cuadros se muestran datos estadísticos de otros cultivos energéticos con una finalidad únicamente comparativa y referencial.

3. Objetivo General

La presente investigación surge ante una polémica que existe alrededor del etanol carburante (y en general de la bioenergía), ya que por un lado están las bondades que prometen ser la panacea del campo mexicano, aludiendo que dinamizara la producción agrícola y creara una gama de empleos rurales suficientes para mitigar una buena parte de la pobreza agraria. Por otro lado se encuentran los problemas de la autosuficiencia alimentaria, así como dilemas de desarrollar la producción de etanol a partir de un insumo utilizado históricamente en la alimentación. Ante este panorama ha surgido la presente investigación con el objetivo fundamental de *“comprender cuales serian los beneficios obtenidos por la producción de etanol carburante con base en maíz, así como los problemas que generaría dicho desarrollo, tratando de poner de un lado de la balanza los beneficios y en la otra los problemas que surgirían en la economía del país”*. Así mismo, toda esta investigación se realiza con la finalidad de obtener mi título de licenciado en economía.

4. Hipótesis

La hipótesis de la presente investigación afirma lo siguiente: la producción de etanol a partir de maíz en México creara una serie de beneficios y de perjuicios sociales, económicos y ambientales, sin embargo, las desventajas generadas por este tipo de empresas en el momento actual serán más importantes y amplias que las bondades de producirlo, esto se debe principalmente a que el maíz constituye un componente fundamental en la alimentación de la población mexicana. México necesita resolver los problemas de déficit en la balanza comercial de granos antes de producir etanol de maíz.

II.- Marco Teórico

El presente capítulo está dividido en tres apartados, el primero analiza el papel de la tecnología como una herramienta capaz de incentivar el crecimiento de cualquier economía, en este caso por medio de la producción del etanol. El segundo apartado muestra básicamente el papel de la economía del conocimiento, desarrollándose la función de la biotecnología como nuevo motor y elemento del crecimiento económico, y más específicamente, de la producción del alcohol. Por último se presentan los conceptos básicos de las externalidades puesto que ellas servirán para estudiar diversas problemáticas relacionadas con este biocombustible.

1. La tecnología

Cuando hablamos de producción necesariamente tenemos que involucrar a una serie de elementos o ingredientes necesarios para este proceso, a estos se les denomina factores de la producción. Estos factores son clasificados generalmente en tres grandes categorías; la tierra, el trabajo y el capital.

La tierra representa los recursos naturales al servicio productivo, por su parte el trabajo es la mercancía creadora de valor aportada por la población y el factor capital está compuesto por todos los bienes de tipo duraderos que sirven para crear otros bienes y servicios (maquinaria, vías de comunicación, inmuebles, transportes, etc.).

Las industrias a nivel general, y en particular las empresas están limitadas por una serie de restricciones tecnológicas. Estas restricciones consisten en un determinado número de combinaciones posibles de factores viables con el fin de obtener una producción dada, es por esto que todas las empresas toman decisiones basadas en las condiciones tecnológicas de las que disponen.

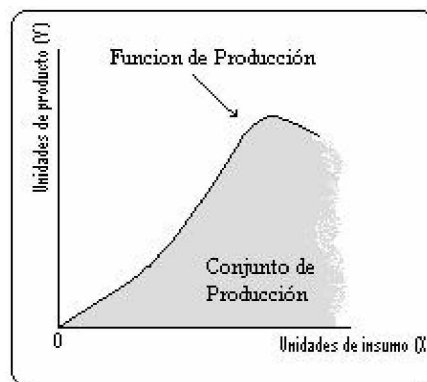
1.1. Restricciones tecnológicas a la producción

Una forma para comprender fácilmente las limitaciones del proceso productivo consiste en enumerar las posibilidades viables de combinar los factores, dando como resultado un

conjunto de producción. A la producción máxima según cierta combinación de factores se le denomina función de producción.

La figura 2.1 muestra una función de producción determinada (en este caso) por un único factor (en este ejemplo denominado factor “x”) que produce “Y” unidades de producto. La relevancia de los asuntos relacionados con la tecnología está representada por el conjunto de producción cuya única restricción se refiere al conocimiento tecnológico disponible.

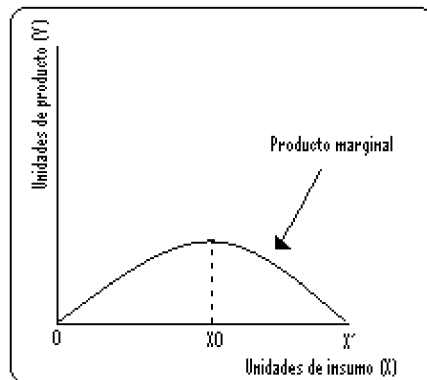
Figura 2.1 La producción total con un factor variable



En la figura se observa que la tendencia positiva de la curva de producción es revertida en el punto más alto de la función, esta disminución de la tendencia expresa la Ley de los rendimientos marginales decrecientes, la cual indica que a medida que se van añadiendo cantidades adicionales iguales de un factor, se terminara por llegar a un punto en el que son cada vez menores los rendimientos de la producción.

Lo que ocurre con el factor variable es que con el paso del tiempo disminuye su productividad marginal.

Figura 2.2 Curva de productividad marginal en base a la función de producción total.



La productividad marginal es un concepto de gran importancia puesto que ayuda a la determinación de los pagos a los factores de la producción.

La figura 2.2 muestra una curva de productividad marginal derivada de la figura 2.1, la curva nos provee de útil información para analizar en qué cantidad varía la producción total por cada unidad adicional del factor variable. Del lado izquierdo de X_0 la pendiente de la curva de la producción total aumenta, esto crea un efecto creciente sobre la curva de la productividad marginal. Pero a la derecha de X_0 hay una tendencia a la baja por parte del producto marginal. El caso X' nos indica una productividad marginal cero debido a un estancamiento en la producción total (a pesar de que se agreguen más unidades del factor).

Cabe señalar que la ley de los rendimientos decrecientes es una regularidad económica descubierta en distintos estudios empíricos, sin embargo suele tener excepciones, por lo que no debe de ser tomada como una ley de la naturaleza de las leyes físicas.

Cuando se tienen dos factores productivos, una forma muy usual de mostrar las combinaciones posibles de dos factores es mediante el uso de las curvas isocuantas, las que permiten ver el conjunto de todas las combinaciones tecnológicamente posibles de dos factores para producir determinada cantidad de producto.

1.2. El progreso tecnológico

El cambio tecnológico es un factor facultado para promover la expansión del producto de una economía. El progreso tecnológico se refiere a los cambios que se dan en los procesos de producción, a la creación de nuevos productos o servicios y a su introducción para dinamizar el proceso de producción. El efecto que tienen las tecnologías en el proceso productivo es que gracias a su introducción se manufacturan la misma cantidad de bienes y servicios, o incluso una cantidad mayor de ellos con el mismo número de insumos.¹

¹Norton, George W. y Alwang, Jeffrey. Economía del desarrollo agrario. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 1994, pp. 97-98.

Este cambio tecnológico no es por ningún motivo un proceso nuevo, de hecho ha estado presente en varias etapas del capitalismo y de las sociedades precapitalistas. La lista de las tecnologías y de las innovaciones es muy larga, como ejemplos podemos apreciar los cambios ocurridos desde la revolución industrial con la máquina de vapor, la aparición de las nuevas fuentes de energía, inventos mecánicos, etc., hasta llegar a otros como el teléfono, el motor de combustión interna, el avión, y finalmente en las últimas décadas con las tecnologías de la información y la comunicación como las computadoras personales, el celular, y muchas otras más.

El progreso tecnológico también fomenta el crecimiento económico por medio de cambios en la forma de producción, por ejemplo, la especialización, la cual es muchas veces resultado de la introducción de nuevas tecnologías y nuevos conocimientos.

En la actualidad podemos ser testigos de un gran cambio en la tecnología, algo que es denominado por muchos como una tercera revolución industrial, pero esta vez basado en una revolución microelectrónica que ha dado lugar a una revolución en la producción con grandes alcances en los ámbitos económicos, políticos y sociales.² No cabe duda que nuestros días están enmarcados en una revolución de conocimiento y cambio tecnológico.

El conocimiento tiene la maleabilidad para ser mercancía y con ello compartir las características con que los productos cuentan, a su vez, también puede ser un recurso productivo (y de hecho lo es), debido a que es necesario conocer para poder producir. En la actividad económica siempre se ha incorporado al conocimiento como un recurso para la producción. Se puede hablar por ejemplo de los empresarios emprendedores e innovadores, la fuerza de trabajo capacitada, y diversos ejemplos más.

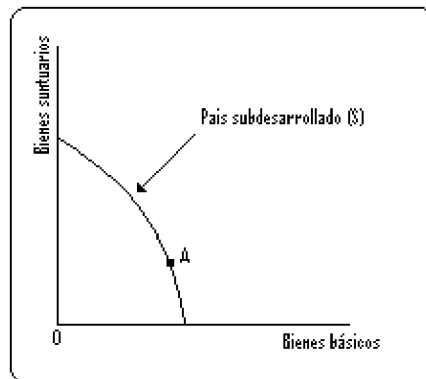
²Para un panorama más amplio sobre la nueva revolución informática y de las comunicaciones consultar: Dabat, Alejandro. "Globalización, capitalismo actual y nueva configuración espacial del mundo", PP. 41-88. En Basave, Jorge, Alejandro Dabat, et al. (2002). Globalización y alternativas incluyentes para el siglo XXI, IIEC, CRIM, UAM, UNAM.

1.3. La Frontera de posibilidades de producción

La tecnología es un elemento capaz de incrementar la frontera de posibilidades de producción, esta curva representa a todas las cantidades máximas de producción que pueden obtenerse en una determinada economía según determinados factores disponibles y con un conocimiento tecnológico dado.

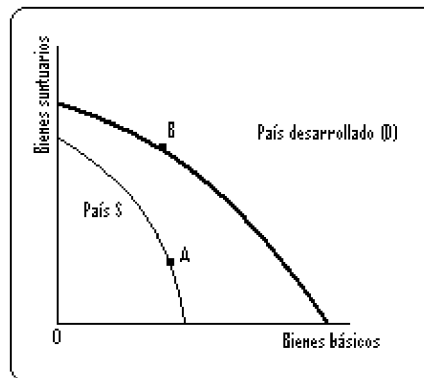
Para comprender mejor que es una frontera de posibilidades productivas examinemos el siguiente ejemplo, basado en la figura 2.3. En esa gráfica observamos que en el eje de las abscisas están representadas las demandas de bienes alimentarios de una economía subdesarrollada (pobre), por lo tanto las demandas de bienes suntuarios se expresan en el eje de las ordenadas. El punto “A” nos indica que el país en cuestión demanda más bienes básicos para satisfacer sus necesidades y por lo tanto tiene que dedicar la mayor parte de sus recursos a la producción de estas mercancías y servicios.

Figura 2.3 La frontera de posibilidades de producción de un país subdesarrollado



En la gráfica 2.4 se muestran dos fronteras de posibilidades de producción, pero en este caso se ha agregado la de un país desarrollado, el cual tiene una renta más alta. La primera curva es la perteneciente al país pobre (S) y la segunda representa la expansión de la frontera debido a un aumento de la dotación de factores o una mejora en la tecnología disponible, esta segunda frontera es la representación del país rico (D). El punto “B” indica que el país con mayor renta esta en condiciones de adquirir mayor cantidad de bienes de lujo, es decir, demanda más bienes suntuarios y obliga a la oferta a responder en dimensiones similares.

Figura 2.4 La frontera de posibilidades de producción de un país desarrollado



Dentro de nuestro análisis de la frontera de posibilidades de producción es oportuno mencionar la relación de la misma con el coste de oportunidad. El coste de oportunidad está asociado a la pérdida o renuncia de una cosa cuando elegimos otra, es decir, es el valor de los bienes y servicios a los que renuncia por obtener otra cesta.

2. La economía del conocimiento

Aun cuando en la historia de la humanidad haya habido cambios muy profundos como lo han sido la primera y la segunda revolución industrial, siempre ha existido una natural resistencia hacia los cambios que modifican drásticamente la forma de vida de la población. Así mismo, en la actualidad está ocurriendo lo que algunos investigadores han llamado el inicio de la era del “conocimiento”, en donde este elemento se ha convertido en la mercancía por excelencia productora de plusvalor, ha dejado de ser una herramienta para construir y mejorar la vida del hombre y ha tomado otras funciones, así, hoy en día el conocimiento es una mercancía que produce a su vez más conocimiento, y con mucho este fenómeno toma el papel de la característica más importante en la nueva sociedad.

El nuevo paradigma está basado en lo que algunos autores nombran la “revolución informática y de las comunicaciones” que a estas alturas del proceso ya está contemplada por muchos visionarios en el mundo, los cuales se presentan como partidarios del nuevo paradigma. La revolución informática según Alejandro Dabat “es el resultado de la conversión de la revolución microelectrónica en una nueva revolución productiva de

enormes alcances económicos y sociales”³ y la segunda que ha facilitado la comunicación a nivel global de una forma mucho más sencilla y eficaz, no solo disponible por unos cuantos privilegiados, sino puesta a disposición del público en general que con solo una llamada telefónica de su celular puede comunicarse a cualquier parte que desee, o con solo un clic puede empezar a conversar con otra persona en otra parte del mundo por medio del ordenador. A su vez la revolución de las comunicaciones ha permitido ahorrar grandes cantidades de dinero en transacciones tanto nacionales como internacionales dando paso a la agilización del sistema económico, permitiendo superar al dinero tangible y pasando a las transacciones por medio del dinero plástico, y más novedoso aun: transacciones por medio de la Internet.

A pesar de la relevancia que hoy en día está tomando el conocimiento, y la base de este como catalizador de la nueva era (es decir, la revolución informática y de las comunicaciones) no es posible hablar de un nuevo paradigma sin tomar en cuenta otros factores que impregnan a la economía y la sociedad contemporánea, a este respecto es importante señalar a la globalización como motor de la internalización del capital en busca de nuevos nichos productivos o incrementadores de la productividad. La globalización, sin duda, es quizá el fenómeno más polémico de las últimas décadas existiendo un amplio debate a favor y en contra del mismo.

Muchos otros más son los elementos que hay que tomar en cuenta para hablar de una nueva sociedad del conocimiento, la cual tiene grandes expectativas en cuanto a sus impactos económicos y sociales ya que los efectos de esta nueva fase ya son reconocibles por algunos precursores en el tema, entre los que se encuentra Vilaseca J.⁴ quien enumera diez ideas básicas de la nueva economía entre las que destacan las siguientes: una nueva recomposición de la demanda agregada por parte de la población, la cual hace referencia a una mayor demanda de bienes intangibles que son resultado de una gran producción en masa de bienes de conocimiento, los cuales son más abundantes en las economías

³Dabat, Alejandro. Op. Cit., pág. 44.

⁴Vilaseca; Requena, Jordi y Joan Torrent; Sellens. (2005). Principios de economía del conocimiento. Hacia una economía global del conocimiento. Ediciones pirámide. Cap. 1.

desarrolladas; otra característica son las nuevas capacidades que brinda esta sociedad que crea conocimiento, estas capacidades son nuevas necesidades y requerimientos que los agentes económicos deben cubrir para poder acceder e insertarse en la nueva sociedad; otra de las características es la innovación, la cual es ingrediente necesario e imprescindible de una nueva reconfiguración global, este elemento es motor de la nueva gama de productos y servicios que se están desarrollando a nivel mundial, y al hablar de innovación no nos podemos limitar tan solo a los bienes, ya que se innova en los procesos productivos que se hacen más ágiles y eficientes; una característica más es una nueva formación desde el punto de vista del individuo y su formación educativa, la que tendrá que ser continua y propiciar la utilización de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones como eje de la vida del individuo, se trata de crear a un ente capaz de adaptarse a las nuevas condiciones del sistema además de ser un agente productor de mayor conocimiento; una nueva política económica que se debe enfocar en propiciar la creación del bien por excelencia en la nueva sociedad, el “conocimiento”; y quizá como la característica más importante para nuestro país, las nuevas ventanas de oportunidad que se crean para los países en desarrollo, ante lo cual países como el nuestro tienen grandes expectativas de inserción.

Por otro lado, una de las polémicas por las cuales el nuevo paradigma (nueva economía del conocimiento) propicia una resistencia por ciertos grupos académicos, sociales, políticos, etc., es que esta nueva sociedad viene acompañada (como todos los grandes cambios lo han venido) de una exclusión hacia los sectores que no logren integrarse al nuevo proceso, es decir, todo gran cambio como ya hemos mencionado trae consigo inevitablemente a ganadores y perdedores dentro del mismo escenario, y no es casualidad pues que los que más reproches tienen ante el nuevo sistema son sectores que se han opuesto no solo a este nuevo cambio, sino a los cambios en general de la sociedad capitalista. En este mismo sentido regiones muy amplias de África, de Asia, y de América Latina tienen un natural rechazo al nuevo sistema que se expresa en la fobia a la globalización, tomando como bases la exclusión y el atraso que el nuevo sistema ofrece a los países que no se adaptan ni se integran al nuevo tipo de sociedad.

Parece claro que el rechazo a la nueva sociedad es la primera reacción ante la falta de iniciativa de integración por aquellos que no pueden adaptarse al nuevo sistema, y esto es comprensible por que el proceso de integración no es fácil para una economía en desarrollo,

pero hay que tomar en cuenta que ningún nuevo proceso es fácil ni siquiera para una economía desarrollada, se trata de un arduo y coordinado trabajo que involucre a todos los agentes económicos en busca y para fomentar el conocimiento.

2.1. La biotecnología

Al igual que la revolución informática y de las comunicaciones, la biotecnología se inserta dentro de la llamada economía del conocimiento, predominando y dictando el rumbo económico, político y social de la civilización del siglo XXI.

Es cierto que la biotecnología es practicada por el hombre desde ya tiempos muy remotos (inicios de la civilización) por medio de las practicas de la ganadería, la agricultura, la modificación y elaboración de los alimentos, etc. Tan solo la domesticación de variedades silvestres del maíz hasta lo que hoy conocemos como dicho cultivo representa un proceso de tratamiento biotecnológico.

Examinando más a fondo la biotecnología practicada por nuestros antepasados hace miles de años y la que actualmente se desarrolla en laboratorios de grandes corporaciones, se observa que la gran diferencia entre la biotecnología antigua y la moderna estriba en el carácter científico de los desarrollos actuales, mientras que por otro lado nuestros antecesores trabajaron esta técnica mediante observación empírica.

La biotecnología moderna es el resultado de una serie de interacciones entre distintas ramas del conocimiento; cultivo de tejidos, micro propagación, genómica, marcadores moleculares, clonación e ingeniería genética (tecnología del ARN recombinante).⁵

Gracias a la llegada de la ingeniería genética se pudieron identificar las moléculas y sus instrucciones para codificar los caracteres de los organismos y se logra descubrir que los genes son segmentos de una molécula llamada ADN (Acido desoxirribonucleico). Estos descubrimientos de la información codificada en los genes de las moléculas permiten el intercambio entre distintos sistemas que antes eran totalmente incompatibles, pudiendo superar barreras biológicas reproductivas.

⁵Ruiz Torres, Norma. Biotechnología: alternativa para incrementar la producción agrícola y lograr la seguridad alimentaria. En SFESAP, mayo 2007.

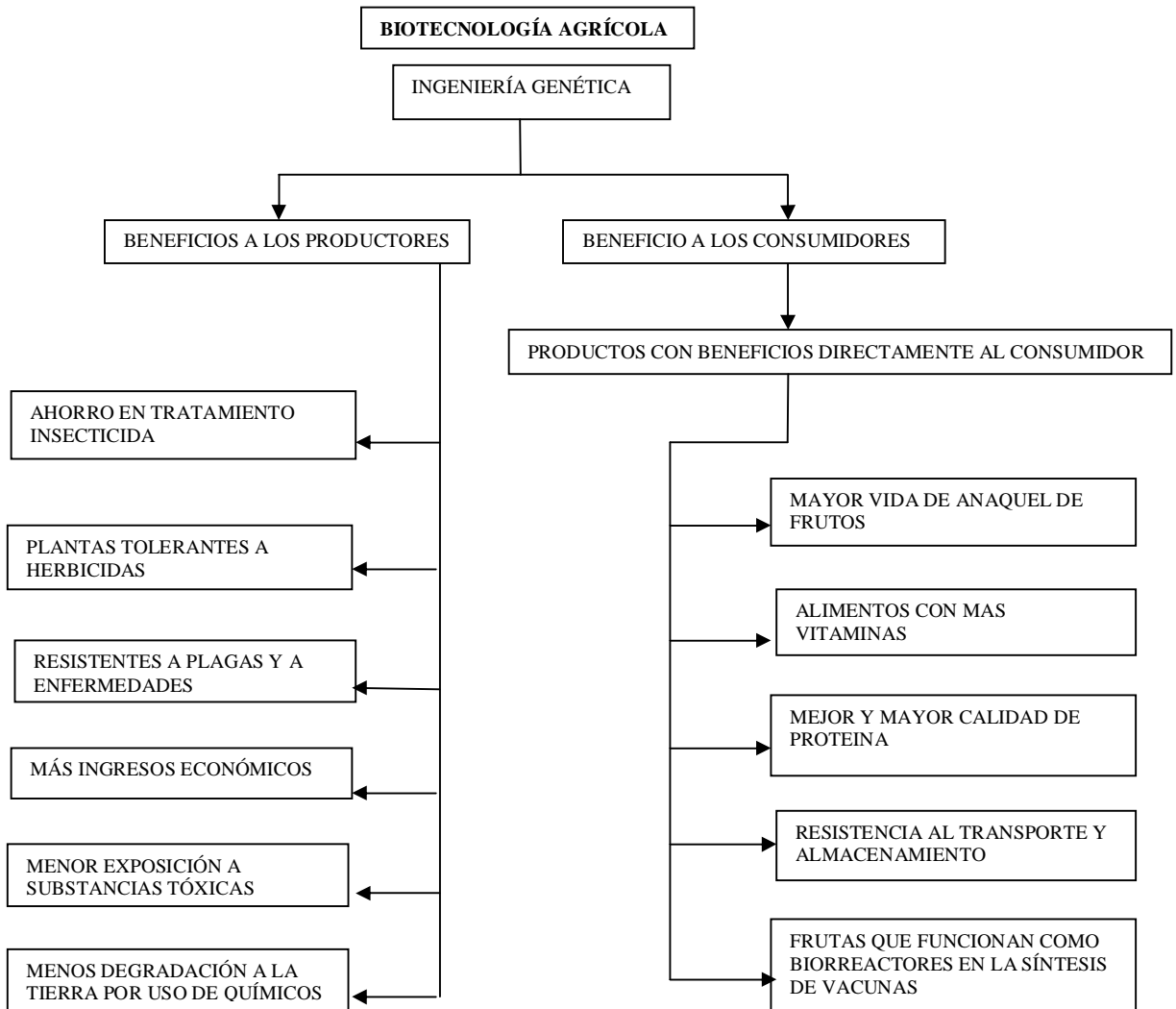
La biotecnología agrícola gracias a la manipulación de los genes puede brindar grandes ventajas como la disminución o erradicación de ciertas enfermedades en las plantas, defensas genética contra las plagas o resistencia hacia cambios ambientales bruscos o requerimientos de suelo y agua.

La figura 2.5 muestra los diversos beneficios ofrecidos por la biotecnología tanto a los productores agrícolas como a los consumidores. Por el lado de los productores se pueden beneficiar mediante ahorros económicos por concepto de menos gasto en insecticidas y herbicidas, mayores utilidades puesto que las semillas pueden proveer de plantas resistentes a plagas y enfermedades, y una serie de beneficios para la salud del productor como para la composición de la tierra.

Del lado de los beneficios a los consumidores encontramos alimentos mas nutritivos puesto que pueden modificarse para tener y producir mayor cantidad de vitaminas y proteínas, la posibilidad de convertirse en biorreactores en la síntesis de las vacunas⁶, además de que prometen tener más posibilidades de comercialización al durar más tiempo en anaqueles y ser más resistentes ante los procesos continuos de transporte.

⁶Los biorreactores representan en las plantas se refieren a la constitución de sistemas alternativos de producción de vacunas orales. Se producen antígenos en las plantas de consumo humano con la intención de aumentar las defensas y evitar toda una gama de enfermedades.

Figura 2.5 Beneficios de biotecnología agrícola a productores agrícolas y consumidores.



Fuente: Elaboración propia con información de Ruiz Torres, Norma. Biotecnología: alternativa para incrementar la producción agrícola y lograr la seguridad alimentaria. Mayo 2007.

A partir de los años ochentas y noventas se han podido observar los síntomas de nuevas redes económicas donde circulan conocimientos, derechos de propiedad intelectual, bienes y servicios y gran cantidad de dinero. Por esos años fue más visible que se estaban gestando un gran número de nacimientos de empresas biotecnológicas, las que a su vez empezaban a interactuar con una gran diversidad de grupos y empresas de la ciencia y la tecnología, con sectores de la industria y de los servicios. El resultado de estas dinámicas ha sido el desplazamiento del centro de la innovación hacia la empresa, constituyéndose esta en el actor central de las redes de biotecnología.

Este conjunto de nuevas redes de conocimiento, al igual que la revolución informática y de las comunicaciones, se ha visto limitado por una serie de problemáticas, en este caso relacionadas con la comercialización, es decir, por los rechazos generalizados de la población de países desarrollados hacia los avances biotecnológicos, debido principalmente a una mala imagen pública sobre los efectos negativos en la salud derivados del consumo de productos agrobiotecnológicos.

Puesto que el mercado se constituye como uno de los mecanismos de coordinación más importantes dentro del proceso de desarrollo y aplicación de cualquier innovación, en este caso de la biotecnología, una mala imagen pública de los OMGs (organismos genéticamente modificados) provoca forzosamente disturbios entre los agentes generadores de dichas innovaciones.

Pese a lo anterior la biotecnología se presenta como una de las posibilidades de Investigación y Desarrollo potencialmente más grandes puesto que provee de diversas ventajas a los creadores de estas nuevas tecnologías, algunas ventajas están determinadas por la misma complejidad del proceso de desarrollo y uso de las biotecnologías, la posibilidad de apropiarse de las creaciones mediante derechos de propiedad intelectual, y otras más vienen dadas por la consecuente formación de un marco legal incentivador de estas nuevas creaciones.

Las redes tecnológicas reconocen que para la creación de una nueva tecnología se necesita de la interacción de determinados actores que reciben conocimientos, procesándolo y enviándolo a su vez a otros actores importantes en la red que se encargaran de difundir el uso del nuevo producto

Como resultado del rápido desarrollo de la industria de la biotecnología, en el sector agrícola se esperan tendencias positivas del uso de productos agrobiotecnológicos. Algunas cifras al respecto son ilustrativas: se espera un crecimiento del 30% anual para el uso de semillas transgénicas, se estima que las ventas pasaran de US\$3 mil millones de dólares a US\$25 mil millones de 2000 a 2010, las áreas cultivadas con transgénicos pasaron de 2,8 millones de hectáreas en 1996 a 27.8 millones en 1998, lo que implica un incremento en el área cultivada de casi 1000% en tan solo 2 años⁷.

⁷ Bergel, Salvador y Díaz, Alberto. Biología y Sociedad. Editorial Ciudad Argentina, 2001, pág. 316.

3. La economía ambiental y las externalidades

3.1. Economía Ambiental

El meollo de la economía ambiental se encuentra bajo el análisis de la microeconomía. La economía ambiental se encarga precisamente de los efectos que la economía crea sobre el ambiente, la importancia del medio ambiente para la dinámica económica y la forma apropiada de regular las actividades económicas, todo esto para lograr un equilibrio entre objetivos de tipo económicos, ambientales y sociales. La economía ambiental surge para dar respuesta a ciertas interrogantes sobre el nivel de contaminación socialmente aceptable, así se tratan de resolver preguntas como ¿Cuáles son las causas de la contaminación?, ¿Qué tipo de costos implica la limpieza de la contaminación?, ¿Qué gana la sociedad con controlar la contaminación?, ¿Cuáles son los mecanismos que pueden generarse para controlar las diversas facetas de la contaminación?, etc.

Técnicamente la economía ambiental tiene que ver con cuestiones relacionadas con una contaminación excesiva, y con la falta de protección de la naturaleza, todo esto debido a las fallas del mercado. Por lo que la economía ambiental a través de propuestas de políticas públicas trata de dar solución a los problemas de la contaminación atmosférica, contaminación del agua, contaminación por sustancias químicas tóxicas, entre otros contaminantes.

Normalmente la política ambiental tiene que enfrentarse a dos cuestiones fundamentales, la primera tiene que ver con la delimitación de la cantidad correcta o socialmente aceptable de contaminación, y la segunda implica la forma en que se debe de regular para que los que contaminan puedan disminuir sus emisiones.

Un ejemplo muy claro de las políticas ambientales lo constituyen las normas y las tasas sobre el nivel de emisiones contaminantes, otro ejemplo son los permisos transferibles de contaminación. Para ver más claramente como se desenvuelve la economía ambiental y de acuerdo a los intereses de la presente investigación abordaremos más detalladamente el tema de las externalidades, puesto que estas son importantes fuentes de fallas del mercado y plantean serias cuestiones de política ambiental.

3.2. Las externalidades

Para abordar el tema de las externalidades será necesario, en primer lugar definir las como efectos de la producción y del consumo que no están reflejados directamente en el mercado. Estos efectos pueden ser costes o beneficios que surgen de forma involuntaria, los cuales no se ven forzosamente reflejados en el mercado. En caso de que las externalidades existan, el precio de los bienes no es sinónimo del costo social de ese producto. Las externalidades pueden ser negativas o positivas, en el consumo o en la producción.

Existen externalidades en el consumo cuando a un consumidor le afectan directamente el consumo o la producción de otros. Un ejemplo de este tipo de externalidades lo constituye una persona que tiene un jardín hermoso y que provee a sus vecinos de un placer por el simple hecho de poder admirarlo.

No solo existen externalidades en el consumo, ya que estas también pueden surgir en la producción cuando las posibilidades de producir de una empresa están influenciadas por las decisiones de una empresa o de un consumidor. Un ejemplo lo representa una empresa que vierte residuos a un río con peces del cual dependen una serie de pescadores para subsistir y vender su excedente de pesca.

Retomando el ejemplo de nuestros amigos que disfrutaban del jardín del vecino, se trata de una externalidad positiva ya que la actividad de una persona beneficia a otras. En el caso del ejemplo de la empresa que vierte residuos a un río y afecta a los peces, se trata de una externalidad negativa debido a que la empresa no compensa a los pescadores por el daño causado a la población de peces del río.

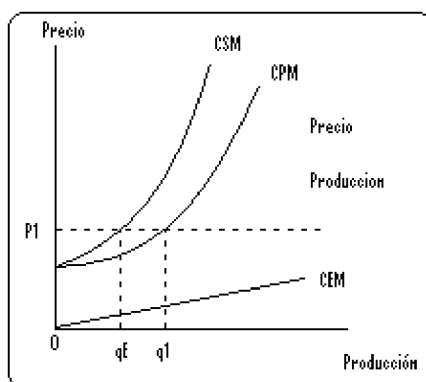
Las externalidades tienen un caso extremo, este lo representan los bienes públicos, una mercancía de este tipo puede suministrarse a todo el público sin excluir a nadie. El bien público por excelencia lo constituye la defensa nacional ya que una vez que es suministrado tiende a beneficiar del mismo modo a todos los ciudadanos. Se puede decir que los bienes públicos al ser proveídos tienden a beneficiar a todos los habitantes a pesar de que estos quieran o no gozar de este servicio.

3.3. La ineficiencia y las externalidades

La ineficiencia puede surgir en el mercado debido a que las externalidades no se reflejan en los precios. Para comprender más claramente la ineficiencia observemos la figura 2.6 que refleja la decisión de producción de nuestro ejemplo de la empresa que contamina con residuos al río de los pescadores. Suponemos que la empresa tiene una función de producción donde los factores no son variables, es decir, que no puede modificar las combinaciones de factores productivos.

En esta grafica se observa que el costo social marginal (ó CSM, formado por la sumatoria del coste privado marginal de producción ó CPM de la empresa más el coste externo marginal ó CEM que refleja el coste que se le impone a los pescadores) es mayor al costo privado marginal por producir una unidad adicional del producto. La empresa en su búsqueda de maximizar sus beneficios produce en q_1 ($CPM=P_1$), pero el nivel de producción eficiente viene dado por la cantidad de equilibrio que resulta de la igualdad de $CSM=P$. La ineficiencia consiste pues en que la empresa tiene un nivel de producción excesivo y como consecuencia de ello genera demasiados residuos y problemas hacia los pescadores.

Figura 2.6 Producción de una empresa que genera externalidades



3.4. Corrección de las externalidades

Retomando el ejemplo de la empresa contaminante del río podemos decir que existen distintas formas para corregir las externalidades generadas por esta, en este ejemplo las externalidades son el total de las emisiones contaminantes generadas por la empresa. Estas formas de corregir las externalidades deben de ser implementadas por el Estado ya que es el agente encargado de corregir las fallas del mercado. Los instrumentos posibles son los controles directos o normas sobre el nivel de emisiones.

Las normas sobre el nivel de emisiones limitan legalmente la cantidad de contaminantes que pueden emitir las empresas. Las consecuencias por hacer caso omiso de estas normas pueden ser de tipo monetarias o penales. El objetivo de la norma es obligar a que la empresa tenga un nivel de producción eficiente, por lo que la empresa deberá de invertir en equipo para disminuir la contaminación que genera. En teoría es posible llegar al nivel de producción eficiente por parte de la empresa, sin embargo, la posibilidad de que esto suceda es menor, existiendo muchos fallos en la aplicación de los controles de contaminación.

Las tasas sobre las emisiones contaminantes funcionan como otra alternativa capaz de corregir las externalidades. Estas consisten en un gravamen aplicado por cada unidad de emisiones contaminantes de una empresa, estos impuestos deben de ser igual al costo de los daños causados externamente. Lo que las tasas intentan hacer es que las empresas internalicen los costos sociales que ocasionan a otros productores o consumidores.

Un tercer instrumento para tratar de reducir las fallas del mercado que causan las externalidades lo constituyen los permisos transferibles de contaminación que consisten en sistemas de permisos comerciados que se asignan a las empresas especificando el nivel máximo de contaminación permitido, donde ya no se obliga a las empresas a pagar una cantidad monetaria por cada emisión de contaminación (como en una tasa), ya que ahora es el gobierno el que decidirá el grado de contaminación adecuado en base a cierto número de permisos vendidos a las empresas. Con este instrumento cada empresa debe tener su permiso de contaminar, y así las empresas se convierten en los demandantes de este mercado mientras que las autoridades representan a los oferentes de permisos.

III.- Ventajas y posibilidades del etanol de maíz en México

El presente capítulo al dividirse fundamentalmente en tres apartados pretende mostrar, por un lado la parte descriptiva del etanol como un nuevo combustible para el transporte, constituyéndose de esta forma como una nueva fuente de energía. La segunda parte plasma los beneficios generados por una industria productora de etanol utilizando como materia prima el maíz. La tercera sección presenta algunos de los diversos esfuerzos nacionales por proveer de un marco jurídico que respalde la producción del etanol, además de que se desarrolla la descripción del mercado, la tecnología y los costos de una naciente industria de etanol, en general, este último apartado analiza la viabilidad.

1. Características del etanol de maíz

La física define a la energía como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo, a todo aquello que se puede convertir en trabajo ó simplemente como trabajo acumulado. Dicho lo anterior, podemos decir que cuando un cuerpo realiza un trabajo, esta actividad dependerá de la energía que haya almacenado.

Todas las economías necesitan de energía para realizar una amplia gama de actividades cotidianas, esta constituye un elemento fundamental del crecimiento económico, por lo cual, la energía constituye un bien de importancia vital para todas las naciones.

En la actualidad de acuerdo con la experiencia de los países de la OCDE, se ha comprobado que la cantidad de energía que se necesita para producir un determinado producto, con el paso del tiempo tiende a reducirse (la intensidad energética disminuye).

Sin embargo también es cierto que la demanda de energía a nivel mundial continúa en ascenso, debido en gran parte a un crecimiento continuo principalmente por parte de economías en desarrollo¹.

¹OCDE. Desarrollo sustentable. Estrategias de la OCDE para el siglo XXI. Cap. 7. OCDE 1997. Pág. 95)

El aumento del nivel de vida de la población lleva aparejado una capacidad de gasto que consiguientemente afecta la demanda de energía ya que se consume más en productos domésticos y en servicios.

La energía se puede clasificar desde dos perspectivas, desde el punto de vista de su utilización se distingue en dos tipos, el primero se refiere a la energía primaria, la cual es toda aquella que se obtiene directamente de la naturaleza (es una energía que no ha sido elaborada por el hombre), por lo que es un tipo de energía que se encuentra almacenada. Por el otro lado están las energías secundarias, las cuales ya han sufrido por lo menos una transformación (ha sido elaborada por el hombre) para poder utilizarse como formas de energía final (energía útil) por los consumidores.

Del lado de la energía primaria se encuentran principalmente los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo crudo, gas natural asociado, gas natural no asociado, condensados), nucleares (la energía esta en el uranio y se obtiene mediante procesos de enriquecimiento y purificación) y las fuentes renovables donde se encuentra la biomasa. En la energía secundaria se encuentran diversos productos energéticos, de entre los que destaca de acuerdo a nuestros fines el etanol carburante.

La otra forma común de clasificar la energía se refiere a la renovabilidad o no renovabilidad de la misma. Las fuentes de energía no renovables son aquellas de origen terrestre que han estado almacenadas en la tierra por millones de años, estos recursos son por lo tanto finitos y constituyen a los siguientes: carbón mineral, petróleo, gas natural, uranio, pizarras o esquistos bituminosos y arenas asfálticas. Por otro lado están las energías renovables cuya característica principal es que se producen continuamente, entre estas se encuentra la energía de la biomasa.

La biomasa constituye un término genérico que se refiere al conjunto de materia que es renovable desde el punto de vista biológico (no es fósil), y que es capaz de producir energía útil en los tres estados de la materia, solido, liquido y gaseoso.

La formación de la biomasa o materia viva es llevada a cabo a partir del proceso de la fotosíntesis, gracias a la cual productos minerales sin valor energético, el agua y el dióxido de carbono existentes en la atmosfera se transforman en oxígeno y en materias orgánicas de alta energía. Desde el punto de vista bioquímico, la energía recuperable en este tipo de recurso depende de su contenido de carbohidratos y de la forma de estos en la biomasa. Así,

la biomasa que contiene almidones provee de energía mediante cultivos específicos, como el maíz (consultar cuadro 1 de apéndice estadístico).

La energía que se obtiene a partir de la biomasa recibe el nombre de bioenergía, los cultivos energéticos como el maíz sirven para extraer biocombustibles líquidos como el etanol² (consultar cuadro 2 de apéndice estadístico).

Los biocombustibles tienen diversas características físicas, químicas o conjuntas, siendo una de las características más importantes su poder calorífico, ya que este nos muestra el calor generado que se desprende por cada kilogramo de combustible en combustión completa a una presión constante (la presión manejada para este indicador es de 1 kg/cm²).

El poder calorífico de la biomasa antes de su transformación es de tipo medio o bajo en la mayoría de los casos y con altos grados de humedad. A pesar de este bajo poder calorífico en la biomasa, cuando se produce el proceso de transformación hacia otro tipo de energía se obtienen productos con muy distinto valor en el mercado y las posibilidades de comercio son más abundantes.

El maíz que se cosecha teniendo en mira su valor de uso como combustible recibe el nombre de cultivo energético, recibe este nombre precisamente por que se cultiva para poder ser explotado con fines de uso energético.

Teóricamente el almidón se puede fermentar fácilmente cuando ya ha sido tratado con un material que contenga enzimas. El maíz es rico en almidones, por lo tanto es capaz de fungir como materia prima la extracción de etanol (cuadro 3 de apéndice estadístico). El maíz tiene un poder calorífico de alrededor de 3,500 kcal/kg, lo cual es suficiente para poder crear el etanol (cuadro 4 de apéndice estadístico).

El etanol es un combustible conocido y utilizado desde hace ya varias décadas atrás³ principalmente por Estados Unidos y Brasil, respondiendo siempre a las variaciones de los precios del petróleo. El interés que prevalece en la actualidad alrededor de este

²El etanol es un alcohol que se puede obtener del gas natural y de otros hidrocarburos como el etileno, sin embargo, en esta investigación hablamos de aquel combustible que se produce a partir de la biomasa (específicamente maíz) y que es denominado “bioetanol” en el lenguaje coloquial. Para fines prácticos utilizare el término etanol entendiéndolo como aquel combustible obtenido a partir del maíz.

³Los orígenes del uso del etanol como combustible se remontan a la década de 1880 cuando el pionero Henry Ford utilizó etanol como combustible en uno de sus primeros vehículos (un cuatriciclo).

biocombustible sigue propiciándose principalmente por los altos precios del petróleo a nivel internacional, llegando las mezclas mexicanas de exportación a más de 100 dólares en abril y mayo de 2008. Además de lo anterior el etanol como combustible tiene la ventaja de brindar uno de los poderes caloríficos más grandes de entre los biocombustibles (9,700-10,500 kcal/kg) (consultar cuadro 5 de apéndice).

2. Ventajas Económicas, Sociales y Ambientales

Hay distintas razones por las que una economía como la mexicana necesita desarrollar nuevas fuentes de energía renovables (como el etanol) para seguir abasteciendo al crecimiento nacional. Económicamente es necesario reducir la dependencia del gobierno y de la economía hacia un recurso de carácter no renovable como los hidrocarburos. Socialmente es apropiado desarrollar nuevas industrias capaces de catapultar el desarrollo regional y rural por medio de nuevos empleos, encadenamientos productivos y desarrollando nuevas tecnologías. Por otra parte, se necesitan de energías renovables menos contaminantes y que sean capaces de reproducirse y emplearse por las futuras generaciones. Todas estas variables obedecen a un concepto mas amplio denominado desarrollo sustentable, este se define como aquel desarrollo que atiende a las necesidades de las presentes generaciones sin restringir las posibilidades de que nuestros sucesores satisfagan las suyas.

2.1. Ventajas económicas

En nuestro país hay una peculiar dependencia de los recursos petrolíferos como un componente muy importante de los ingresos del gobierno y como insumo energético. Desde la perspectiva del sector público, en el año 2006 los recursos obtenidos por el petróleo constituyeron alrededor del 40% de los ingresos del sector público presupuestario (cuadro 6 del apéndice estadístico).

Según datos oficiales las reservas totales de petróleo han disminuido en más de 20% del año de 1999 al 2007. A su vez, esta decadencia del volumen total de las reservas se ve sustentada en una disminución de las reservas probadas de casi 40% en el mismo periodo,

mientras que las reservas probables han bajado sus existencias en un valor cercano al 30% en un tiempo igual a los anteriores datos. Las únicas reservas que han aumentado son las denominadas posibles, las cuales han incrementado su cantidad en poco más de 25% (consultar cuadro 7 del apéndice).

A este decremento de las reservas totales hay que agregar que las reservas probadas, en palabras de expertos, son las únicas que pueden ser consideradas como petróleo y gas a la vista, por lo que son la única base para un programa básico de explotación⁴. Además de lo anterior, de las 15 mil 514 millones de barriles de petróleo crudo equivalente al 31 de diciembre de 2006, alrededor del 71% corresponde a crudo; 12% eran condensados y líquidos de planta; y lo que resta es gas seco equivalente a líquido⁵.

Asociado a la decadencia de las reservas petroleras se une el creciente nivel de importación de gasolinas que incluyen MTBE (Metil Ter Butil Eter) como oxigenante. En exportaciones se han disparado los datos pasando en 10 años de 183.7 a mil 782.3 millones de dólares, es decir, se ha multiplicado casi en 10 veces el valor de las exportaciones de gasolinas mexicanas (1996-2006). Por otro lado, el valor de las importaciones ha pasado de 763 millones de dólares en 1996 a 6 mil 623.9 millones en 2006, lo que implica que han multiplicado casi 9 veces su valor (cuadro 8 del apéndice estadístico).

Esta relación tan estrecha de nuestro país con el petróleo, la eventual disminución de las reservas totales de hidrocarburos y el creciente valor de las importaciones de productos derivados del petróleo han obligado a las autoridades a promover una serie de medidas que incentiven el desarrollo de energías alternas y renovables, para tratar de evitar una futura y posible crisis energética nacional.

La producción del etanol es una medida que incentiva el desarrollo de energías alternas y renovables presentándose como un elemento capaz de dinamizar una transición energética hacia fuentes renovables para disminuir la dependencia hacia el petróleo y las importaciones de los derivados de hidrocarburos. El etanol al obtenerse del maíz, técnicamente es prácticamente inagotable producirlo.

⁴Barbosa Cano, Fabio. Exploración y reservas de hidrocarburos en México. UNAM, MIGUEL ÁNGEL PORRÚA., México, 2000. Pág. 35.

⁵PEMEX. Reservas de hidrocarburos al 31 de diciembre de 2006. 26 de marzo del 2007. Pág. 1.

El etanol puede fungir como un sustituto del MTBE y el TAME (Eter Metil Teramilico), y como un complemento de la gasolina, por lo que brinda la ventaja de expandir la oferta de gasolinas y de oxigenantes de gasolinas a nivel nacional.

2.2. Ventajas Sociales

Para el caso de una economía como la mexicana, la producción de etanol proporcionaría ventajas a la sociedad, por una parte desde la perspectiva de la producción y por otra brindando ventajas para la satisfacción de las necesidades energéticas tanto de las generaciones presentes como de las futuras.

En primer lugar cabe recordar que la apertura de un nuevo mercado alista e incentiva a los agentes económicos a ofrecer y a demandar más bienes y servicios concernientes al funcionamiento del nuevo sistema, con lo que se motiva el desarrollo económico de ciertos agentes capaces de adaptarse mejor a las nuevas condiciones.

Una demanda mayor del maíz para etanol permitiría una renovación de las economías rurales dedicadas y no dedicadas a la producción del grano, puesto que se amplía la demanda que será abastecida por los oferentes que presentan más ventajas económicas al transformador del maíz. El arrastre de la demanda de maíz crea un efecto positivo sobre el empleo agrícola (tanto calificado como no calificado) que se ve dinamizado gracias a la mayor producción de maíz que tiene ya un mercado seguro, y más aun si se realizan compras del grano por contrato previo, esto puede alentar la participación de un gran número de comunidades agrarias a través de inversiones rurales.

Sin duda que la demanda masiva de maíz (en este caso para etanol) constituiría un factor muy influyente sobre el precio de las tierras tanto ociosas como cultivadas con este grano, creando una revaloración de las actividades agrícolas y sus jornaleros. De esta forma podrían mejorar las condiciones agrarias nacionales, constituyendo un incentivo mas para no abandonar y emigrar del campo a las ciudades y a Estados Unidos, es decir, se incentivaría un reten de la población campesina mexicana, e incluso esta producción agrícola podría fungir como un catalizador de la redistribución del ingreso nacional hacia zonas rurales, por medio de flujos importantes de dinero hacia el campo, contrariamente a la producción de energías convencionales y no tan convencionales que solo permiten la acumulación de riqueza a unas cuantas empresas.

El etanol de maíz permite incentivar un desarrollo sustentable puesto que permitiría la satisfacción de las necesidades presentes de energía en base a un recurso que puede ser explotado por las generaciones futuras, esta producción debe de permitir un mejoramiento de las condiciones de vida de la población en general por medio de una suficiente oferta energética como para permitir la reproducción de la sociedad y evitar grandes trastornos y colapsos.

2.3. Ventajas Ambientales: Externalidades positivas

El uso de etanol mezclado con gasolina (gasohol) permitiría evolucionar hacia una racionalidad que implique el cuidado del medio ambiente, por medio de una explotación que respete los límites ecológicos en cuanto a su capacidad regenerativa para que estos puedan persistir en el futuro para las futuras generaciones.

El etanol es conocido por ser un combustible limpio capaz de reducir los efectos de los gases de efectos invernadero proveyendo así de una serie de externalidades positivas comparando al etanol con la gasolina.

Este biocombustible tiene la bondad de que el CO₂ que se produce durante la combustión es fijado con anterioridad por medio de la planta de maíz en su proceso de crecimiento, gracias a lo cual contribuye a paliar el efecto invernadero. El etanol usado en mezcla como gasohol genera menor cantidad de emisiones de monóxido de carbono, o sea CO.

Según la Asociación de Recursos Renovables de Canadá al agregar un 10% de etanol en volumen se contribuye a atenuar hasta en un 30% las emisiones de monóxido de carbono y alrededor de 6-10% las de dióxido de carbono, provocando por ende menores cantidades de ozono⁶.

Muchos artículos señalan que la contaminación ambiental despedida por los motores que utilizan alcohol etílico es despreciable⁷. Aunado a esta ventaja se afirma que el etanol provee menor toxicidad que los combustibles automotores convencionales.

⁶SAGARPA. Situación Actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Marzo 2007. Pág. 122.

⁷Instituto Costamicense de Electricidad. Biomasa; Fuente de energía no convencional. Dirección de planificación eléctrica, departamento de estudios básicos. 1981. Pág. 45.

Lo anterior crea una serie de externalidades positivas sobre el medio, lo cual beneficia a los seres humanos puesto que respiramos menos aire contaminado disminuyendo problemas de salud pública relacionados con la contaminación, y contribuye al control del cambio climático.

Actualmente al utilizarse el Metil Ter Butil Eter como complemento de la gasolina en México, se promueve una contaminación de la tierra cercana a las gasolineras, dicha contaminación aparentemente no ha llegado a los mantos acuíferos en México, sin embargo ya hay datos en Estados Unidos de que este problema se ha hecho realidad, esto en base a estudios ya realizados en México⁸. El alcohol promete eliminar esta problemática, por lo que los principales promotores de este biocombustible en los Estados Unidos usan como defensa la contaminación que podría eliminarse si se sigue supliendo al MTBE por etanol o en su caso ETBE.

2.4. Etanol como sustituto y/o complemento de la gasolina

La Teoría Económica por medio de la Microeconomía nos ofrece una serie de conceptos teóricos útiles para analizar el papel del etanol como posible complemento o sustituto de la gasolina.

Cuando con la subida del precio de un bien como el petróleo (materia prima para la producción de gasolina) se provoca la disminución de su demanda y a su vez se incentiva el aumento de la demanda del bien “etanol”, se dice que el “etanol” es un sustituto del “petróleo”. Este ejemplo ya ha sido sustentado históricamente, basta revisar la primera y segunda guerra mundial donde los combustibles como el etanol suplieron en una buena parte a los tradicionales (en Estados Unidos y en Europa), e incluso durante la segunda guerra los Norteamericanos cerraron las destilerías de whisky para poder producir mas etanol. La sustitución de la gasolina por el etanol es un fenómeno plenamente manifestado en la economía Brasileña que gracias a la creación de motores Flex-Fuel puede utilizar cualquier mezcla de etanol y gasolina (siendo mayoritario el primero).

⁸Norandi, Mariana. “En México faltan estudios sobre el MTBE, advierte experta de la UAM”. La jornada, Ciencias. Sábado 13 de Enero de 2007.

Técnicamente está demostrado que la gasolina y el etanol no son combustibles intercambiables (como productos puros) para el motor de un mismo vehículo convencional, por lo cual se necesitan hacer una serie de modificaciones a un motor de gasolina para poder trabajar con etanol, estos cambios en el motor consisten en aumentar la relación de compresión, recalibración del carburador, modificar el calentamiento del aire de entrada al carburador, modificación del sistema de encendido y un uso de bujías especiales.

El uso del etanol como sustituto de la gasolina es posible desde el punto de vista técnico (bastaría con ciertas modificaciones al parque vehicular), sin embargo el problema no estriba en ese sentido, más bien se trata de una deficiencia de oferta debido principalmente a la materia prima de donde se obtiene este biocombustible.

Otro caso ofrecido por la microeconomía son los bienes complementarios, que tienen como principal característica que siempre se consumen juntos. Si estos bienes se llegan a consumir en proporciones fijas se les nombra complementarios perfectos. Este caso es más cercano a la realidad del mercado de combustibles para automóviles de países como Estados Unidos, Brasil, China y otros donde las adiciones de Etanol a la gasolina se realizan en proporciones fijas y variables. Esta adición de etanol a la gasolina viene de los años 70s como producto de los altos precios del petróleo a nivel internacional. En la misma década y en la de 1980 al declararse la gradual supresión del plomo también se incentivó a la renaciente industria del etanol en Estados Unidos, ya que el etanol sirvió como sustituto del plomo.

El etanol puede ser usado como complemento de la gasolina en diversas cantidades de mezclas para permitir aumentar el octanaje de la gasolina y en sustitución del MTBE (metil ter butil éter) que se está utilizando en la actualidad como aditivo de la gasolina sin plomo. El etanol también permite la obtención del etil ter butil éter (ETBE), el cual se obtiene por medio de la síntesis entre el etanol y el isobutileno. El ETBE también permite aumentar el octanaje⁹ de la gasolina, además de que puede substituir al MTBE, esto se debe a que una gasolina posee un índice que varía de 89 a 93, mientras que el etanol es cercano y a veces mayor a 105.

El etanol anhidro (sin agua) puede mezclarse en concentraciones de poco más del 20% con la gasolina y utilizarse en todos los motores de ignición por chispa, los cuales existen en casi todo el mundo, esto puede ser cierto sin necesidad de transformar el motor o sufrir alguna modificación, sin embargo, también es posible utilizar etanol hidratado puro en los motores con base en algunas modificaciones de estos.

Los problemas que se plantean al intentar mezclar etanol y gasolina son casi todos de tipo secundario, uno de ellos es que el etanol debe de ser anhidro para que no haya presencia de agua y el etanol no se separe de la gasolina (se produciría el paro del motor y la corrosión de algunas partes metálicas). En el caso de los motores diseñados para etanol, estos no usan alcohol anhidro, ya que usan etanol con 5% o más de agua para su buen funcionamiento. El etanol suele atacar algunas partes del plástico y de la goma, dependiendo de la proporción en que sea utilizado, por eso es conveniente que estas partes sean cambiadas.

La mezcla de etanol y gasolina conocida como gasohol provee de una combustión menos dañina al motor y más limpia, gracias a que el punto de ebullición del gasohol es menor que el de la gasolina, con lo que se desgasta menos el motor disminuyendo los residuos como carbón que se generan con gasolina, proporcionando una vida útil más larga a los motores y dando ventajas económicas gracias a los cambios más espaciados de platinos, filtros, etc. En caso de utilizarse etanol puro o alguno de sus derivados se adquiere un aumento de la potencia en el automóvil, reflejados en más caballos de fuerza¹⁰.

⁹El octanaje o índice de octano es comúnmente definido como la resistencia que presenta un combustible a detonar de forma prematura cuando es comprimido dentro de un motor (cilindro de un motor). Algunos combustibles como el etanol o el metanol dan un índice de octanaje mayor a 100 (el octanaje del etanol puro es cercano a 113), mientras que otros como la gasolina suelen tener niveles de alrededor de 90, y mientras la gasolina contenga un índice de octano más alto, se obtendrá una combustión más suave y efectiva.

Si el combustible no tiene los niveles adecuados de octanaje y se usa en un motor con elevados niveles de compresión, la combustión se dará demasiado rápida, es decir, se dará el autoencendido de la mezcla.

¹⁰Instituto. Op. Cit., pp. 44-45.

Gracias al efecto enriquecimiento generado por la mezcla de etanol y gasolina se puede economizar hasta en .15 litros de gasolina por cada litro de mezcla con un 10% de etanol, esto es un resultado de las bondades de una mezcla de estos dos combustibles¹¹. Cabe señalar que no hay que confundir el índice de octano con la potencia calorífica, siendo el primero la resistencia que presenta un combustible a detonar de forma prematura cuando se comprime dentro de un motor y el segundo es la energía que se desprende de la combustión completa de la unidad o masa de combustible empleado, siendo este último superior en el caso de la gasolina.

En este sentido el etanol es más seguro que la gasolina puesto que es menos inflamable y menos tóxico.

3. Posibilidad en México

Los biocombustibles, y en particular el etanol constituyen hoy en día uno de los componentes de más rápido crecimiento dentro de la agroindustria a nivel mundial. El etanol carburante se ha beneficiado de intensas campañas políticas a favor de su producción y uso, entre sus máximos promotores se encuentran Brasil y Estados Unidos, quienes nombran en este biocarburante una serie de bondades ya especificadas con anterioridad.

Nuestro país motivado por una serie de necesidades multifacéticas y por el ejemplo de nuestro socio comercial más importante (Estados Unidos y su etanol de maíz) ha empezado a promover (por medio del Gobierno Federal) y a estudiar una serie de lineamientos y necesidades requeridas para promover el desarrollo de la bioenergía, y en específico del etanol.

En términos jurídicos, el resultado más contundente de este esfuerzo por desarrollar los biocombustibles se plasma en la nueva Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

¹¹Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Cultivos energéticos y cultivos alimentarios. ONU, FAO, Roma 1980. Pág. 6.

Otro aspecto importante dentro del análisis de una industria como la del etanol del maíz, se refiere al mercado de este nuevo componente energético, puesto que es necesario definir los nichos de mercado donde este biocarburante puede posicionarse.

El aspecto tecnológico también constituye un asunto importante porque la producción de etanol a partir de maíz requiere de procesos que tecnológicamente son diferentes a otros procesos basados en otros insumos.

Finalmente se presenta un análisis de los costos, los cuales como veremos son uno de los principales problemas, mas allá del mercado, la tecnología o el marco jurídico.

3.1 Marco Jurídico

En la actualidad es ampliamente aceptado por los gobiernos y los diseñadores de las estrategias económicas que para alcanzar un buen desempeño económico no basta con implementar políticas macro y microeconómicas, regulaciones a los mercados, innovaciones tecnológicas, inversión en capital, etc., puesto que además de esto hay que agregar mejores y más fuertes instituciones (reglas y leyes) que actúen como lubricantes del sistema económico. Es por ello que en el tema del etanol habrá que revisar cuales son las condiciones institucionales con las que cuenta el gobierno.

Desde los inicios de su administración, el actual Presidente de la Republica Felipe Calderón Hinojosa ha establecido los ejes rectores sobre los que basara su gestión. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 esta dividido en dos partes, siendo la primera una descripción de lo que representa el desarrollo humano sustentable, el cual habla de aprovechar mejor los recursos existentes como la premisa básica para trabajar y desarrollar toda la política publica de la presente administración. La segunda parte del Plan se basa en 5 ejes rectores, de entre los cuales el que tiene una anotación mas precisa sobre bioenergía es el eje de la economía competitiva y generadora de empleos, dentro de este eje se encuentran dos apartados que tienen una relación mas precisa de acuerdo a mis propósitos, estos apartados son el del sector rural y el de energía, electricidad e hidrocarburos.

En el noveno objetivo del PND para el sector rural dice textualmente en la estrategia 9.9 que será necesario:

“Revisar la política de producción agropecuaria para elaboración de bioenergéticos. Aprovechar sustentablemente nuestra rica biodiversidad cuidando que no se pierdan bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.”

La afirmación anterior parece ser evidencia clara de la preocupación existente por la pérdida de biodiversidad que existe a nivel nacional y global, y también es una buena señal sobre la visión que se tiene de la producción de cultivos agrícolas bioenergéticos, los cuales no deberían de competir con los cultivos de consumo humano y forrajero.

Por otro lado, en lo competente a la energía, electricidad e hidrocarburos se busca como objetivo principal que los consumidores tengan acceso a un suministro de buena calidad, confiable y a precios competitivos de insumos energéticos, dicho objetivo se tratara de cumplir mediante estrategias que permitan el uso eficiente de la energía y el fomento de fuentes renovables de energía (como los biocombustibles) para complementar a las no renovables.

3.1.1 Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.¹²

El objetivo general de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos es incentivar el desarrollo de la bioenergía para promover el desarrollo rural sustentable y alcanzar una diversificación energética que nos permita afrontar las problemáticas actuales de los hidrocarburos. Se promueve que nuestro país se integre a una tendencia mundial caracterizada por el uso de energías alternas modernas, eficientes y limpias que impulsen el desarrollo del campo mexicano. La reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y gases de efecto invernadero también constituyen un objetivo a alcanzar por parte de la presente ley.

Entre los aspectos más relevantes de esta ley están aquellos que son sujetos, siendo estos los ejidos, productores y comunidades que cultiven productos naturales para la obtención de biomasa y toda persona física o moral que realice cualquier actividad relacionada con la bioenergía.

¹²Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de Febrero del 2008.

Se pone en manos de las autoridades correspondientes (SAGARPA, SENER, SEMARNAT) fomentar el desarrollo del mercado de los bioenergéticos. Además de esto se crea la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de los Bioenergéticos integrada por los titulares de SAGARPA, SENER, SEMARNAT, Secretaría de Economía y Secretaría de Hacienda y Crédito Público con una amplia gama de funciones, entre las que destacan; la elaboración de programas para promover el desarrollo de los bioenergéticos, establecer los lineamientos para los sectores sociales y privados, fomentar el uso de las tecnologías relacionadas, definir prioridades de gasto público federal para el desarrollo de los bioenergéticos, etc.

El artículo 11 merece especial mención por hablar de las facultades que tendrá la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, ya que en la fracción VIII de este artículo se menciona que dicha entidad tiene la capacidad de:

“Otorgar permisos previos para la producción de bioenergéticos a partir del grano de maíz en sus diversas modalidades, mismos que se otorgaran solamente cuando existan inventarios excedentes de producción interna de maíz para satisfacer el consumo nacional”.

Dentro de las facultades que ostentara la Secretaría de Energía, dentro de la Fracción VIII del artículo 12 se menciona que cuenta con la capacidad de:

“Establecer el programa de introducción de bioenergéticos, considerando objetivos, estrategias, acciones y metas. Para la elaboración del programa se tomaran en cuenta principalmente la producción nacional sobre la importación, la definición de plazos y regiones para la incorporación del etanol como componente de la gasolina, y la incorporación del biodiesel al consumo así como los requerimientos de infraestructura para su producción, transporte y comercialización”.

Además de los programas de introducción gradual de los bioenergéticos en el mercado nacional, también se plantean los lineamientos, normas oficiales y especificaciones que establezcan las características de los bioenergéticos para sus mezclas con las gasolinas o el diesel, esto queda asentado de la siguiente forma en la fracción IX del artículo 12:

“Emitir los lineamientos, especificaciones y en su caso Normas Oficiales Mexicanas que establezcan la calidad y características de los bioenergéticos para su mezcla con la gasolina y el diesel así como las correspondientes a las mezclas de etanol con gasolina, diesel con gasolina, diesel con biodiesel o bien el etanol y el biodiesel sin mezclas cuando así lo requiera el mercado y sean tecnológica y ambientalmente recomendables”.

Otras atribuciones muy importantes desde el punto de vista económico son las que se refieren a la SEMARNAT en las fracciones IV y V del artículo 13:

“Vigilar para que no se realice el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola con el fin de establecer cultivos para la producción de Bioenergéticos”.

“Evaluar los aspectos de sustentabilidad de los programas derivados de la presente Ley para el desarrollo de la producción de insumos y de Bioenergéticos, así como el impacto de dichos programas y en consecuencia tomar las medidas correspondientes a los resultados obtenidos”.

3.1.2. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.¹³

En nuestro país existe la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados que tiene por objetivo “regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola”.

Dicha ley constituye un conjunto de normas reguladoras de la producción de organismos genéticamente modificados, así mismo vela por los intereses de los centros de origen nacionales de diversos cultivos. En el artículo 86 se establece que la SEMARNAT y la SAGARPA al identificar las especies de las que el país sea centro de origen, podrán proponer un conjunto de medidas necesarias para la protección de dichas especies, además de preservar el área geográfica donde se localicen.

¹³Ley Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el viernes 18 de marzo de 2005.

El artículo 88 de la presente ley es de suma importancia, puesto que delimita las zonas experimentales de maíz y otros cultivos con manipulaciones genéticas, dicho artículo dice textualmente:

“En los centros de origen y de diversidad genética de especies animales y vegetales solo se permitirá la realización de liberaciones de OGMS cuando se trate de OGMS distintos a las especies nativas, siempre que su liberación no cause una afectación negativa a la salud humana o a la diversidad biológica.”

Para el caso del maíz, la cita anterior nos indica que las siembras experimentales de organismos genéticamente modificados solo podrían realizarse en lugares como Valle del Yaqui, Valle del Fuerte, Valle de Culiacán, Río Bravo y Sur de Tamaulipas, puesto que en dichos lugares hasta la fecha no se han detectado los parientes silvestres del maíz¹⁴.

El artículo 2 en su fracción XI nos indica que para el caso del maíz se mantendrá un régimen de protección especial, que en colaboración con el artículo 88 indican una restricción muy clara al maíz de origen transgénico con fines de evitar contaminación de las variedades nativas de este grano, lo cual parece ser difícil de lograr con estos reglamentos, puesto que según asociaciones como GREENPEACE¹⁵, nuestro país es uno de los países con mas contaminación de sus cultivos nativos a nivel mundial.

La fracción XI del artículo 2 reza lo siguiente:

“Determinar las bases para el establecimiento caso por caso de áreas geográficas libres de OGMS en las que se prohíba y aquellas en las que se restrinja la realización de actividades con determinados organismos genéticamente modificados, así como de cultivos de los cuales México sea centro de origen, en especial del maíz, que mantendrá un régimen de protección especial.”

¹⁴SAGARPA. Op. Cit. Pág. 78.

¹⁵Greenpeace. Denuncian ONG contaminación transgénica. 14 abril de 2008.

Ante esta revisión exhaustiva de las leyes relacionadas con la bioenergía en México, es correcto afirmar que existen (o por lo menos ya está avanzado el proceso) los reglamentos necesarios para generar una industria basada en el etanol, gracias al gran número de partidarios de este agrocombustible en nuestro país. Sin embargo, el que existan las condiciones no implica que el desarrollo contextual (económica, ambiental, social, ecológico, etc.) de la industria sea el más positivo para la nación.

3.1.3. Leyes Relacionadas

El marco jurídico mexicano tiene una gran diversidad de leyes que presentan una relación indirecta con el desarrollo de la bioenergía, en particular con el etanol, entre las más importantes de acuerdo a nuestros intereses se encuentran la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente¹⁶ presenta como objetivo principal propiciar el desarrollo sustentable entendido de forma tal que sea un proceso que mejore la productividad y la calidad de vida de las personas, de forma tal que se preserve el equilibrio ecológico, el medio ambiente y que el uso de los recursos naturales por las generaciones presentes no comprometa su disponibilidad para generaciones futuras. En el artículo 15 de esta ley se afirma que la explotación de los recursos naturales renovables debe de asegurar la permanencia de su diversidad y renovabilidad, a su vez, los recursos naturales no renovables deben de utilizarse de tal forma que se evite su agotamiento, previniendo efectos ecológicos adversos.

El objetivo de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable¹⁷ es mejorar el bienestar social de la población y de las actividades relacionadas con el medio rural, para lo cual el Estado impulsará acciones, programas y políticas públicas que permitan desarrollar el objetivo principal y otros como el desarrollo de mercados regionales, aumento de la capacidad productiva o el uso de los recursos naturales para aumentar y diversificar las fuentes de empleo e ingreso.

¹⁶ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero de 1988.

¹⁷ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2001.

3.2 Mercado para el etanol en México

En nuestro país PEMEX se presenta como la empresa de control presupuestario directo más importante gracias a los ingresos propios de la paraestatal que ascendieron en 2006 a 317 mil 655 millones de pesos, rebasando con 109 mil millones a la Comisión Federal de Electricidad¹⁸. Además de la importancia de PEMEX debida a sus ingresos, también se perfila como una empresa estratégica ya que es ella la encargada de proveer los hidrocarburos necesarios para la actividad económica nacional, entre los energéticos más importantes proveídos por Petróleos Mexicanos se encuentran las gasolinas que consumen a diario millones de vehículos en territorio nacional.

Actualmente se comercializan dos tipos de gasolinas en nuestro país, éstas son PEMEX MAGNA (índice de octano mínimo de 87) y PEMEX PREMIUM (con un índice de octano mínimo de 92), la diferencia entre estas dos estriba sobre el índice de octano que posee cada una, además de que la gasolina MAGNA utilizada en las zonas metropolitanas del valle de México, Monterrey y Guadalajara está sometida a exigencias normativas de oxigenación que permiten una mezcla de hasta 2.7%¹⁹ de oxígeno en peso, esto sucede en misma forma en el caso de todas las gasolinas PREMIUN ofertadas a nivel nacional.

En México alrededor del 32%²⁰ de las gasolinas totales están sometidas a procesos de oxigenación con Metil Ter Butil Eter (MTBE) y con Éter Metil Teramílico (TAME), los cuales son éteres derivados del metanol, siendo el primero el más usado por su amplia oferta a nivel mundial, además de que el TAME es más difícil de obtener debido a su limitada oferta de materia prima (isoamilenos). México tiene capacidad de producir hasta 12.2 millones de barriles diarios de MTBE y TAME en 5 de las 6 refinerías existentes en nuestro país²¹, sin embargo la capacidad utilizada no ha llegado en los últimos años siquiera a los 10 mil millones de barriles diarios, lo cual indica que hay una capacidad ociosa que debiera de ser explotada. El uso de éteres como oxigenantes permite disminuir emisiones contaminantes de los vehículos.

¹⁸Información obtenida del primer informe de gobierno de Felipe Calderón Hinojosa.

¹⁹El porcentaje en peso es un indicador que nos proporciona información útil sobre la cantidad de oxigenante que se debe de inyectar a la gasolina, este indicador no muestra la proporción de oxigenante, ya que esa relación siempre es más alta que el porcentaje en peso.

²⁰Favela, Rodrigo. Uso de Etanol en Gasolinas en México. PEMEX, diciembre 2006.

²¹Ibíd.

Según distintas proyecciones realizadas por PEMEX la demanda de gasolinas y de componentes oxigenados para los próximos años será positiva, además de esto hay que añadir que el incremento de las gasolinas se ha dado en buena parte gracias a la dinámica al alza de la demanda de gasolina PREMIUN, la cual tiene por ley que reportar un porcentaje máximo del 2.7% de oxígeno en peso, sin especificar si sea MTBE, TAME, ETBE, TAEE (Etil Ter butil Eter y eter etil teramilico, son derivados del etanol) o Etanol. Tan solo de 2000 a 2005 el incremento en la demanda nacional de gasolina PREMIUN fue de casi 50%, mientras que el incremento en la demanda de gasolina MAGNA fue apenas superior al 15%²².

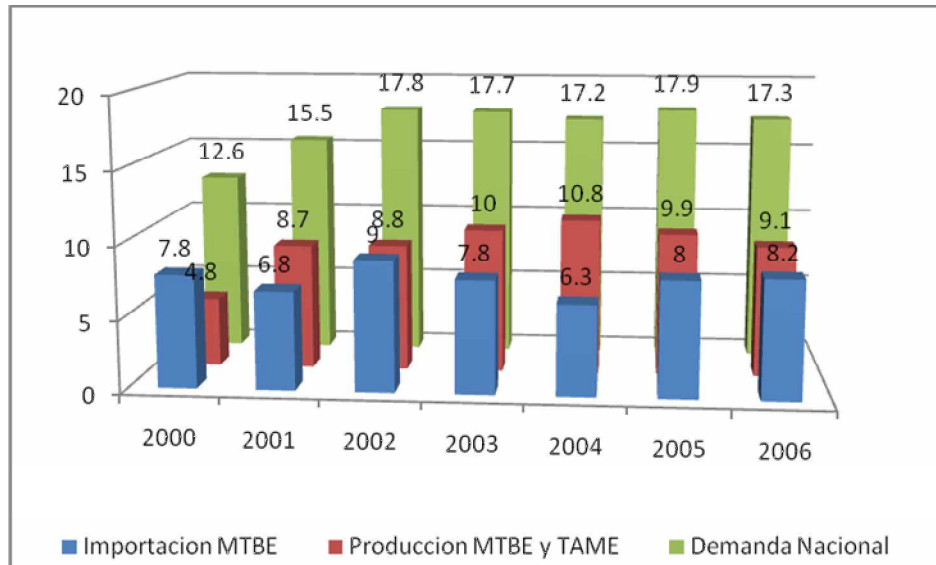
El etanol al brindar capacidades de componente oxigenador de la gasolina puede fungir fácilmente como sustituto del MTBE y TAME, esto ya es un hecho comprobado por varios países que lo han sustituido.

La sustitución del MTBE y TAME por el etanol puede realizarse desde distintas perspectivas, estas son de acuerdo al porcentaje en peso de oxigenante que requieran las gasolinas, así se puede agregar etanol (como sustituto de los derivados del metanol) a la gasolina en distintas mezclas de acuerdo al nivel de oxigenación que se requiera, esto da como resultado un mercado muy amplio para este biocombustible y sus derivados. A este mercado potencialmente enorme del etanol hay que agregar la dinámica positiva del mercado de los oxigenantes MTBE y TAME (figura 3.1).

La introducción del etanol y sus derivados puede realizarse en diversas etapas de acuerdo a la oferta nacional de éteres, obteniendo grandes ventajas económicas al importar menos oxigenantes, y por ende crear un ahorro de pago de divisas. La figura 3.1 nos muestra esta dinámica del mercado de éteres donde en años como el 2000 o 2002 las importaciones han contribuido con más del 50% de la demanda nacional de éteres para oxigenar las gasolinas MAGNA de áreas metropolitanas ya señaladas y PREMIUM de todo el país.

²²Secretaría de Energía. Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. SENER-GTZ-BID, Noviembre de 2006. Págs. 85-87.

Figura 3.1 Demanda nacional de oxigenantes para gasolina por producción nacional más importaciones (mbd).



Fuente: Elaboración propia con datos de Fabela Rodrigo. Op. cit.

Es factible afirmar que el mercado para el etanol como aditivo de la gasolina es muy amplio, los únicos límites en este sentido podrían ser aspectos relacionados con la tecnología, es decir, ciertas modificaciones necesarias a los autos para que puedan funcionar con mezclas de etanol y gasolina.

3.3 La tecnología en la producción de etanol

Un análisis completo sobre la tecnología necesaria para el desarrollo de una agroindustria de etanol en base a maíz abarca áreas muy bastas, empezando desde la inversión en la producción de maíz según bondades y comodidades que brinda la tecnología en nuestro país, todo esto como resultado de las nuevas investigaciones relacionadas con la biotecnología. Y por otro lado se encuentran las inversiones en la infraestructura productiva, es decir, la maquinaria e instalaciones necesarias para poder desarrollar la transformación del maíz en etanol.

3.3.1 Transformación.

Resulta claro que la transformación del maíz grano en etanol necesita una tecnología específica, la cual es diferente en distintos aspectos a otras que se basan en otro tipo de productos agrícolas, así, la tecnología empleada para producir etanol de caña de azúcar resulta ser distinta a la necesaria para producirlo con maíz. El maíz es uno de los cultivos tecnológicamente más estudiados, tanto por su conocimiento agronómico, como por su exigencia edafoclimática²³, además de que la tecnología utilizada para su producción está muy desarrollada y practicada por los Estados Unidos (principal productor de etanol en el mundo), aunado a lo anterior muestra una posibilidad de integración productiva muy alta y permite una explotación más amplia de los desechos del maíz (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Características de distintos cultivos energéticos

CULTIVO	CONOCIMIENTO AGRONÓMICO	EXIGENCIA EDAFOCLIMÁTICA	TECNOLOGÍA PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL	POSIBILIDAD DE INTEGRACIÓN PRODUCTIVA Y USO DE SUBPRODUCTOS
CAÑA	ALTO	ALTA	CONOCIDA Y PRACTICADA	ALTA
MAÍZ	ALTO	ALTA	CONOCIDA Y PRACTICADA (EUA)	ALTA
SORGO DULCE	MEDIANO	MEDIANA	CONOCIDA	MEDIANA
YUCA	LIMITADO	BAJA	CONOCIDA (TAILANDIA)	BAJA
REMOLACHA AZUCARERA	BAJO	MEDIANA	CONOCIDA (EUROPA)	BAJA

SENER-CONAE. Eficiencia energética y costos económicos de la producción de biocombustibles. 2007.

Nota: El cuadro presenta distintos cultivos con fines únicamente comparativos e ilustrativos.

La producción de etanol a partir de maíz puede realizarse a partir de dos procesos tecnológicamente viables y conocidos, en primer lugar está la molienda húmeda, la cual en términos de rendimientos es menos rentable que la opción de molienda en seco. La

²³El concepto de la exigencia edafoclimática se refiere al tipo de suelo y climas requeridos para el desarrollo de la planta.

molienda en seco es la más utilizada puesto que permite obtener resultados de hasta 400 litros por tonelada de maíz, además de que se pueden explotar y comercializar alrededor de 320 kilogramos de granos secos de destilería y solubles por tonelada de maíz (los cuales pueden ser utilizados como alimento para el ganado), esto último da como resultado un aprovechamiento óptimo de los residuos del proceso de transformación en seco²⁴. La molienda del maíz en húmedo también permite obtener otros productos derivados del proceso de transformación, estos son el aceite de maíz, gluten meal y gluten feed²⁵.

Es importante señalar que las diferencias básicas entre estos dos procesos estriban sobre la preparación del grano para la molienda, ya que en la molienda en húmedo el grano es empapado en agua caliente y posteriormente es fragmentado y separado en sus diversos componentes. Otra diferencia importante entre las plantas de molienda seca y las de molienda húmeda es que las primeras tienen una capacidad de producción anual (en los mejores casos) de poco más de 200 millones de litros, mientras que las plantas de molienda húmeda cuentan con una capacidad instalada de varias centenas de millones de litros al año. La técnica más importante utilizada por países como Estados Unidos para producir etanol es la de molienda seca, la cual tiene más devotos puesto que además de generar menos costos en la inversión inicial (por demandar menos maquinaria), también son menores los costos de operación de planta ya que se demanda menos energía.

La figura 1 del apéndice estadístico nos muestra esquemáticamente el proceso tecnológico necesario para la producción de etanol anhidro por medio de molienda seca de maíz grano. La primera parte de este proceso se basa en la molienda del maíz para dejarlo convertido en harina, un segundo paso consiste en adicionar agua para crear un puré que es sometido a un proceso de cocción, para iniciar la transformación del almidón en azúcares fermentables. Dentro del proceso de transformación de almidón a azúcares se diferencian dos aspectos: la licuefacción y la sacarificación, consistiendo la primera en el desarrollo de la hidrólisis de la molécula del almidón, este proceso se logra con la adición de las enzimas alfa amilasa. Dentro de la etapa de la licuefacción se aplica calor para reducir el número de bacterias

²⁴Horta Nogueira, Luiz. Producción y utilización de Etanol y ETBE en México: situación actual y perspectivas. UNIFEI Brasil, Agosto de 2006.

²⁵El gluten meal es un alimento con alto nivel de proteínas, separado del grano de maíz mediante molienda húmeda. El gluten feed es un ingrediente que combina muy bien en diversas mezclas destinadas a lograr altos rendimientos de carne y leche.

existentes en el puré (primero se aplican de 120-150C°, posteriormente disminuye a 95C°). En la sacarificación el puré es refrescado con temperaturas al punto de ebullición del agua (alrededor de 60C°) y se le agrega la enzima secundaria glucoamilasa para poder convertir las moléculas del almidón licuado en azúcares fermentables (llamados dextrosa).

El siguiente paso consiste en la fermentación, donde al puré se le agregan células de levadura para poder convertir los azúcares en etanol conjuntamente con el bióxido de carbono (por cada molécula de los azúcares se producen dos de bioetanol y dos de CO₂), con una duración de 48 horas. La destilación constituye el siguiente paso donde gracias a la diferencia en el punto de ebullición del etanol y el agua se puede realizar la separación de estos dos obteniendo un etanol con una pureza de 90-96%, mientras que el agua y los granos secos de destilería (DDG por sus siglas en inglés Dried Distillers Grains) son separados para la consiguiente elaboración de los subproductos. Es importante señalar que dentro del proceso de destilación también se producen las vinazas de destilería de alcohol que son catalogadas como un residuo orgánico de los más contaminantes sobre la flora y fauna del planeta.

La deshidratación y el desnaturalizado constituyen las últimas dos etapas del proceso. La deshidratación no es otra cosa que quitarle el agua restante al etanol, con lo cual se le denomina alcohol anhidro o etanol anhidro. Finalmente la etapa de desnaturalización consiste en agregar una pequeña cantidad 2-5% de otro producto (generalmente nafta) con el objetivo de hacerlo no apto para el consumo humano²⁶.

Una vez elaborado el etanol en las plantas que corresponden a ello, este alcohol necesita ser transformado en ETBE y TAEE, para lo cual no es necesario incurrir en altos costos para la elaboración de plantas especiales para estas actividades, bastaría con transportar el etanol a las refinerías existentes en el país (con pequeños costos de modificación) para poder minimizar los costos de sustitución de MTBE y TAME por ETBE y TAEE.

Como se puede apreciar, la tecnología necesaria para la elaboración del etanol está al alcance de las manos de quienes posean el capital necesario para la inversión, en dicho asunto el gobierno debería de incentivar y apoyar las inversiones de este tipo para desarrollar rápidamente una industria nacional.

²⁶Maizar. Sistemas de producción utilizados para obtener etanol. Enero 2007.

Una conclusión adelantada de este análisis es que no existen barreras tecnológicas, puesto que la tecnología existe, se vende y se puede fabricar en casa, por lo cual el problema de la producción de etanol no está en la tecnología.

3.3.2 La Biotecnología

Los gigantes de la biotecnología día a día presentan nuevas propuestas relacionadas con los biocombustibles, tal es el caso de etanol celulósico (obtenido de madera), arboles transgénicos, biología sintética, etc., todo dirigido a tratar de rescatar a la sociedad de la dependencia que se tiene sobre los combustibles fósiles, además de tratar de combatir el cambio climático.

La biotecnología está presente en el proceso de molienda en seco y molienda en húmedo, ya que estos son posible gracias a la biotecnología, la cual, en este caso gracias a las enzimas puede lograr la conversión del almidón en azúcares fermentables.

La relación de la biotecnología con la producción de etanol es todavía más notable cuando nos trasladamos al proceso de producción del maíz, puesto que en la realidad los cultivos de maíz se ven afectados frecuentemente por enfermedades, plagas de insectos, grandes competencias herbáceas, falta o exceso de lluvia, sol o frío. Es aquí donde gracias a los avances en las semillas mejoradas genéticamente se pueden obtener mejores rendimientos en la cosecha, además de que se puede incurrir en menores gastos en el proceso productivo, esto se conoce en nuestro tiempo como la nueva revolución verde.

Con la adopción de nuevas variedades de maíz se pueden aumentar los niveles de productividad hasta en un 157%²⁷, esto puede obtenerse por medio del empleo de diversos maíces modificados, uno de ellos es el Bt.

El maíz Bt es una variedad que contiene al transgen *Bacillus thuringiensis*, conocido desde hace más de 30 años por sus bondades para el control biológico de plagas, autoprotegiendo a las plantas del ataque de las larvas de lepidópteros evitando así el tratamiento contra insectos. La bacteria utilizada en este maíz ha sido sometida a los más diversos y rigurosos estudios donde se ha comprobado su carácter inocuo al ser humano, llegando incluso a ser recomendado para la agricultura orgánica²⁸.

²⁷Ruiz, Norma. Op. Cit.

²⁸Bergel, Salvador. Op. Cit. Pág. 309.

A pesar de que existen investigaciones con más de 30 años de antigüedad sobre los efectos del maíz Bt y estas han demostrado ausencia de toxicidad de esta proteína en animales y humanos, sectores muy importantes de la población a nivel mundial se oponen rotundamente o por lo menos guardan recelo sobre los productos modificados, con lo que este tipo de cultivos, en este caso el maíz, son destinados principalmente hacia otro tipo de actividades no relacionadas al consumo humano directo, tal es el caso de la engorda de ganado a nivel mundial y el etanol principalmente en los Estados Unidos.

Ciertamente la investigación en ingeniería genética permite un potencial sumamente amplio sobre la biotecnología agrícola. Tan es cierto lo anterior que en la actualidad ya existen plantas con resistencia a enfermedades virales, productos nutraceuticos, además de que se trabajan nuevas perspectivas por parte de la genómica, algunos ejemplos son: producción de metabolitos de interés por medio de la modificación de la bioquímica celular, mejoramiento en la eficiencia de la fotosíntesis y fijación del nitrógeno, manipular la morfología y los procesos de desarrollo de la planta, mejoramiento de resistencia ante los cambios ambientales, etc.²⁹. Al dirigir todos estos esfuerzos hacia los cultivos energéticos se pueden obtener grandes beneficios por reducción de costos e incrementos en la productividad, pero ciertamente la cuestión en juego va más allá de los aspectos económicos, más bien se trata de aspectos sociales, culturales y éticos.

La revolución biotecnológica agrícola esta entrando tarde en nuestro país (60 mil hectáreas cultivadas en 2006), cuando en el mundo entero e incluso en América Latina los cultivos transgénicos están en pleno auge, tan solo en Brasil, Argentina y Paraguay se cultivan alrededor de 31.5 millones de hectáreas con organismos genéticamente modificados, lo que da un 30% de las 102 millones de hectáreas calculadas sembradas con cultivos biotecnológicos en 2006, de las cuales alrededor de 19 millones eran cultivos de maíz y algodón que producen la proteína Bt³⁰.

²⁹Ibíd, pp. 310-311.

³⁰Ruiz, Norma. Op. Cit.

Es acertado hacer una primera anotación sobre las bondades de la biotecnología agrícola, puesto que a pesar de todas sus supuestas virtudes promovidas por empresas de países como Estados Unidos (país con mayor cantidad de hectáreas sembradas con transgénicos), es un hecho que la población Norteamericana aprueba la siembra de maíz Bt ya que en dicho país este grano es principalmente forrajero. Pero en el caso del trigo no pasa lo mismo puesto que hay un rechazo de la población hacia dicho alimento genéticamente modificado³¹.

3.4 Costos de producción

El análisis de los costos de producción del etanol de maíz en México no es una tarea nada fácil puesto que requiere del estudio de una serie de factores que varían de región a región, tal es el caso de la materia prima, la cual no tiene el mismo costo de producción en Sinaloa que en otros estados del centro o del sur del país. Esta gran diferencia de costos de producción y precios se explican por la estacionalidad del cultivo, la localización geográfica de las zonas productoras, la influencia de los precios internacionales, las características del mercado regional, así como ciertas modalidades de precios pactados por contrato.

Además de lo ya dicho, hay que tomar en cuenta el costo de la tecnología, la cual no es única para todos aquellos lugares donde se produce etanol de maíz, tan solo hay que recordar que existen dos métodos de producción en Estados Unidos, los cuales son el de la molienda seca y en húmedo. Dichos sistemas de producción también varían de acuerdo a la capacidad instalada con la que se cuente, esto se estima de acuerdo a la localización geográfica de los cultivos.

Otro asunto que se debe estudiar en la elaboración de etanol es el referente al grado de integración de la producción-transformación de los productos, puesto que no es lo mismo trabajar con un proceso de integración vertical que con una independencia en los procesos productivos de la materia prima, transformación y distribución.

³¹Covantes Torres, Liza. ¿Qué paso con la contaminación transgénica de maíces mexicanos?. Enero 2007.

Un factor más que complica el escenario lo representa la diversidad de actividades tanto agrícolas como industriales que conviven con el mercado del maíz y de la tecnología e infraestructura necesaria para su procesamiento.

Como un factor final a mencionar dentro del análisis de costos se encuentran los precios internacionales tanto de los insumos como del producto, los cuales no pueden ser omitidos puesto que muchos juegan un papel más dinámico que los anteriores.

Todos los elementos ya mencionados son referentes necesarios para un estudio más detallado en este sentido, sin embargo bajo las necesidades del presente estudio solo presentare los aspectos más representativos de un correspondiente análisis de costos de la producción de etanol de maíz en México, para lo cual he dividido el costo de producción en costo primo, inversión y costo de transformación.

Dentro de la presente investigación presentare un análisis de referencia ya elaborado por la Secretaria de energía en 2006 titulado “Potenciales y viabilidad del uso de Bioetanol y Biodiesel para el transporte en México”, donde se manejan costos de producción de la materia prima de acuerdo a las condiciones del Estado de Sinaloa en el ciclo productivo 2005-2006. Así, para efectos del análisis se da un costo de producción de 166.92 dólares por tonelada de maíz tomando en cuenta el costo de la renta de la tierra y de 172.90 dólares por tonelada tomando en cuenta el subsidio del Gobierno Federal.

Ante este escenario de costos de la materia prima se tiene que descontar un ingreso adicional por motivo de la producción y venta de granos secos de destilería (DDG por sus siglas en ingles Dried Distillers Grains), los que en los mercados llegan a cotizarse en precios similares a los del maíz. De acuerdo con el estudio citado se tomo un valor de 90 dólares por tonelada de este grano, dichos DDGs se obtienen en una relación 1/3 por tonelada de maíz procesado para etanol, con lo cual nos da un valor de alrededor de 28.89 dólares por tonelada de maíz.

Tomando en cuenta que una tonelada de maíz puede producir mediante la molienda en seco alrededor de 400 litros de etanol y restando el valor de los DDGs al precio del maíz obtenemos un valor que oscila entre .345 y .360 dólares por litro de etanol para el caso de México.

Cuadro 3.2. Costos de producción de etanol en dólares por litro

Composición de los costos de producción del etanol US\$/litro	
Costo	Maíz vía seca
Materia prima	0.3
Inversiones	0.07
Energía	0.09
Otros	-0.02
Total	0.44

Fuente: SENER. Op. Cit., Pág. 262 (del documento completo).

El cuadro 3.2 nos ilustra al respecto de los costos para elaborar un litro de etanol, destacando de entre todos el costo de la materia prima (maíz) que es casi del 70% del total, mientras que otros costos como la inversión y la energía son apenas significativos. Se observa que en otros costos se tiene -0.02, lo cual es resultado de la reducción del costo del capital en el producto debido a que el periodo de producción del grano abarca casi todo el año.

El costo de inversión se ha realizado bajo la hipótesis de un valor de 61 millones de dólares para una planta que produce 500 m³ al día por la vía seca.

Con un tipo de cambio de 10.68 pesos por dólar en 2006, dicho estudio nos arroja un costo de producción de 4.69 pesos por litro de etanol que es visiblemente inferior al 6.74 pesos por litro de gasolina magna en dicho año, y más aun al 8.29 pesos por litro de la gasolina Premium³².

Es necesario destacar que este análisis ha sido bajo las condiciones de producción de maíz en Sinaloa, estado que dispone de costos de producción muy bajos con técnicas fundamentalmente de riego y con la productividad más alta a nivel nacional. En el estudio se supone un rendimiento de 10 toneladas por hectárea, lo cual es en términos reales algo falso puesto que en 2006 la productividad promedio de Sinaloa fue de 8.8 toneladas, y la de riego fue de 9.6 ton/hectárea. Para reducir los costos de producción de maíz será necesario hacer uso de la biotecnología agrícola que ha brindando buenos resultados en países como Estados Unidos, brindando las ventajas ya mencionadas en un apartado anterior.

³²PEMEX. Indicadores petroleros. Datos a septiembre de 2008.

Puesto que los precios del maíz se han mantenido al alza en los últimos meses, es necesario hacer una estimación con base en datos más actualizados ya que tan solo a finales del año 2006 el precio medio rural era de alrededor de 2,010.55 pesos por tonelada, es decir, 188 dólares, lo que implica un costo mayor al de los escenarios ya estudiados. Para ser un poco más exactos todavía, y de acuerdo con las declaraciones del presente secretario de agricultura Alberto Cárdenas, en abril de 2008 se tienen contratos de precios del maíz que oscilan entre 2,450 y 2,700 pesos del ciclo otoño-invierno para consumo humano, industrial y pecuario, mientras que en el mercado libre estos precios son mayores a los 2,900 pesos por tonelada³³. Si tomásemos el precio mínimo en que en abril se cotiza la tonelada de maíz con un tipo de cambio promedio de 10.51 pesos por dólar del cuarto mes de 2008, obtendremos un valor de la tonelada de maíz de 233.11 dólares por tonelada que crearía un incremento notable sobre la materia prima en caso de producir etanol.

En el cuadro 3.3 manejo distintas posibilidades para la producción de etanol de acuerdo a una serie de precios del maíz con finalidad de presentar un panorama más adecuado a la realidad nacional en cuanto a los precios del maíz que en los últimos meses han aumentado considerablemente, en buena parte debido a los altos precios de los agroquímicos que han subido en más del doble en los últimos 15 meses³⁴.

³³ Del Pilar Martínez, María. "SAGARPA garantiza precio estable del maíz". El economista, Negocios, 24 abril 2008.

³⁴ Perez, Matilde. "Campesinos excluyen el maíz de sus cultivos por subidas en fertilizantes". La jornada, 22 de abril de 2008, Política.

Cuadro 3.3 Producción de etanol de maíz según tipo de costo.

Composición de los costos de producción del etanol US\$/litro				
Tipo de Costo	Maíz vía seca			
	2006		2008	
	1783-1850 \$/ton	2010 \$/ton	2450 \$/ton	2700 \$/ton
	166-172 US\$/ton	188.02 US\$/ton	233.11\$/ton	256.89\$/ton
Materia prima	0.3	0.31	0.39	0.43
Inversiones	0.07	0.07	0.07	0.07
Energía	0.09	0.09	0.09	0.09
Otros	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
Total	0.44	0.45	0.53	0.57

Nota: se toman 321 kilogramos de DDGs por tonelada de maíz vendidos a un precio igual al de la ton. de maíz.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER. Op. Cit. Pág. 262 y Del Pilar, María. Op. Cit.

Ciertamente el análisis se haría más complejo si se revisan rubro por rubro de costos, pero también es verdad que lo más importante dentro del sistema de costos de etanol de maíz en nuestro país está delimitado por la materia prima, la cual en todos los casos corresponde a más de las dos terceras partes del costo de producción.

Al ser el etanol un oxigenante de la gasolina, este debe de ser comparado con el precio de la misma, para lo cual se puede estudiar desde la perspectiva del poder calorífico volumétrico del etanol y de la gasolina, siendo el primero de 21,146 KJ/litro y el segundo de 32,250 kJ/litro, por lo que un litro de etanol equivale a 65% del contenido energético de la gasolina, lo que nos indica que para igualar los costos energéticos el etanol necesariamente debería valer 35% menos que la gasolina según el estudio de la SENER ya citado con anterioridad, dicho requisito se cumple prácticamente en los 4 casos del cuadro 2.3 de acuerdo al precio de la gasolina PEMEX PREMIUM en cada periodo (los últimos dos casos de 2008 tienen un precio inferior de alrededor del 32%³⁵). Se han tomado los datos de las gasolinas PREMIUM puesto que todas estas contienen oxigenantes, sin embargo, si tomamos en

³⁵El cuadro 9 del apéndice estadístico muestra los precios de las gasolinas más detalladamente.

cuenta el precio de las gasolinas MAGNA, este no presenta mucha diferencia con respecto al precio del etanol, ya que el precio del etanol corresponde a más del 70% del de la gasolina para todos los casos, con lo cual no se cumpliría el supuesto de 35% menos valor para el etanol y sus derivados.

Por último es importante señalar que los costos de la transformación de etanol a ETBE y TAEF tienen que ser asumidos por las refinerías ya existentes en el país, gracias a esto se minimizarían considerablemente los costos de esta transformación que conllevaría pequeñas modificaciones a las instalaciones adecuadas para producir MTBE y TAME, aunque hay que señalar que esta transformación también debe de considerarse como un costo adicional para la producción de ETBE y TAEF.

3.4.1 La función del Estado.

Una estrategia nacional de producción de etanol no podría estar basada simplemente en un mercado capaz de regular los procesos tanto de producción, comercialización y consumo del etanol, sería insuficiente e ineficaz sobre todo en una etapa de surgimiento. Es aquí donde el Estado debe de entrar como un ente regulador de la actividad, capaz de negociar con los agentes involucrados en la cadena productiva, tanto con productores de maíz, como con PEMEX e incluso tendrá que lidiar con la sociedad civil y su rechazo a ese tipo de proyectos.

Un ejemplo claro del papel que el Estado debe desempeñar lo constituyen los subsidios otorgados hacia el productor campesino, que ciertamente debe de ser revisado y adaptado a las condiciones del nuevo mercado (puesto que se podrían mencionar muchas irregularidades, las cuales no son motivo de la investigación) para lograr la rentabilidad del producto utilizado como insumo. Será necesario planear ciertos programas regionales para el desarrollo de cinturones de maíz o zonas maiceras alimentadoras de las plantas transformadoras, es decir, se necesitara inyectar recursos al agro para transformarlo y poder disminuir los altos costos de producción y bajas productividades imperantes en la producción promedio nacional de maíz, siempre cuidando que ciertos indicadores sociales sean benéficos a la población trabajadora implicada.

Además de los subsidios hacia los productores de maíz, será necesaria una intervención mas profunda dentro del nuevo mercado suavizando los problemas económicos que hagan inviable la producción del combustible por lo menos en sus inicios. Un ejemplo claro lo constituyen apoyos al transporte de la empresa creadora de etanol hacia las refinerías donde se destilara el ETBE y el TAAE, o incluso con la creación de expendedores locales de etanol en las regiones que se encuentren muy lejos de las refinerías nacionales.

Así como el estado tiene la seguridad de velar por la seguridad nacional, también tiene que cuidar los bienes estratégicos de la nación tal como la alimentación, por lo que será necesario revisar los posibles efectos de la producción de etanol de maíz sobre los precios nacionales del grano y todos los productos involucrados (tal como la tortilla), con lo que se evitarían posibles problemáticas sociales muy graves puesto que nuestra población basa buena parte de su alimentación en el maíz.

Es inevitable que el Estado a través de sus instituciones y normas estudie las consecuencias de lo que implicaría la producción de este combustible en términos ambientales, por lo que será necesario regular este mercado de acuerdo a criterios ambientales y ecológicos que se consideren por lo menos básicos en la gestión de este recurso. Así, deben de analizarse los efectos de los monocultivos del maíz sobre la flora y fauna silvestres, el ambiente y el clima global, además de que han de limitarse las áreas destinadas a este tipo de plantaciones.

Estas funciones del Estado y muchas más que surgirán conforme el desarrollo de los proyectos no son un capricho analítico, simplemente son el resultado de la observación de la dinámica que han mantenido otros países para el buen desarrollo de este mercado, entre estos ejemplos con mercados ya maduros se encuentran Estados Unidos con sus altos subsidios a los productores agrícolas y Brasil que con ayuda del gobierno desde distintos ángulos ha logrado grandes acuerdos a nivel internacional para el etanol de su caña de azúcar.

IV.- El Maíz en México

El presente capítulo tiene la función de mostrar el papel del grano de maíz como producto básico para la población mexicana desde diversas perspectivas. El primer apartado muestra la problemática nacional debido a la falta de autosuficiencia en cuanto al maíz puesto que una buena parte de la demanda nacional es satisfecha con grano importado principalmente de Estados Unidos. La segunda parte desarrollada enmarca al maíz como alimento básico de la población mexicana presentando un valor tanto alimentario como económico. Antes de emprender una industria basada en un insumo tan importante como el maíz, es necesario examinar las condiciones de este grano y lo que este representa para los mexicanos.

1. La oferta global

En nuestro país existe una gran diversidad fenotípica¹ de las razas criollas de maíz, esto queda claro al observar los distintos colores, la forma y el tamaño del grano y la mazorca, además de que tienen diferencias agronómicas como la duración del ciclo de cultivo y el tamaño de las plantas. Como producto de esta vasta diversidad fenotípica las clasificaciones más recientes arrojan la existencia de 59 razas de maíz en México². La característica básica por la cual el maíz es convertido en etanol se refiere a su alto contenido en almidones que es de aproximadamente el 62% del grano.

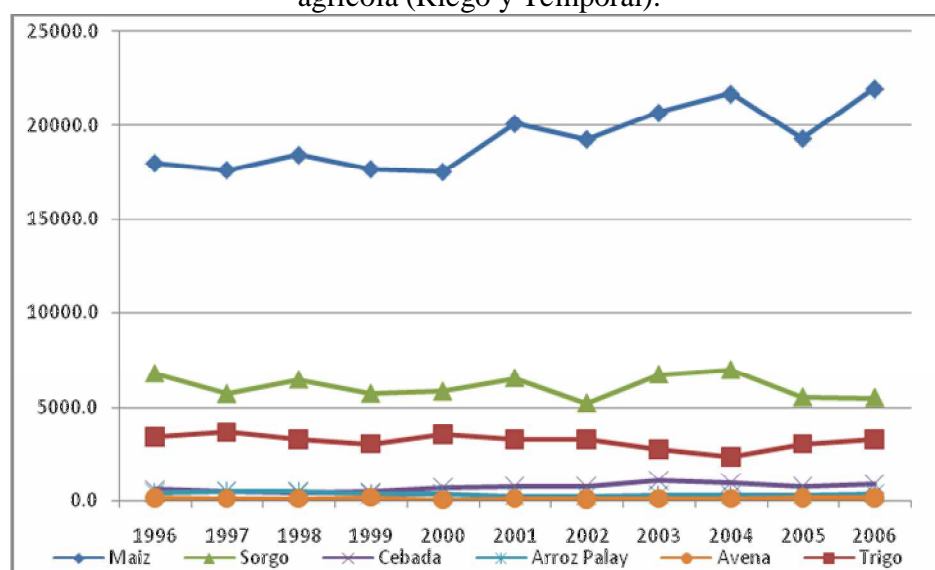
A principios de este año el maíz mexicano se enfrenta a la culminación del proceso de desgravación arancelaria, el cual dio inicio con la firma del Tratado de Libre Comercio en 1994. Gracias al término de este plazo ahora se puede importar maíz de Estados Unidos y Canadá libremente, lo cual a opinión de muchos perjudicará muy seriamente a los productores nacionales del cereal.

¹El fenotipo es cualquier característica detectable en un organismo (estructural, bioquímico, fisiológico o conductual) determinado por una interacción entre su genotipo y su medio.

²Berthaud, Julien. El maíz y la biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México. Capítulo 3.

Ante este escenario del maíz mexicano se añade un segundo asunto por estudiar, este es el referente al uso del maíz como materia prima para producir etanol biocarburante. Esto se puede convertir en un problema puesto que el maíz es el cultivo mas importante en nuestro país, la figura 4.1 nos muestra claramente que el maíz en el año 2006 constituyo casi el 70% de la producción nacional de cereales.

Figura 4.1 Producción nacional de los principales cereales (miles de toneladas). Año agrícola (Riego y Temporal).



Fuente: Sistema de Informacion Agropecuaria de Consulta (SIACON-SIAP).

De entre los principales granos que se producen a nivel nacional, el sorgo que es sustituto del maíz como cereal de uso pecuario ha tendido a una disminucion de su participación sobre el total ya que en 1996 contribuia con alrededor del 23% del volumen de cereales, mientras que en 1996 decayo 6% para ubicarse en 17%. La disminucion de la participación del sorgo en el total ha sido provocada en buena parte por el aumento de la participación del maíz ya que en los 11 años presentados aumento su importancia en el global cerealero con alrededor de un 7% (ver cuadro 10 del apéndice estadístico).

Los datos anteriores son hasta el 2006, pero las estadísticas mas recientes de lo que ha sido la producción muestran que en el 2007 se produjeron casi 24 millones de toneladas de maíz,

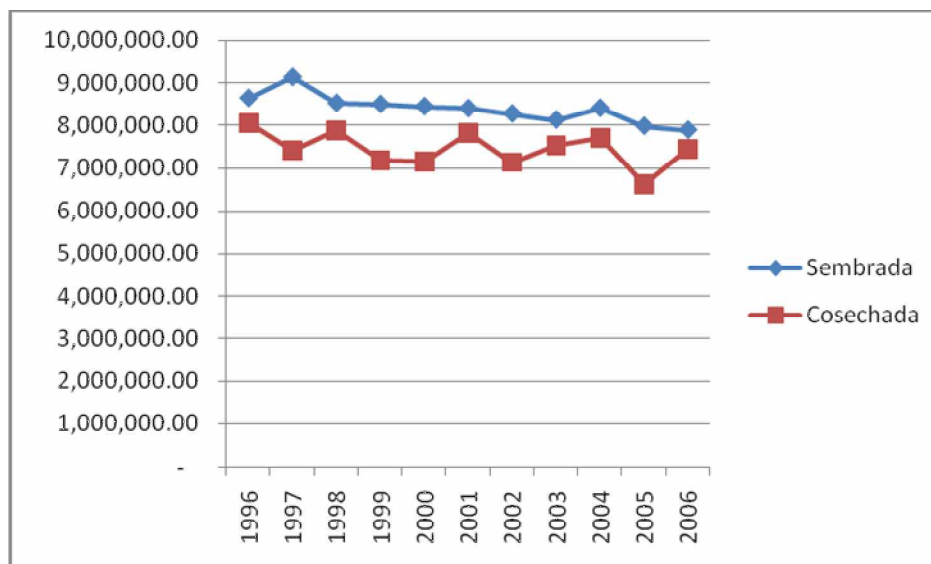
lo cual implica poco menos de 2 millones mas que en 2006, dicho maíz es blanco, del cual el país es prácticamente autosuficiente³.

A nivel mundial el maíz también ha demostrado tener una tendencia a incrementar los niveles de producción, un indicador que nos muestra claramente este fenómeno lo constituye la tasa media anual de crecimiento, índice que ha crecido en alrededor del 2.1% para el maíz, 0.8% para el caso del trigo y 1% para el arroz, en un periodo comprendido entre los años de 1996-2005 (ver cuadro 11 del apéndice estadístico).

El maíz se cultiva en base a dos ciclos productivos, estos son el de primavera-verano y el de otoño invierno, con diversas modalidades agroclimáticas, de humedad y de tipo hidrico.

La superficie sembrada en los últimos años se ha caracterizado por variaciones poco significativas desde el punto de vista numérico, sin embargo es muy importante destacar que estas variaciones en lugar de haber sido crecientes, han sido a la baja (Figura 4.2). Esta tendencia ha sido ocasionada en buena parte por una reconversión de las tierras menos productivas de maíz hacia otros cultivos que necesiten tierras con niveles de fertilidad bajos.

Figura 4.2 Superficie Sembrada (SS) y superficie cosechada (SC) de Maíz en México (hectareas).



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON, SIAP-SAGARPA.

³García de Leon, Verónica. "Maíz ¿Para qué?". *Expansión*, No. 131, Octubre de 2007.

1.1. La Producción Nacional

Este descenso de la superficie sembrada es importante por que refleja una falta de incentivos agrícolas que ocasionan entre otros problemas fenomenos tan grandes como la migración de la población agraria hacia los Estados Unidos y a las ciudades mexicanas.

Del total de la superficie sembrada en 2006, poco mas del 17% corresponde a la modalidad de riego y el 83% a la de temporal, lo cual es debido a que la mayor parte del país cuenta con condiciones tecnológicas de producción agrícola muy tradicionales. Por otro lado de los dos ciclos de producción, el que proporciona más superficie sembrada es el de primavera-verano con alrededor de un 85% y el de otoño-invierno provee el otro 15% restante (ver cuadro 12 del apéndice estadístico).

A pesar de que la mayor parte de la superficie se siembra con fines de cosechar el cereal, no toda la superficie en donde se ha plantado la semilla sera cosechada puesto que hay que restar las superficies que sean afectadas por los siniestros, los cuales no son otra cosa que fenómenos climáticos. Los siniestros al ser problemas ocasionados por el clima afectan principalmente a la agricultura que depende directamente de estos fenómenos, es decir, a la siembra de maíz bajo la modalidad hídrica de temporal.

Una vez restados los siniestros a la superficie sembrada se obtiene la superficie cosechada, la cual es muy variable puesto que no se puede controlar por la mano del hombre, llegando hacer un problema muy grande para la agricultura nacional. Cabe destacar que este tipo de eventos climáticos no llegan con la misma intensidad a países como Estados Unidos. De la superficie cosechada en 2006, 1,353,421 hectáreas corresponden a una modalidad de riego (18% del total) y 6,071,077 hectáreas corresponden a la modalidad de temporal (81%). Por otro lado, el ciclo primavera-otoño provee de alrededor del 85% de la superficie cosechada en ese mismo año y el restante 15% se obtiene del ciclo otoño-invierno (ver cuadro 13 de apéndice).

Por otro lado, en lo referente al valor de la producción, resulta lógico y acertado afirmar que esta en función de la cantidad de maíz producida, así en los años con mayor número de siniestros ocasionados sobre el maíz, menores serán los beneficios para la población campesina.

Según datos del Padrón de Productores de PROCAMPO en 2004 había en nuestro país alrededor de 2 millones de productores agrícolas dedicados al cultivo del maíz, siendo un 85% de población dedicada al cultivo con una superficie menor o igual a 5 hectáreas, mientras que el resto lo hacía con una extensión mayor a 5 hectáreas⁴. Hay datos que marcan incluso la existencia de más de 3 millones de productores agrícolas dedicados a producir maíz⁵, sin embargo, ambos datos son presentados aquí con el objetivo de verificar la importancia del grano para los agricultores mexicanos.

En realidad las metodologías de análisis de los productores basadas en los tamaños de las explotaciones no son muy precisas para poder definir correctamente a todos los tipos de productores, sin embargo, es una buena herramienta para hacer un análisis económico general⁶.

La forma clásica de estudiar a los productores de maíz consiste en dividirlos principalmente en 3 grandes grupos, los cuales son los microproductores, el pequeño y mediano productor y por último el gran productor. El productor micro se caracteriza por producir principalmente para autoconsumo, por lo cual cuando tiene excedentes de la producción los vende en los mercados locales, y por otro lado produce generalmente con técnicas rudimentarias. El pequeño y mediano productor se caracteriza por tener excedentes que dirige hacia uno o más clientes ya acordados con anterioridad, además de lo anterior, este agricultor utiliza algunas bondades del avance tecnológico tal como semillas mejoradas, fertilizantes, etc., cabe hacer notar de que este sujeto es el que más sufre del intermediarismo. El gran productor es el más dinámico de los tres, no solo por la superficie sembrada, sino por el tamaño de mercado que este maneja y una actualización constante de conocimiento que le permite obtener rendimientos muy elevados.

El cuadro 4.1 muestra una clasificación creada específicamente para los productores de maíz mexicanos, dicha metodología los estudia de acuerdo a su rendimiento promedio por hectárea. Cabe destacar que esta clasificación puede ampliarse para poder estudiar a los productores agropecuarios nacionales totales⁷.

⁴SAGARPA. Op. Cit. Pág. 47.

⁵ King, Amanda. Diez años con el TLCAN. Informe Especial del CIMMYT 07-01. Pág. 13.

⁶Ibíd., 5.

⁷Ibíd., 5.

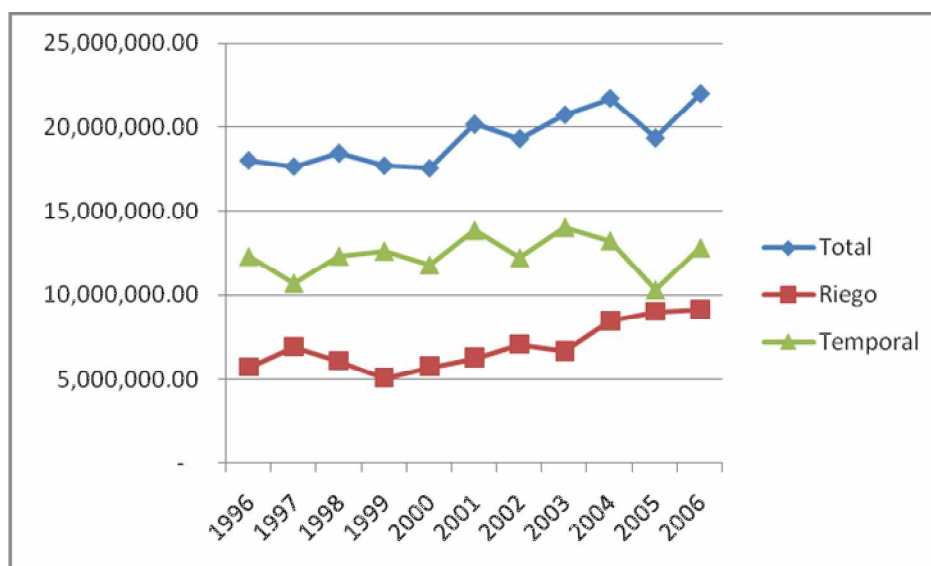
Cuadro 4.1 Clasificación de los productores de maíz mexicanos según rendimiento por hectárea.

Clasificación de los productores agropecuarios mexicanos		
Tipo	Rendimiento promedio por hectárea	Capacidad de adaptación al cambio económico
Comerciales	Mayor a 10 ton.	Alta - acceso a recursos físicos y financieros, capacidad de experimentar o cambiar de estrategia de comercialización, contactos políticos eventuales.
Excedentarios	3-10 ton.	Mediana. Acceso limitado a recursos físicos y financieros; las opciones se pueden incrementar si se organizan para obtener créditos, asesoramiento técnico y capital.
En equilibrio	1.5-3.0 ton.	Baja - escasez de recursos para la inversión, bajo nivel de organización.
Deficitarios	Menor a 1.5 ton.	Baja - falta de recursos para la inversión, bajo nivel de organización, recurren a emplearse fuera de la explotación y a la migración.

Fuente: Tomado de King, Amanda. Op. Cit. pág. 5.

Según el Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON), en 2006 México produjo 21 millones 962 mil 630 toneladas de maíz en grano, de las que poco más de 9 millones fueron obtenidas por cultivos con técnicas de riego, mientras que casi 13 millones de toneladas se produjeron en tierras de temporal (ver cuadro 14 del apéndice estadístico). Estos datos obedecen a una composición del 41% de maíz obtenido de tierras de riego y de un 59% de tierras de temporal.

Figura 4.3 Producción de maíz por riego y temporal en toneladas.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, SIAP-SAGARPA.

En la figura 4.3 se observa que la producción de maíz por medio de temporal mantiene una tendencia casi estable, mientras que la producción en base a riego se ha incrementado sobre todo en los últimos 3 años, e incluso se observa que en el año 2005 la diferencia fue de apenas poco más de 1 millón de toneladas con respecto al temporal.

La producción nacional está concentrada en ocho estados que producen cada uno más de un millón de toneladas de maíz al año. Estos estados encabezados por Sinaloa y Jalisco proporcionan alrededor del 71% de la producción de dicho cereal en México (ver cuadro 15 del apéndice estadístico).

Ante este escenario donde el maíz producido con riego casi ha llegado al mismo producto que se obtiene por temporal, cabe cuestionarnos lo siguiente: ¿Por qué con una superficie sembrada en base a riego de alrededor de un 17% del total se ha obtenido un 41% de la producción nacional de maíz?.

La respuesta a la pregunta se compone de dos partes, la primera ya conocida por nosotros hace alusión a la problemática de los siniestros que recaen sobre las tierras de temporal, los cuales merman en buena parte la cantidad de producto final para el mercado.

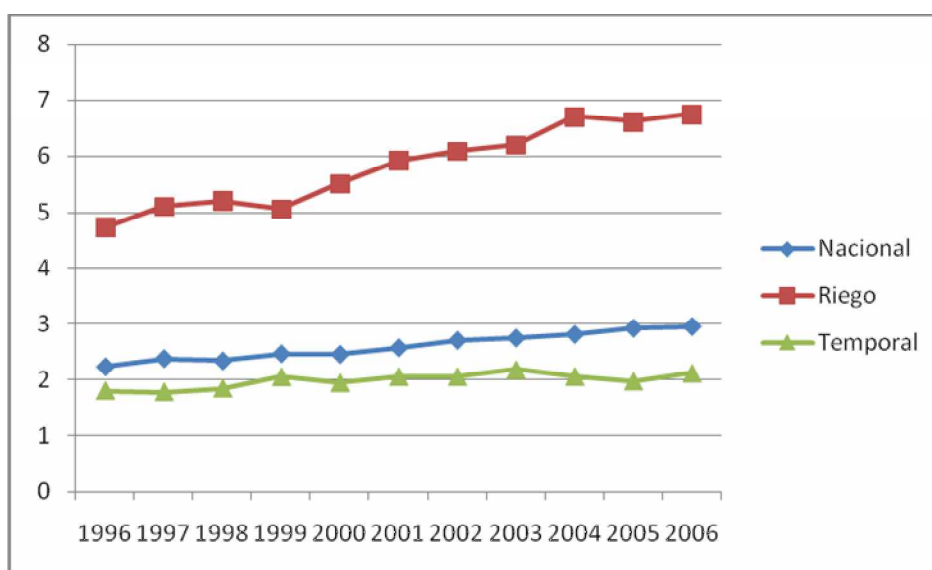
Por otro lado se encuentran los rendimientos de la tierra en cuanto a maíz se trata, dicho indicador es la clave para poder comprender por qué a pesar de tener menos hectáreas sembradas a partir de riego se puede obtener una cantidad de maíz sumamente significativa. Mientras que en 1988 los rendimientos globales de maíz en toneladas por hectárea eran de alrededor de 1.629⁸, en 1996 el rendimiento nacional global era de alrededor de 2.239 y en 2006 se alcanzó un record con 2.958 toneladas por hectárea, esto a bien sabidas es un éxito que no debe de ser despreciado.

La figura 4.4 nos muestra los rendimientos globales, los de riego y temporal, con lo que se observa que en términos globales el rendimiento se ha incrementado en casi una tonelada, mientras que en lo referente al producto obtenido con temporal el incremento ha sido de alrededor de un tercio de una tonelada.

⁸Vega y Ramírez. Situación y perspectivas del maíz en México. Universidad Autónoma de Chapingo, Marzo de 2004. Pág. 16.

Merece una mención especial el maíz producido con riego puesto que su rendimiento de toneladas por hectárea ha sido muy dinámico al alza. En 1996 el rendimiento promedio fue de 4.724 toneladas por hectárea y ha mantenido ese buen nivel de crecimiento durante los siguientes años del estudio hasta llegar a 2006 a un rendimiento de 6.745 toneladas.

Figura 4.4 Rendimiento global y por modalidad hídrica del maíz en México (toneladas por hectárea).



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON, SIAP-SAGARPA.

El rendimiento promedio en 2006 del maíz producido con riego ha sido logrado gracias al incremento de productividad por parte del estado de Sinaloa, el cual ostenta una producción de 8.830 toneladas por hectárea, dicho nivel de productividad es el más elevado a nivel nacional siguiéndole en toneladas por hectárea el estado de Sonora con 5.907, Baja California Sur con 5.747, Jalisco tiene un promedio de 5.263, Chihuahua 4.413 y Nayarit 4.062.

1.2. Comercio Exterior de Maíz

La firma del TLCAN se dio bajo un esquema de apertura parcial basada en el establecimiento de cupos o cuotas para el comercio de distintos productos, esto sustituyó al anterior sistema de importación efectiva vía previos permisos de importación por aranceles.

Los tres países firmantes aceptaron una propuesta de establecer plazos de desgravación más amplios y aranceles más elevados para los productos agrícolas que fueran más sensibles a las importaciones, esto de acuerdo a las necesidades de cada país. Así, México incorporó en estos plazos al maíz, frijol, cebada y jugo de naranja, Estados Unidos por su parte incorporó al azúcar.

El sistema de plazos consistía en el establecimiento de un régimen de importación libre de cuota (de los productos más sensibles), dicha cuota al ser rebasada daría paso a una aplicación de aranceles muy elevados, sin embargo, estos aranceles se irían eliminando conforme el pasar de los años.

El maíz mexicano quedó dentro del establecimiento de cupos, quedó acordado para un plazo de desgravación de 15 años a partir de la entrada en vigor del TLCAN en 1994. El cupo libre de impuestos para el primer año fue de 2 millones 500 mil toneladas para las importaciones provenientes de Estados Unidos y de mil toneladas para Canadá, para posteriormente incrementarse esta cuota libre en 3% cada año. En caso de rebasarse el cupo libre de arancel se podrían aplicar los aranceles cuota con un valor no menor al 30% (ver cuadro 16 del apéndice).

Las necesidades de nuestro país han impulsado una compra de maíz superior al límite de las cuotas libres de arancel, sin embargo el pago del arancel fuera de cuota no se ha aplicado.

Si se hubiera pagado el arancel fuera de cuotas en el periodo 1994-2006, se hubiera gravado sobre más de 20 millones de toneladas (como total de importación fuera de cupo), lo que implica en términos monetarios un valor de 3 mil 354 millones de dólares que no fueron pagados por el gobierno de Estados Unidos⁹.

1.2.1 Importaciones

Quizás una de las expectativas más importantes que se esperó con la firma del TLCAN fue la periódica disminución de la producción nacional de maíz debido a la entrada del grano Norteamericano más competitivo, sin embargo esta tendencia no ha sido comprobada, e incluso se observa que la producción en territorio mexicano ha aumentado de forma importante, esto ha ocurrido de forma independiente al fenómeno de las importaciones.

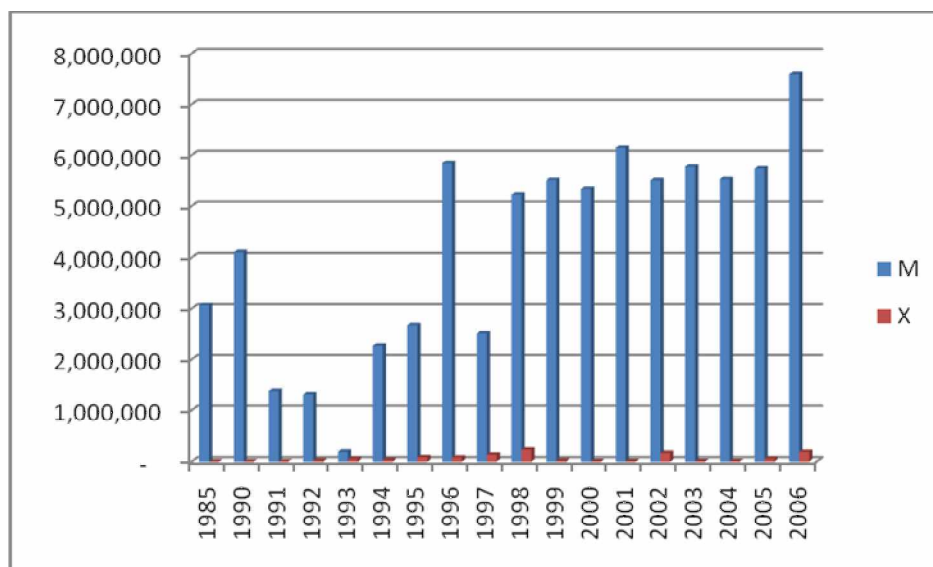
⁹ Fernández-Vega, Carlos. “Crisis del maíz, crisis del país”. *La jornada*, Opinión, 12 feb. 2008.

Las implicaciones del TLCAN sobre las importaciones de maíz han sido notorias, tan solo el promedio de las importaciones de maíz antes de la firma del Tratado fue de alrededor de 1.6 millones de toneladas al año, mientras que posteriormente a la firma se disparó esta cantidad en mas de 4.3 millones de toneladas anuales¹⁰.

Este incremento importante dentro de las importaciones ha beneficiado principalmente a la industria pecuaria que obtuvo el 54% de la participación de los cupos de maíz, la industria almidonera obtuvo el 36% y finalmente la industria harinera, la cerealera, botanas y frituras el 10%¹¹.

Las importaciones absolutas de los años de 1980 a 2006 se pueden apreciar en la figura 4.5 que nos muestra la dinámica del incremento de la compra de maíz que en 1993 llego hacer de 188,572 toneladas, mientras que para el año 2006 se manifestó una importación de 7 millones 584 mil 760 toneladas.

Figura 4.5 Importaciones y Exportaciones de maíz (toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos del Sexto Informe de Gobierno de Vicente Fox e Informer, SIAP, con datos del Banco de México obtenidos en el sistema de Información Comercial de México (SIC-M), SE. 1/ Diciembre de 2006, del Sistema de Seguimiento Oportuno de Comercio Exterior Agropecuario y Pesquero, SIAP.

¹⁰ King, Amanda. Op. Cit. Pág. 12.

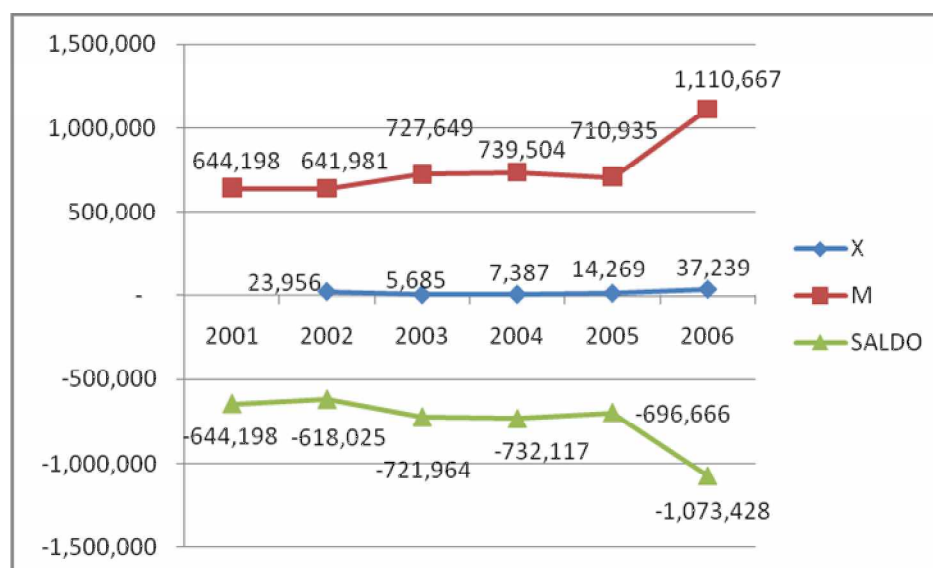
¹¹SAGARPA. Op. Cit. Pág. 82.

Los datos mas recientes indican que con la liberalización de la importación de maíz y la eliminación de los aranceles, en enero de 2008 las compras de maíz amarillo y blanco a Estados Unidos se han triplicado comparadas con enero de 2007. La SAGARPA estima que en 2007 se produjeron alrededor de 23.7 millones de toneladas de maíz, mientras que el consumo supero los 31.3 millones, lo cual implica un record de consumo interno de maíz, dicha diferencia ha sido principalmente con maíz del exterior¹².

La problemática de este aumento desmesurado de importaciones de maíz recae sobre los productores nacionales, quienes con maíz principalmente blanco en sus bodegas o almacenes se enfrentan al chantaje de los compradores que ofrecen precios menores al justo gracias a la disponibilidad de maíz Norteamericano.

El valor de las importaciones de maíz es en realidad muy alto, mientras en 2001 estas compras ascendian a poco mas de 600 millones de dolares, para el año 2006 las importaciones equivalieron a un valor de mas de mil millones de dolares (figura 4.6).

Figura 4.6 Valor de la importaciones, exportaciones y saldo de la balanza comercial de maíz.

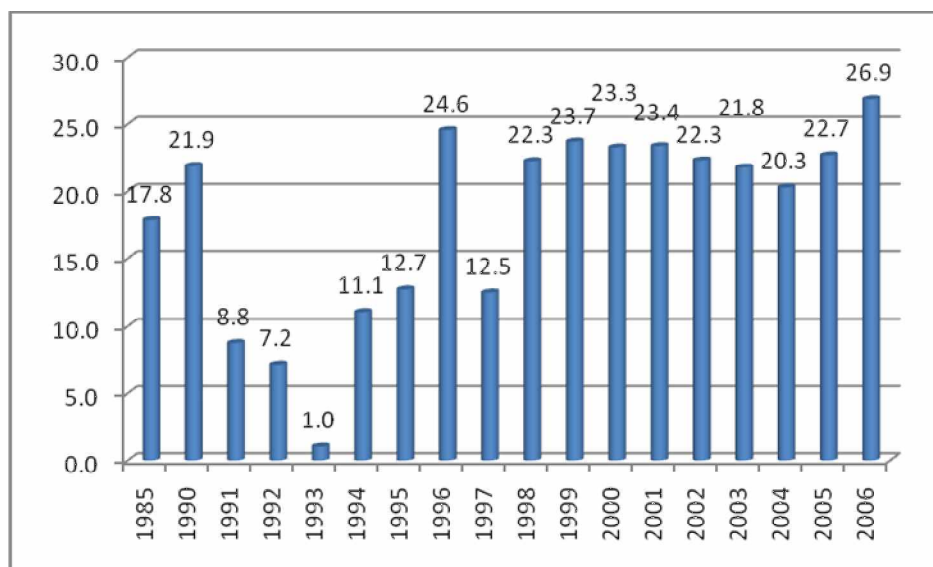


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Informer, SIAP, con datos del Banco de México obtenidos en el Sistema de Información Comercial de México (SIC-M), SE. 1/ Diciembre de 2006, del Sistema de Seguimiento Oportuno de Comercio Exterior Agropecuario y Pesquero, SIAP.

¹²Martínez, Jose Manuel. México: TLC dispara importaciones de maíz. De la CNNexpansión.com, 17 feb de 2008.

Somos un país con un alto porcentaje de maíz importado dentro del consumo global de los agentes económicos, prueba de ello es la gráfica 4.7 que nos demuestra el grado de crecimiento de las importaciones dentro del consumo aparente.

Figura 4.7 Participación de las importaciones dentro del Consumo Nacional de maíz (en porcentaje).



Fuente: Elaboración propia con datos del Sexto Informe de Gobierno de Vicente Fox Quesada (para la serie de 1985 a 2005), e información obtenida de Informer, SIAP, con datos del Banco de México obtenidos en el Sistema de Información Comercial de México (SIC-M), SE. 1/ Diciembre de 2006, del Sistema de Seguimiento Oportuno de Comercio Exterior Agropecuario y Pesquero, SIAP (para el año 2006).

NOTA: al momento de la investigación los datos sobre consumo de maíz de 2005 y 2006 son cifras preliminares de dos fuentes oficiales: Sexto Informe de Gobierno de Vicente Fox y el SIACON-SIAP, por lo cual las cifras pueden estar sobreestimadas o subestimadas

Dentro de esta participación de maíz comprado del exterior, el 95% de las importaciones le correspondió a maíz amarillo en el 2006, mientras que el 3% lo constituyeron las compras de maíz blanco y finalmente el restante 2% estuvo conformado por maíz para siembra, palomero, elotes y los demás. El origen principal del maíz importado por México es Estados Unidos, proporcionando en 2006 más del 95% del grano comprado del exterior.

Hay quienes afirman que la producción nacional de maíz no se vio disminuida a partir de la firma del TLCAN debido a que gran parte de los productores de autoconsumo se vieron obligados a aumentar la superficie cultivada como motivo de los bajos ingresos y lo poco rentable que se volvió el maíz en la apertura comercial ¹³.

En la actualidad como paradoja comparada con los inicios de la firma del TLCAN, el incremento de la superficie cultivada se debe principalmente a los grandes incentivos de los precios ¹⁴.

1.2.2. Exportaciones

Las exportaciones mexicanas de maíz no tienen tanto peso como las compras que se realizan del exterior de este grano. La comparación entre maíz importado y exportado puede apreciarse en la figura 4.5, que nos ilustra sobre la mínima participación de las ventas de maíz (sobre todo blanco) al exterior. La exportación de maíz en la década de los ochentas no llegó siquiera a las mil toneladas, es a partir de 1991 que las ventas al exterior sobrepasaron las mil toneladas para llegar a un auge en 1998 al vender más de 230 mil toneladas, sin embargo, a partir de ese año esta tendencia ha disminuido manteniendo volúmenes de ventas de entre 5 y 53 mil toneladas para los próximos años con excepción de 2002 (164,430 toneladas) y 2006 (183,787 toneladas).

De las exportaciones totales en 2006 el 31% correspondió a maíz blanco, el maíz amarillo no constituyó ni el 1% y lo demás se distribuyó en maíz palomero, para siembra, elotes y los demás.

El valor que las ventas de maíz representaron para nuestro país fue de 37 millones 239 mil pesos en 2006, la figura 4.6 nos ilustra más al respecto.

¹³King, Amanda. Op. Cit. pág. 13.

¹⁴García, Verónica. Op. Cit.

2. Consumo de maíz

No cabe duda que las dos variedades más importantes de maíz producidas en México son el blanco y el amarillo comunmente conocido como forrajero. El maíz blanco es producido con fines de consumo humano principalmente por que se tiene la creencia de que tiene un valor nutricional más alto que el amarillo, sin embargo según un estudio de la Universidad Autonoma de Chapingo el maíz amarillo es mas nutritivo tanto para los animales como para los seres humanos. Las diferencias entre el maíz blanco y el amarillo se observan principalmente desde el punto de vista de las vitaminas A y E, poseyendo un nivel mayor de estos nutrientes el maíz amarillo, sin embargo cabe hacer notar que el blanco no contiene colesterol (ver cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Comparación de la composición del maíz blanco y amarillo.

Concepto	Maíz	
	Blanco (100 gramos)	Amarillo (100 gramos)
Grupo de alimentos	Cereal: grano y pasta	Cereal: grano y pasta
Calorías	365 kcal.	365 kcal.
Proteínas	9.42 gr.	9.42 gr.
Hidratos de carbono	74.26 gr.	74.26 gr.
Grasas	4.74 gr.	4.74 gr.
Colesterol	0 mg.	1 mg.
Fibra	0.00 gr.	0.00 gr.
Agua	10.37 gr.	10.37 gr.
Vitamina A	0 IU	469 IU
Vitamina E	0.000 mg_ATE	0.750 mg_ATE
Las diferencias son nulas en el contenido de minerales (nutrimentos inorgánicos)		
Las diferencias son nulas en el contenido de lípidos		

Fuente: Tomado de Vega y Ramírez. Op. Cit. Pág. 49.

Por el lado del maíz amarillo, este es usado principalmente con fines de procesamiento industrial y como insumo para las actividades pecuarias, es decir, alimentación para ganado.

De entre estas dos variedades la mas producida es indiscutiblemente la del maíz blanco, el cual en el año 2005 tubo una participación del 92.9% de la producción total de maíz, mientras que el maíz amarillo se incremento de 2004 a 2005 al pasar de una proporción del 4.9 al 6.9%. En términos absolutos en el 2005 la producción de maíz blanco represento 17 millones 961 mil 300 toneladas, mientras que de maíz amarillo se obtuvieron alrededor de 1 millón 330 mil 100 toneladas (ver cuadro 17 del apéndice estadístico).

Puesto que la producción de maíz amarillo es relativamente baja se concentra en unas cuantas manos, estos son los estados de Chihuahua, Jalisco, Tamaulipas y Chiapas, los cuales juntos producen alrededor del 94% de la producción total de grano, mientras que por el lado del blanco, los estados de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Chiapas, Guerrero, México y Guanajuato concentran alrededor del 69% de la producción nacional.

Si bien la producción nacional provee de maíz para la mayor parte de los demandantes de este cereal, tambien es cierto que no basta con lo que se produce internamente, por lo cual el consumo del maíz que se realiza en México esta satisfecho por la producción nacional mas las importaciones.

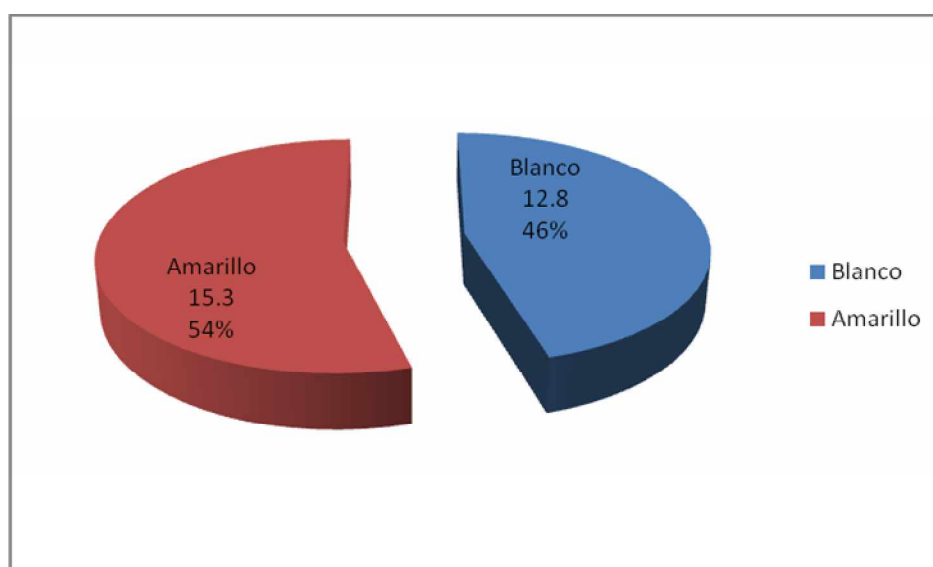
En el año de 2006 la demanda de maíz grano se estimo en alrededor de 28 millones de toneladas, las cuales ciertamente no pueden ser solventadas con la producción nacional.

La demanda de maíz esta compuesta principalmente por maíz amarillo y maíz blanco, el primero a pesar de ser el que menos se produce en nuestro país, es el que mas se consume, mientras que el maíz blanco se demanda con menos intensidad a pesar de que es el más cultivado a nivel nacional.

La figura 4.8 muestra la participación que tiene el maíz blanco y el maíz amarillo como absoluto y porcentaje dentro de la demanda nacional de maíz. El maíz blanco proporcionó alrededor del 46% de los volúmenes requeridos, mientras que el amarillo participó con el 54%, originando un total de 15.1 millones de toneladas, esto tomando en cuenta la adición de importaciones de maíz quebrado y sorgo equivalente en maíz (alrededor de 4.8 millones en 2006), además hay que agregar la fécula de maíz refinada que se explica con más detalle en el cuadro 4.10.

Si el análisis se realiza excluyendo las importaciones de maíz quebrado y sorgo, el maíz blanco pasa a constituir el 54% del consumo nacional con 12.8 millones de toneladas, mientras que el amarillo representaría el 45% con 10.5 millones de toneladas, con lo cual se da una suma global de 23.3 millones de toneladas de acuerdo con datos preliminares del SIACON-SIAP.

Figura 4.8 Participación del maíz blanco y amarillo en el consumo nacional total, en absoluto y porcentaje (2006).



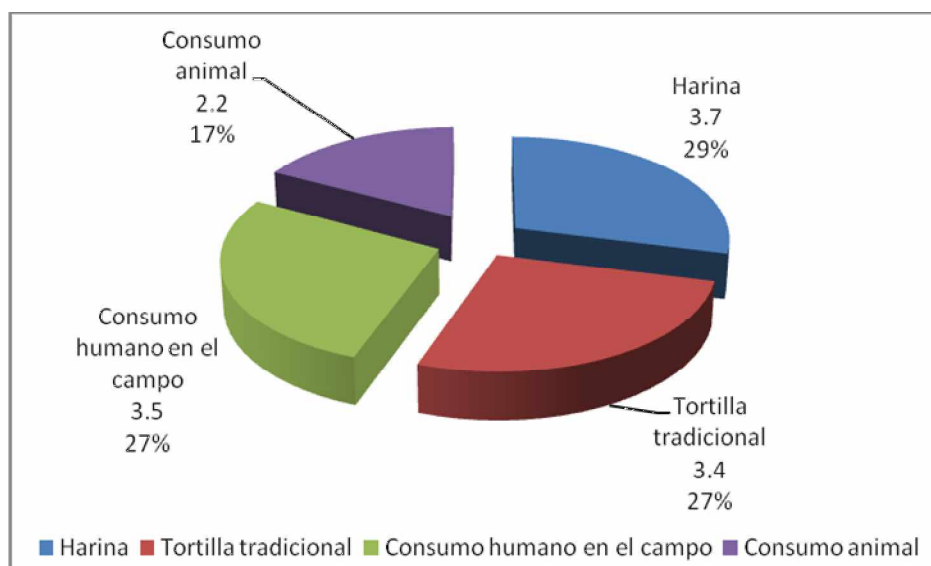
Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA. Op. Cit. pág. 50. Los datos se refieren a cifras preliminares al momento de la publicación, por lo que los datos pueden estar sobreestimados o subestimados.

NOTA: El maíz amarillo incluye importaciones de maíz quebrado, sorgo equivalente a maíz y fécula de maíz refinada (la suma de estos tres es de alrededor de 5 millones de toneladas).

Dentro del análisis de maíz blanco, gracias a la figura 4.9 podemos apreciar que el mayor consumo está dedicado al uso humano en forma de tortillas, dicha cantidad es equivalente a 10.6 millones de toneladas, de las cuales 3.7 millones de toneladas fueron procesadas por la industria harinera, 3.4 millones fueron destinados a la industria de la masa y la tortilla a través de las famosas y populares tortillerías y 3.5 millones fueron consumidas en el medio rural por medio del método tradicional del nixtamal. Es importante comentar que el número de tortillerías ha tendido a un exponencial crecimiento en los últimos años llegando al

punto de calcularse alrededor de 45 mil tortillerías a nivel nacional¹⁵ e incluso hay quienes afirman que el dato es superior a los 65 mil establecimientos ¹⁶.

Figura 4.9 Consumo de maíz blanco por uso, en absolutos (millones de toneladas) y en porcentaje (2006).



Fuente: Elaboración propia con datos de la CANAMI y SIACON-SIAP. SAGARPA. Op. Cit. pág. 50. Los datos son preliminares en el momento de publicar el documento.

El consumo de maíz (principalmente blanco) por la población mexicana tiene gran relevancia para la economía nacional, según datos de la Cámara Nacional de Maíz Industrializado la cadena maíz tortilla contribuye con alrededor de 225 mil empleos, con el 1% del PIB nacional, dicho porcentaje es explicado por una derrama económica superior a los 90 mil millones de pesos anuales¹⁷.

Como ya hemos visto, el maíz blanco se usa principalmente como alimento para los seres humanos, sin embargo, el consumo animal también tiene una participación importante dentro de la demanda de maíz blanco nacional (17%) puesto que contribuye con 2 millones de toneladas para el sector pecuario.

¹⁵Rosas Peña, Ana María. “Un mercado hecho bolas”. Enero de 2005.

¹⁶ Cámara Nacional de Maíz Industrializado. La cadena maíz-tortilla: la realidad y las soluciones. Mayo 2007. En SFESAP.

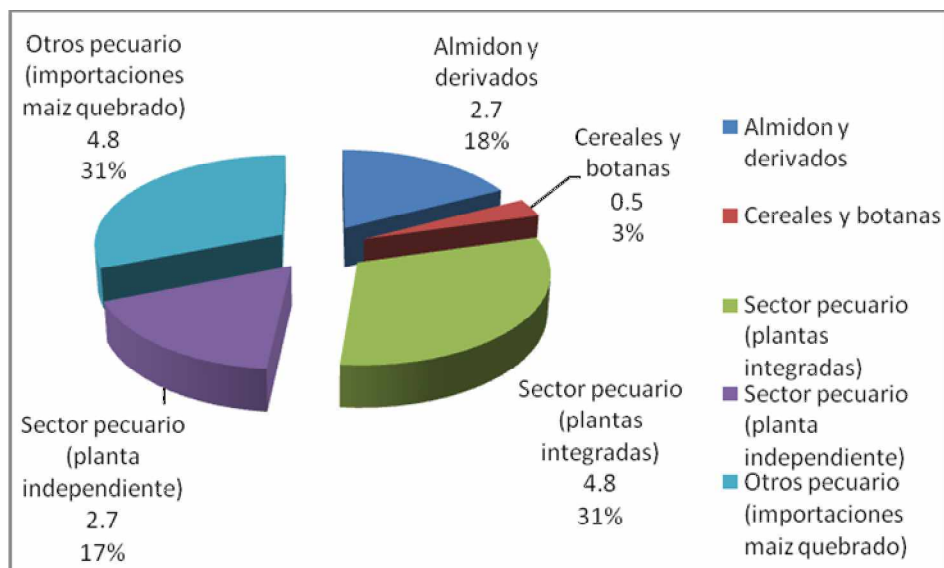
¹⁷SAGARPA, Situación. 51.

Por otra parte, el maíz amarillo que constituye la mayor parte del maíz consumido a nivel nacional es usado principalmente para uso de la industria pecuaria, para la industria del almidón y sus derivados y para producir cereales y botanas. El uso referente al sector pecuario es el que consume la mayor parte del maíz amarillo (nacional mas importado) dividiéndose a su vez en tres grandes rubros compuestos por el sector pecuario con plantas independientes, cuyas empresas se dedican a producir alimentos balanceados con el fin de venderlos a otras industrias; el sector pecuario de plantas integradas que se dedica a producir alimento para la producción de pollo y huevo por estas mismas empresas; y finalmente existen otros usos de la industria pecuaria relacionados principalmente con el maíz quebrado que se importa de Estados Unidos. En conjunto la industria pecuaria tiene un consumo nacional de 12 mil 200 millones de toneladas de maíz amarillo, lo que es equivalente al 79% del maiz amarillo total (ver figura 4.10). Otra parte muy importante dentro del consumo del maíz amarillo le corresponde a la industria almidonera, la cual en el 2006 consumió 2.7 millones de toneladas equivalentes al 18% del total de maíz amarillo, estos datos son importantes porque es en la industria del almidón donde precisamente se desarrolla la producción del etanol. Al entrar el etanol como una nueva posibilidad de la industria almidonera se genera una presión sobre la demanda del maíz, lo que genera que los precios de los productos almidoneros (principalmente para consumo humano) suban hasta encontrar un determinado equilibrio con la oferta, es decir, es muy probable que los alimentos tiendan a subir de precio.

Si sumamos el total de maíz tanto blanco como amarillo para uso de la industria pecuaria obtenemos un total de 14 mil 400 millones de toneladas, lo que representa el 51% del consumo nacional de maíz.

Hay que señalar que los datos presentados en la figura 4.10 contemplan las importaciones de maíz quebrado y de sorgo equivalente a maíz, los cuales representaron en 2006 alrededor de 4.8 millones de toneladas (para el sector pecuario). Además de lo anterior, de la cantidad destinada a cereales y botanas, una parte (no se tiene el dato con certeza) lo constituye la fécula de maíz refinada. Esto implica que el consumo nacional de maíz grano amarillo en términos reales disminuye en alrededor de 5 millones de toneladas para quedar en poco más de diez millones, a este dato habrá que hacer un ajuste puesto que es una cifra estimada a principios de 2007 por la SAGARPA.

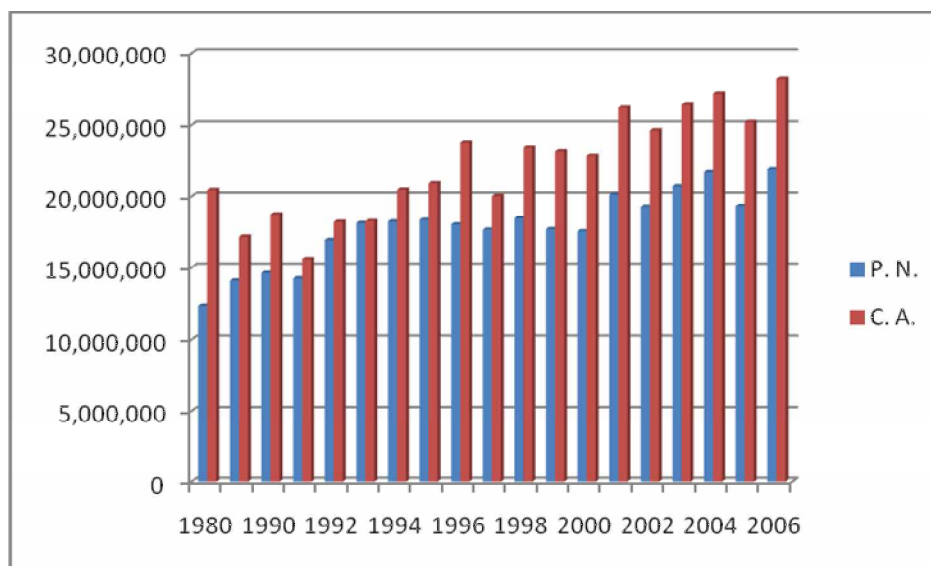
Figura 4.10 Consumo de maíz amarillo por uso, en millones de toneladas para 2006.



Fuente: Elaboración con datos de la CANAMI y SIACON-SIAP. SAGARPA. Op. Cit. pag. 50. Los datos son preliminares en el momento de publicar el documento.

Es importante destacar que el desfase existente entre la producción nacional y el consumo aparente nacional de maíz se ha visto intensificado a partir de años posteriores a la firma del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México, los datos lo demuestran claramente, ya que en 1992 la diferencia entre producción nacional y consumo de maíz ascendió a 1 millón, 285 mil 165 toneladas, mientras que para 2006 la diferencia ascendía a más de 6 millones de toneladas.

Figura 4.11 Producción Nacional (P. N.) y Consumo Aparente (C. A.) de Maíz en México en Toneladas.



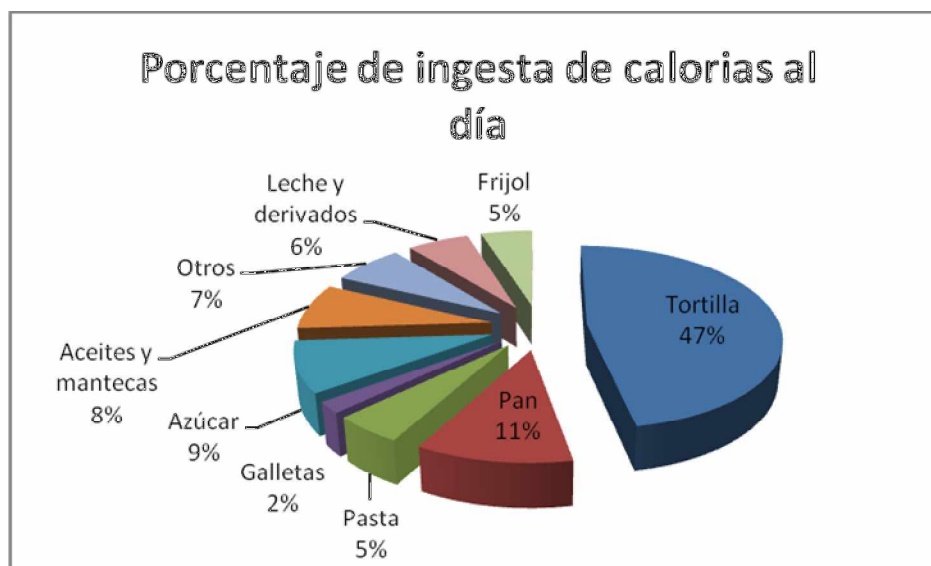
Fuente: Elaboración propia con datos del sexto informe de gobierno de Vicente Fox, CANAMI y SIACON-SIAP. Los datos de consumo para los años 2005 y 2006 son preliminares al momento de la publicación de los documentos.

La figura 4.11 muestra la tendencia de la producción de maíz y del consumo aparente, a pesar de que la producción interna ha mantenido un ritmo mas o menos constante de crecimiento, el consumo de maíz por parte de los agentes económicos se sigue despegando de la cantidad producida dentro de los límites nacionales.

2.1 Consumo Humano

Por otro lado, los alimentos provenientes del maíz (principalmente la tortilla) proporcionan a la población mexicana cerca de la mitad del consumo calórico que ingerimos diariamente, específicamente el 47% (figura 4.12), mientras el otro 53% restante depende de alimentos que tienen su origen en el trigo (pan, galletas, pasta, etc.), frijol, azúcar, y otros de origen animal como leche y sus derivados, mantecas, etc. Esto quiere decir que en el caso de la población mexicana, alrededor del 50% de la dosis energética total es proporcionada por el maíz, lo cual implica una total dependencia alimentaria, cultural y económica hacia este grano.

Figura 4.12 Porcentaje de la ingesta diaria de calorías en México.



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubiran. VII Foro de Expectativas del Sector Agroalimentario y Pesquero. Marzo 2007. La cadena maiz-tortilla: la realidad y las soluciones.

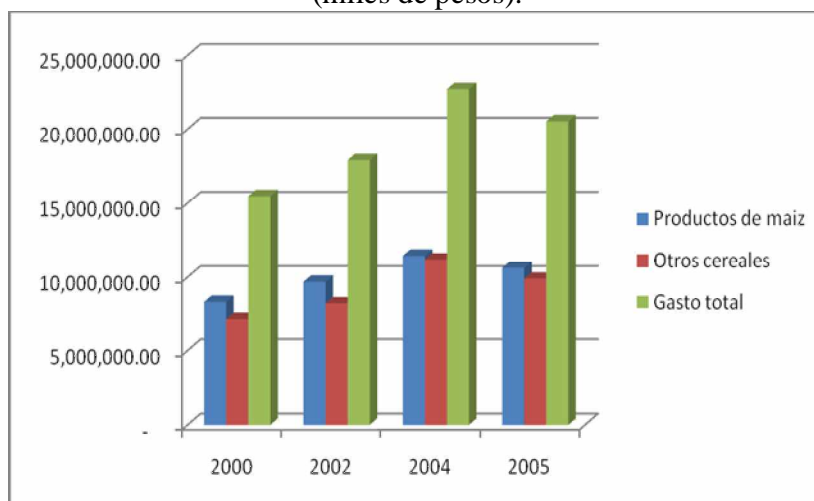
Puesto que el maíz es el cultivo que nos provee de mas calorías para nuestras actividades diarias, por consecuencia debe de tener una proporción del gasto en alimentos que corresponda con su participación en la dieta nutricional de la población mexicana. La siguiente figura nos muestra el gasto corriente monetario en cereales como promedio a nivel nacional, con artículos derivados del maíz, trigo, arroz, avena, etc.

El gasto en productos derivados del maíz constituye el rubro mas importante del gasto total en productos cerealeros, este gasto supera a otros productos tan importantes como el pan, las tortillas de harina, galletas, pastas de trigo, arroz en grano, avena, etc.

Anualmente se destinan mas de 20 mil millones de pesos por los hogares a nivel nacional para consumir productos derivados de cereales, dentro de este total, poco mas de 10 mil millones se destinaron en 2005 a la compra de productos derivados del maíz, de los cuales alrededor de 9 mil millones se destinan unicamente al consumo de tortilla, 1, 200 millones se destinan a rubros como compra de harinas, tostadas, masa y maíz en grano, el resto se reparte en otros productos como frituras, palomitas, etc.

La figura 4.13 muestra claramente que la tendencia del gasto de los hogares en cereales mostraba una dinámica al alza hasta el 2005, año en que dicha tendencia se ve rota y el gasto pasa de 22,665,658,000 en 2004 a 20 mil 526 millones 894 mil pesos en 2005, esta dinámica que también se refleja en el gasto por cereal es en buena parte resultado de la menor producción de granos a nivel tanto nacional como mundial en el 2005, una evidencia clara de este fenómeno la constituye la figura 4.1.

Figura 4.13 Gasto corriente monetario en cereales dentro de los hogares a nivel nacional (miles de pesos).

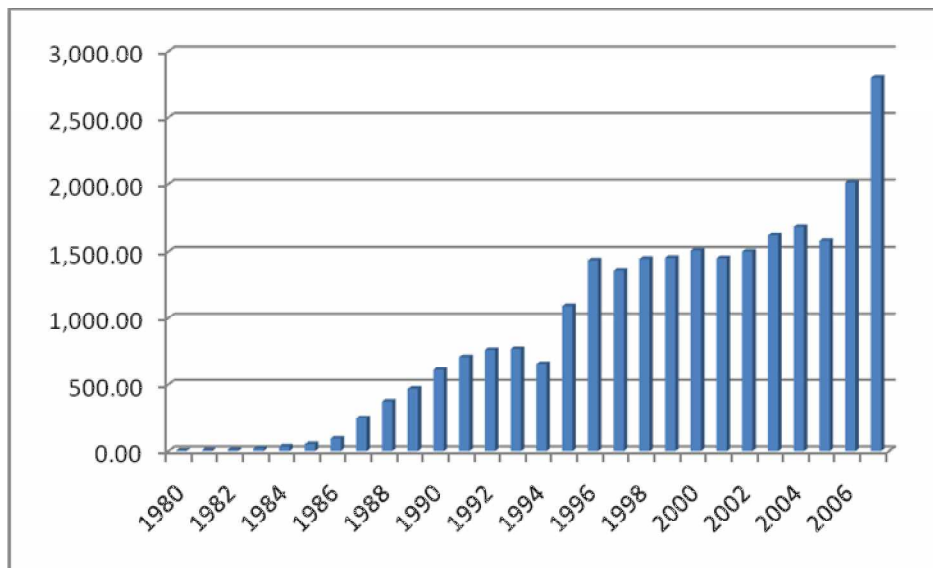


Fuente: Elaboración propia en base a cuadro elaborado en el SIAP con información del INEGI y ENIGH 2000, 2002, 2004 y 2005. SAGARPA, 2007, pag. 53.

2.2. Precios nacionales del maíz

Existen diferentes precios del maíz en nuestro país, pero con fines de homogeneizar los datos de este trabajo con los datos de las fuentes oficiales, retomare solo el Precio Medio Rural (PMR) de maíz grano a nivel nacional. Dicho precio en términos corrientes ha observado un incremento muy importante sobre todo en los últimos años, tal es el caso del año 2006 a donde se llegó a un PMR de 2,011 pesos por tonelada, lo cual indica un incremento de más del 20% con respecto al año anterior (figura 4.14).

Figura 4.14 Precio Medio Rural de maíz grano



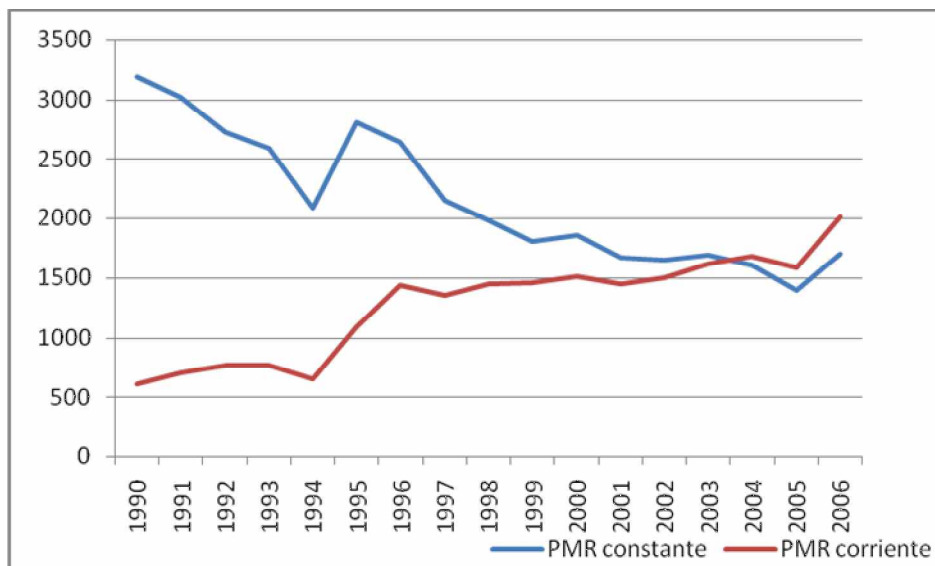
Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA de 1980 a 2006, 2007 elaborado con información de financiera rural.

A pesar de que los precios corrientes han ido al alza durante los últimos años (excepto en algunos años como 1994), para el caso del PMR real la situación ha sido al contrario, esto hasta el año del 2006 donde la tendencia a la baja cambia por un alza de los precios reales del maíz (figura 4.15). La tasa media anual de crecimiento del PMR reporta un resultado negativo para los precios constantes, a pesar de ello hay que mencionar que esa era la tendencia de la serie hasta 2005, puesto que a partir de 2006 el precio del maíz ha repuntado de forma impresionante.

El aumento del precio del maíz en México ha pasado de alrededor de 1600 la tonelada a fines de 2006 para situarse en 2800 pesos en principios del año 2008 según las palabras del director de Financiera Rural, Enrique de la Madrid Cordero, lo cual implica un incremento de alrededor del 75% en tan solo año y medio¹⁸. Según datos del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, los precios en mayo de 2008 han llegado hacer de 3.5 pesos por kilo al mayoreo (en el D.F.), esto es equivalente a 3,500 pesos por tonelada. Buena parte de este incremento de los precios se debe principalmente a los altos precios del petróleo y al desarrollo de nuevas tecnologías que convierten al maíz en bioenergéticos.

¹⁸Durán, Marco Antonio. “Aumento 75% precio del maíz en solo año y medio”. *El sol de México*, Finanzas, 17 de abril de 2008.

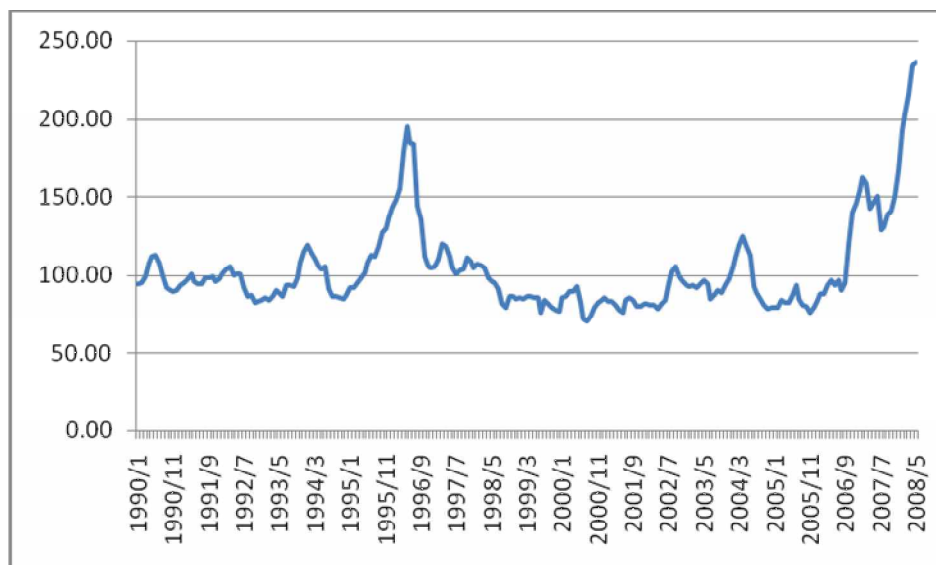
Figura 4.15 Precio Medio Rural Corriente y Real deflactado de acuerdo al Índice de Precios del Productor Agrícola (Real IPP agrícola con base en diciembre de 2003=100).



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-SIAP y Sexto Informe de Gobierno de Vicente Fox.

El incremento en los últimos meses y años del precio del maíz es en buena parte resultado de la especulación en la Bolsa de Chicago de donde se originan algunos de los movimientos más importantes sobre el valor del maíz a nivel mundial, con lo cual impacta de forma directa al valor del grano mexicano. Tan solo de diciembre de 2007 a mayo de 2008 los precios futuros en Chicago han pasado de 166 a 236 dólares por tonelada (figura 4.16).

Figura 4.16 Precios de futuros de maíz en el Chicago Board of Trade (CBOT)¹.



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el SIAP/SAGARPA con información del Chicago Board of Trade.

¹Corresponde al promedio del contrato de vencimiento más cercano en la fecha que corresponde.

El efecto que el precio internacional tiene sobre el valor del grano en México es muy alto y se debe sobre todo a dos factores; en primer lugar como ya se ha mencionado, hay un efecto especulación en base al precio futuro que se origina en la Bolsa de Chicago, dicho efecto es recibido en México de una forma muy positiva por los productores de maíz puesto que gracias a esas cotizaciones se incremento el precio del maíz en un 71% en Chicago, con incremento en el precio de México (tan solo a principios de 2007). Por otro lado está la especulación sobre el precio de las bases de maíz blanco en Estados Unidos, país en donde algunos productores y comercializadores guardan maíz en bodegas para especular con las existencias del grano, gracias a lo cual en el periodo de diciembre 2006-enero de 2007 el precio de maíz en México aumento 666 pesos por tonelada, a esto hay que sumarle el aumento de la especulación en Chicago con un valor similar y un margen de ganancia de los bodegueros nacionales de alrededor de 200 pesos¹⁹. Cabe señalar que la especulación de futuros por parte de la bolsa de Chicago se realiza principalmente sobre maíz amarillo, sin embargo ese impacto de todas formas llega a nuestro país.

¹⁹CANAMI. Op. Cit.

A nivel internacional los precios del maíz se han disparado en los últimos meses llegando a ser de 6 dólares por bushel de maíz en los primeros días de abril para entrega en mayo de 2008, todo esto debido a un temor de que se retrasen las siembras de primavera por fenómenos climáticos, con lo cual esta tendencia al alza que se ha vivido durante los últimos meses no parece mostrar una estabilidad en el corto plazo, e incluso se prevé que el precio del maíz siga en aumento.

V.- Retos y efectos de la producción de etanol de maíz

El último capítulo de la investigación se desarrolla en tres apartados, el primero presenta un panorama general de las trabas al desarrollo de una industria del etanol y de los retos y desventajas que habrá que superar. El segundo apartado desarrolla el caso de la producción de etanol en Estados Unidos y presenta las consecuencias de esta industria hacia nuestro país, esto con el fin de evitar problemas similares en México si se desarrollase una industria similar a la norteamericana. Por último, se presentan (a manera de resumen y con una lógica sencilla) una serie de escenarios con los posibles efectos del etanol hacia los alimentos de la población.

1. Desventajas y problemáticas

La lista de las problemáticas vinculadas con la producción es en realidad muy amplia, para el caso de nuestro país es difícil observar con claridad los efectos puesto que aun no se ha producido etanol de maíz para autos, en este caso solo es posible advertir sobre lo que podría ocurrir en caso de desarrollarse esta industria. Hay otro tipo de efectos negativos, estos son los ocasionados por otras economías (concretamente Estados Unidos) con procesos productivos ya desarrollados en este biocombustible.

Para empezar habrá que afirmar que la producción de biocombustibles de maíz trae como consecuencia la necesidad inminente de muchas tierras, puesto que en nuestro país tenemos rendimientos muy bajos del maíz comparados con economías desarrolladas, es decir, si se quieren implementar proyectos de etanol tendrán que ser realizados en las zonas agrícolas más desarrolladas, lo que en lugar de incentivar el desarrollo agrario tendería a crear mayor desigualdad regional, a menos que se financien las regiones agrícolas menos favorecidas por medio de la ayuda del estado, lo cual a bien sabidas es más difícil que apoyar a las zonas agrarias más industrializadas.

Sin la ayuda del estado sería muy complicado el desarrollo de esta nueva industria puesto que hay ciertos costos que hacen inviable la producción del etanol y de sus derivados, por ejemplo los costos de transformación de etanol a ETBE y TAE, los costos de transporte de las fabricas productoras de etanol a las refinerías, los costos y la infraestructura para

distribuir el alcohol, las regulaciones necesarias para el buen funcionamiento del mercado y la delimitación de las responsabilidades, el financiamiento del sector agrícola para disminuir los costos de producción, etc. De igual modo hay que añadir a PEMEX como un problema puesto que esta entidad paraestatal no se ha preocupado por el desarrollo de nuevas fuentes de energía renovables, y es hasta estos últimos meses que ha contemplado el tema de los biocombustibles, particularmente el etanol.

Desde otra perspectiva, el alcohol parece no ser muy eficiente desde el punto de vista energético o por lo menos hay muchas dudas al respecto, según diversos estudios la relación entre la energía que produce y la energía necesaria para producir el etanol oscila en alrededor de 1.25 a 1.35, dicha cifra aunque es baja en términos reales, por lo menos nos permite ver una energía producida mayor a la energía necesaria para su producción¹, otros estudios manejan otras cifras que llevan esta relación hasta 1.8, sin embargo los datos tampoco son muy reconfortantes.

1.1 Maíz: ¿alimento o combustible?

Otro problema probable y ya comprobado es la presión sobre los precios de los granos utilizados para la producción del etanol, ya que es muy sabido que ante una demanda mayor de algún producto, necesariamente se incrementara su precio, con lo que dicho producto escaseara más. Esto es importante puesto que el maíz es piedra angular de la alimentación del mexicano, considerándose un consumo percapita diario de 500 gramos de grano².

El maíz es un grano que tiene varios sustitutivos cercanos, entre los más conocidos están el trigo (para uso humano) y el sorgo (como alimento pecuario), por lo que suele ser un bien con una demanda relativamente elástica, esto significa que cuando sube su precio, la demanda del bien maíz o sus derivados será menor en determinada proporción. Pero si a lo anterior agregamos que no solo sube el precio del maíz, si no el de la mayoría de los

¹Ford, Runge y Senauer, Benjamín. El modo en que los biocombustibles pudieran hacer pasar hambre a los pobres. 2007.

²SAGARPA. Op. Cit., pág. 166.

productos sustitutos (menores cosechas por desplazamiento de tierras de diversos cultivos hacia maíz), el resultado es que se agotarán las opciones de alimentos más económicos para la población con ingresos más bajos.

Existen diversos estudios de economistas del Banco Mundial y de otras instituciones que afirman que con un incremento en 1% de los precios promedio de los alimentos básicos con mayor importancia, los pobres del mundo (incluidos los de México por supuesto) disminuyen su consumo de calorías en aproximadamente un .5%³. Esto es más que claro si recordamos que el 47% de la ingesta de calorías diarias de los mexicanos corresponde a la tortilla.

Es claro que las personas más pobres tanto en nuestro país como en el mundo subdesarrollado invierten la mayor parte de sus ingresos en el componente alimentario, es decir, presentan un coeficiente de Engel más elevado que los habitantes de países ricos, por lo que un aumento significativo de los precios de los alimentos básicos daría como resultado más desnutrición y hambre de la que ya existe, por lo que no es una exageración decir que la población más pobre se enfrentaría a tasas de mortalidad más altas por enfermedades relacionadas con el hambre.

En nuestro país parece difícil de concebir la producción de etanol como combustible obtenido del maíz puesto que el saldo de la balanza comercial del grano es totalmente negativo, por lo que en todo caso sería mejor comprarlo para producirlo, pero ciertamente eso no implicaría ventajas al agro mexicano porque de todas formas la mayor demanda internacional induciría un incremento de los precios que forzosamente golpearía a la población mexicana.

Muchas voces no se han hecho callar, tanto en ámbitos académicos como políticos y sociales sobre las implicaciones de la producción de biocombustibles en base a alimentos como el maíz. Fidel Castro afirma que el colosal derroche de cereales para producir combustibles a lo mucho permitirá el ahorro del 15% del consumo anual de las gasolinas de los automóviles, provocando hambre y muerte a millones de personas en todo el mundo⁴, el presidente de Brasil, Luiz Inacio Lula ha declarado que el único problema de la política de

³Ford, Runge. Op. Cit.

⁴Castro, Fidel. "La internalización del genocidio". *La jornada*, Política, 6 de abril de 2007.

los biocombustibles a nivel mundial se refiere a la producción de etanol con maíz⁵, algunos académicos mexicanos sostienen que producir este biocarburante con grano nacional no tiene ninguna justificación económica ni social y si se llevase a cabo sería únicamente con fines de favorecer a ciertos empresarios y funcionarios del gobierno⁶.

1.2 Externalidades negativas

Otra de las problemáticas más cuestionadas con el uso del etanol es la relativa a los asuntos ambientales, ya que diversos estudios han puesto en tela de juicio la veracidad de dicho combustible y su etiqueta de “ecológico” por múltiples razones.

En primer lugar hay que señalar que a pesar de que se dice que el etanol es un combustible verde, puesto que los gases que despiden por la combustión de los motores son fijados por anterioridad por las plantas del maíz en crecimiento, no se toman en cuenta las emisiones de CO₂ que todos saben se desprenden del proceso de producción del etanol, principalmente en el proceso de fermentación que por cada molécula de azúcar produce dos de etanol y dos de CO₂.

Por otro lado, la producción de etanol no solo genera CO₂, ya que a este contaminante se agregan emisiones como los aldehídos⁷ y el óxido nítrico, constituyendo este último un contaminante 296 veces más dañino que el dióxido de carbono como gas de efecto invernadero⁸. Un estudio de la Coordinating Research Council (CRC) determinó que: la mezcla de etanol con gasolina incrementa las emisiones en un 65% más que la mezcla con MTBE, y 45% más que una gasolina sin oxigenante⁹.

Otra desventaja es relativa a la producción de monocultivos intensivos de maíz ocasionando un posible efecto de concentración de la tierra, lo cual conlleva un uso intensivo de

⁵Afp y Reuters. “Critica Lula que EU produzca etanol con maíz; afecta precios”. La jornada, Economía, 20 abril de 2008.

⁶Quintero Ramírez, Rodolfo. Maíz/etanol, “lo que viene”. UAM Cuajimalpa, Abril 12 de 2007.

⁷SAGARPA. Op. Cit., pág. 122.

⁸FAO. Livestock a major threat to environment. Remedies urgently needed. Noviembre 2006.

⁹Ángeles Cornejo, Sarahi. Comentario: Sesión refinación y biocombustibles. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. Septiembre de 2007.

herbicidas y pesticidas capaces de alterar la calidad de la tierra y contaminando la flora y fauna silvestre, es decir, afectando a la diversidad biológica nativa. Si a lo anterior agregamos la posible tala de bosques y espacios naturales protegidos, con el fin de maximizar la oferta cerealera, obtendremos como resultado un conjunto de situaciones benéficas para el calentamiento global y seguramente más disturbios climáticos a nivel nacional.

Cabe señalar que el maíz es un cultivo en hilera que promueve y contribuye la erosión del suelo y a contaminar el agua por todo el uso de químicos que se necesita para su crecimiento, además de que este cultivo necesita grandes cantidades de nitrógeno, por lo que se recomienda sea un cultivo de rotación. Ciertamente ante el aumento de la demanda de maíz la rotación del cereal con otros cultivos será cada vez menos practicada con lo que se incrementara aun más la degradación de los suelos y mantos acuíferos.

Ante este escenario de externalidades negativas hay que agregar un último que se refiere a la contaminación genética de las variedades de maíz nativos por parte de los organismos genéticamente modificados. Esto es factible siempre y cuando se introduzcan nuevas técnicas biotecnológicas (sobre todo por semillas mejoradas) para la disminución de los costos de producción del maíz. Si bien es cierto que muchos estudios validan el carácter inocuo del maíz transgénico al ser humano, también lo es que la contaminación de los cultivos de maíz criollo constituye un serio problema desde el análisis de la biodiversidad nacional, chocando este último punto con las intenciones de las empresas semilleras transnacionales. Además de lo anterior y pese a diversos estudios, hay que poner más atención al llamado carácter inocuo de los transgénicos puesto que no por nada muchos grupos sociales rechazan el trigo y arroz transgénico en Europa y Asia.

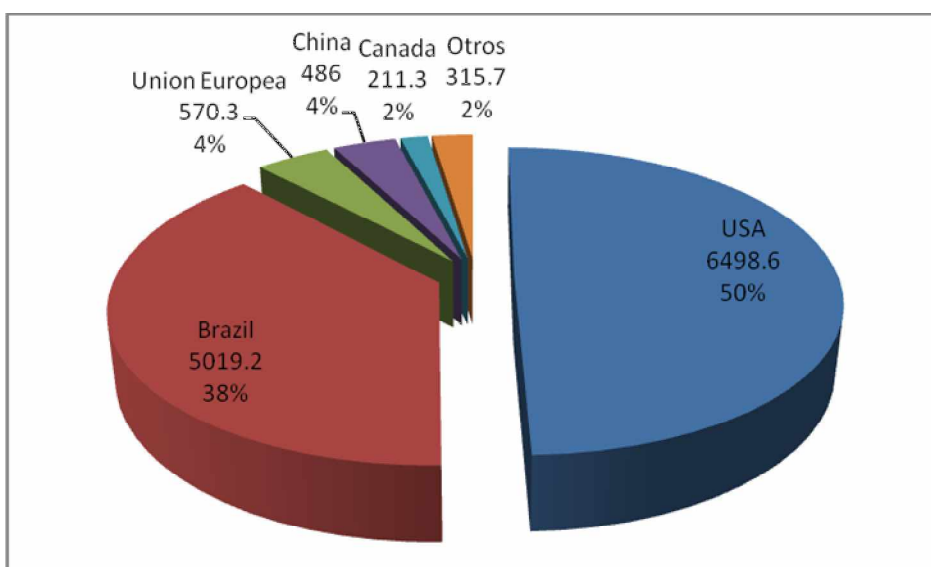
2. El caso de Estados Unidos

En los años setentas se inicio el uso del MTBE en los Estados Unidos, con el objetivo de reducir la contaminación generada en zonas urbanas por la combustión de las gasolinas, con el paso del tiempo este escenario ha cambiado al detectarse contaminación en los mantos acuíferos cercanos a las gasolinerías que mezclaban MTBE, con lo cual este oxigenante ha sido prohibido en distintos estados de la Unión Americana y en otros se ha regulado su uso,

como parte de este proceso el gobierno ha incentivado la producción de combustibles alternativos, impulsando de esta forma al etanol¹⁰.

Estados Unidos es actualmente el mayor productor de etanol combustible a nivel mundial, principalmente produce el alcohol usando como materia prima al maíz por medio de procesos tecnológicos predominantes de molienda en seco (figura 5.1). Con alrededor de 6,498 millones de galones en 2007 llegó al histórico 50% de la producción mundial de etanol, su más cercano competidor fue Brasil que produjo 5,019 millones de galones equivalentes al 38% de la producción mundial de etanol carburante.

Figura 5.1 Producción de etanol carburante en 2007 (millones de galones)

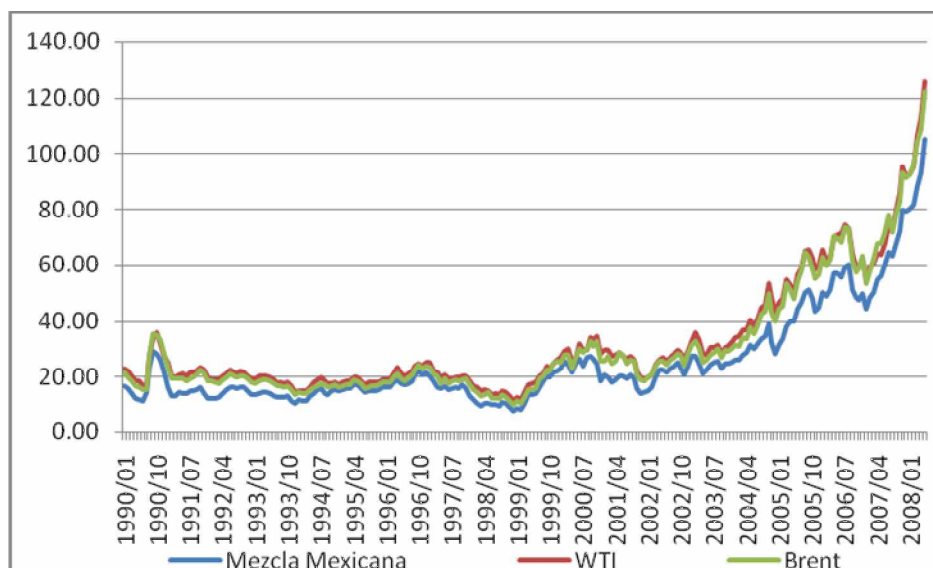


Fuente: Elaboración propia con datos de la Renewable Fuels Association.

Produce etanol como parte de una estrategia para depender menos de las importaciones petroleras provenientes de zonas del mundo no muy seguras para Norteamérica, principalmente del oriente medio y de países como Venezuela. Mientras haya precios altos del petróleo, se pronostica que el boom de los biocombustibles seguirá en auge, con lo cual se espera reducir los precios del crudo a nivel internacional, esto también es parte de la estrategia Norteamericana (figura 5.2).

¹⁰Favela, Rodrigo. Uso de etanol en gasolineras en México. PEMEX- Cámara de Diputados. Diciembre 2006.

Figura 5.2 Precios internacionales del petróleo: West Texas Intermediate, Brent y Mezcla mexicana.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados con datos de PEMEX y de la Energy Information.

Estados Unidos produce etanol de maíz porque es la materia prima que tiene a la mano y que le proporciona costos de producción más económicos que otros insumos, por lo que prácticamente toda su producción está basada en este cereal. Estados Unidos se posiciona como el mayor productor de maíz a nivel mundial, principalmente cultivando maíz amarillo tanto para consumo interno como para exportaciones, consolidándose como el principal exportador de maíz a nivel mundial.

La agricultura Norteamericana cuenta con amplios apoyos por parte del gobierno federal, otorgando créditos fiscales del gobierno para el etanol de 51 centavos por galón, además de lo anterior los productores pequeños de etanol obtienen una reducción tributaria de 10 centavos por galón sobre los primeros 15 millones de galones que estos produzcan¹¹. Los subsidios aplicados al caso del maíz y etanol constituyen muchos más miles de millones de dólares que los que se destina a otros productos como el trigo, soja, y otros más.

¹¹Ford, Runge. Op. Cit.

Los subsidios han sido quizás uno de los elementos más criticados por parte del apoyo Estadounidense a su industria del etanol, sin embargo es necesario mencionar que todos los programas a nivel mundial han estado apoyados por sus respectivos gobiernos tanto económicamente como con asesorías técnicas, y modificaciones legales para abrir el mercado. El cuadro 5.1 nos ilustra sobre los distintos programas existentes a nivel mundial para mezclar el etanol con la gasolina, todos estos han necesitado forzosamente de la ayuda del gobierno para poder introducirse.

Cuadro 5.1 Principales programas de etanol carburante de acuerdo al país.

PAÍSES CON PROGRAMAS DE ETANOL CARBURANTE	
ESTADOS UNIDOS	E-10 Y PARA FFV ¹ E-85
CANADÁ	E-10 Y PARA FFV ¹ E-85
SUIZA	E-5 Y PARA FFV ¹ E-85
INDIA	E-5
AUSTRALIA	E-10
TAILANDIA	E-10
CHINA	E-10
COLOMBIA	E-10
PERÚ	E-10
PARAGUAY	E-10
BRASIL	E-20/E-25 Y PARA FFV ¹ CUALQUIER MEZCLA

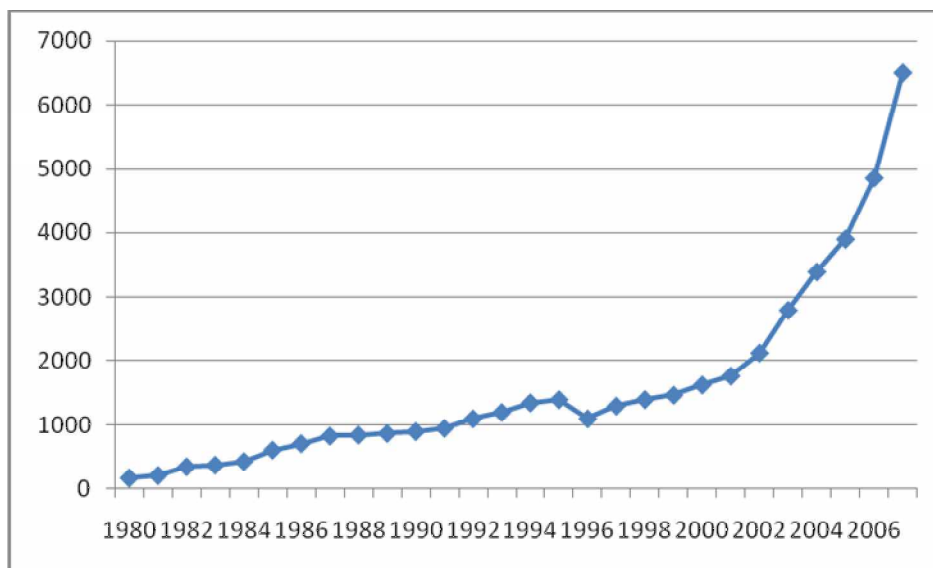
Fuente: Celma, Ricardo. Maíz: ¿alimento o combustible? En VII Foro de Expectativas del Sector Agroalimentario y Pesquero, Abril de 2007.

¹FFV representa los flexible fuel vehicle.

El 23 de enero de 2007 el presidente de los Estados Unidos, George W. Bush, anunció un mandato para producir alrededor del 20% de la gasolina usada a nivel nacional con etanol, lo que implicaría alrededor de 35 mil millones de galones para 2017.

A principios de 2008 según la Asociación de Combustibles Renovables (RFA por sus siglas en inglés, Renewable Fuels Association) existían 134 plantas productoras de etanol en Estados Unidos con una capacidad de producción de 7 mil 229 millones de galones anuales distribuidas en alrededor de 21 estados, y otras 77 plantas están en construcción o ampliación aparte de las ya existentes, estas tienen el objetivo de ampliar la capacidad productiva en otros 6 mil 216 millones de galones anuales

Figura 5.3 Producción de etanol combustible en Estados Unidos (millones de galones)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Renewable Fuels Association.

La figura 5.3 presenta el comportamiento de la producción de etanol en Estados Unidos que en el 2007 ha alcanzado la histórica cantidad de más de 6 mil 500 millones de galones producidos, con unas tasas de crecimiento anuales en continuo ascenso de hasta más de 30% en los años 2003 y 2007. Además de la producción nacional hay que sumar las importaciones de etanol provenientes de países como Brasil que en 2007 representaron 450 millones de galones, lo que represento alrededor del 7% de la disponibilidad nacional.

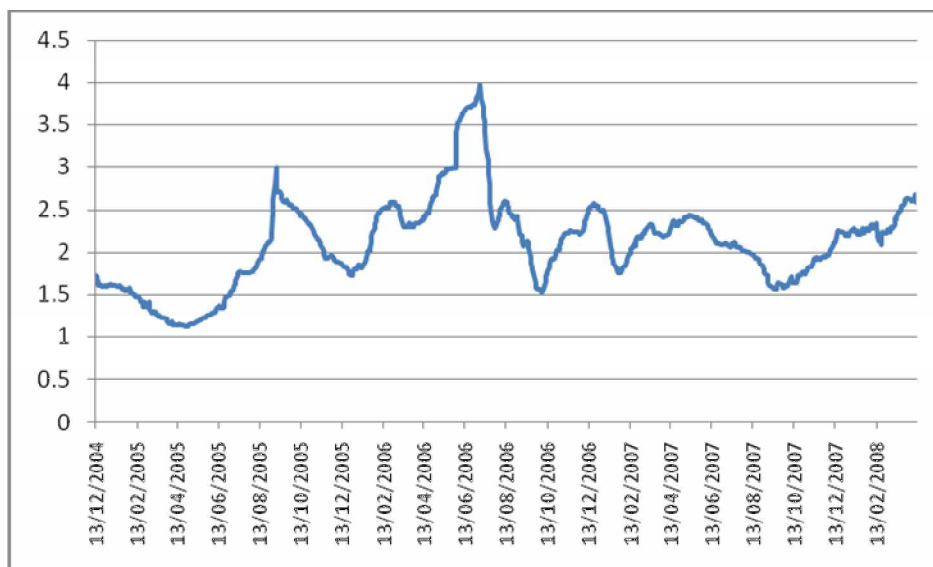
La dinámica de la producción también ha influenciado fuertemente a los precios del etanol que en periodos recientes han llegado a sus cotizaciones más altas en los últimos años llegando a cotizarse hasta en 3.97 dólares por galón (USD\$1.04 por litro) a mediados de 2006, y para después ir disminuyendo para llegar a poco mas de 2.5 dólares por galón (USD\$.66 por litro) a principios de abril de 2008, con una tendencia nuevamente al alza, motivada por aumentos en precios de maíz.

Hay dos mercados en Estados Unidos donde la producción y comercialización del etanol juegan un papel muy importante, estos son los de Iowa y Kansas, dichos mercados sirven totalmente de referencia para analizar el precio del etanol a nivel Estados Unidos, ya que la tendencia es prácticamente la misma que el promedio nacional¹².

¹²ASERCA. "Etanol, un elemento reciente en la dinámica Económica Mundial", Claridades Agropecuarias, ASERCA, No. 159, Noviembre de 2006. Pág. 19.

La figura 5.4 se basa en el mercado de Iowa, gracias a lo cual se puede observar un nivel muy fiel a lo que pasa a nivel nacional.

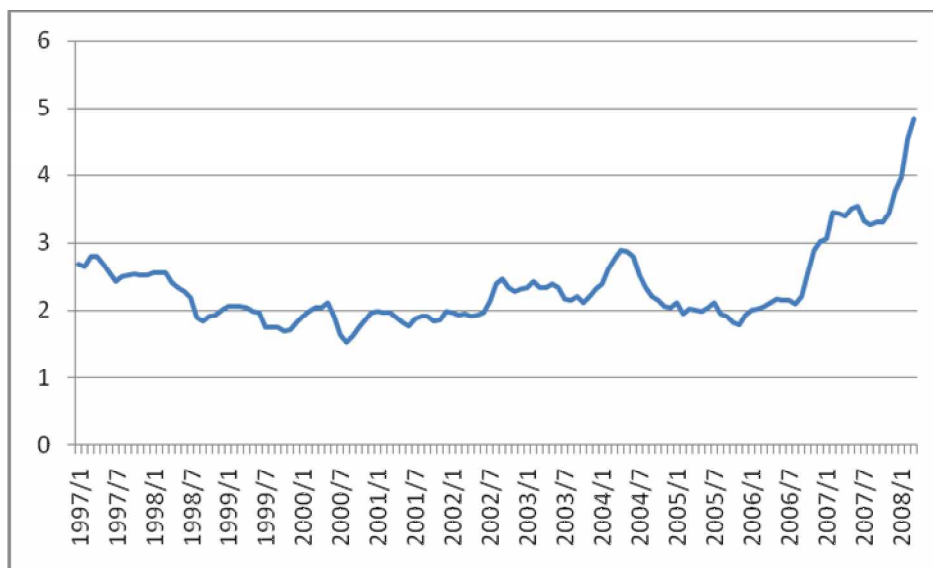
Figura 5.4 Precios del etanol del Estado de Iowa como promedio de cada día.



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por CME Group obtenidos del sistema Bloomberg.

Es importante señalar que los precios del etanol son reflejo de la variación de sus costos de producción, muy en especial del maíz que ha alcanzado grandes precios en los últimos meses llegando a pagarse al productor en más de 5 dólares por bushel y llegando en el mercado de futuros a más de 6 (en abril de 2008). A mediados de 2006 se inició con una tendencia al alza de los precios del maíz norteamericano en gran parte debido a la creciente demanda de este cereal para producir bioetanol, dicha tendencia no parece estabilizarse en el corto plazo puesto que la demanda de maíz para etanol crece año con año (figura 5.5).

Figura 5.5 Precios pagados al productor norteamericano de maíz (USD/bushel).



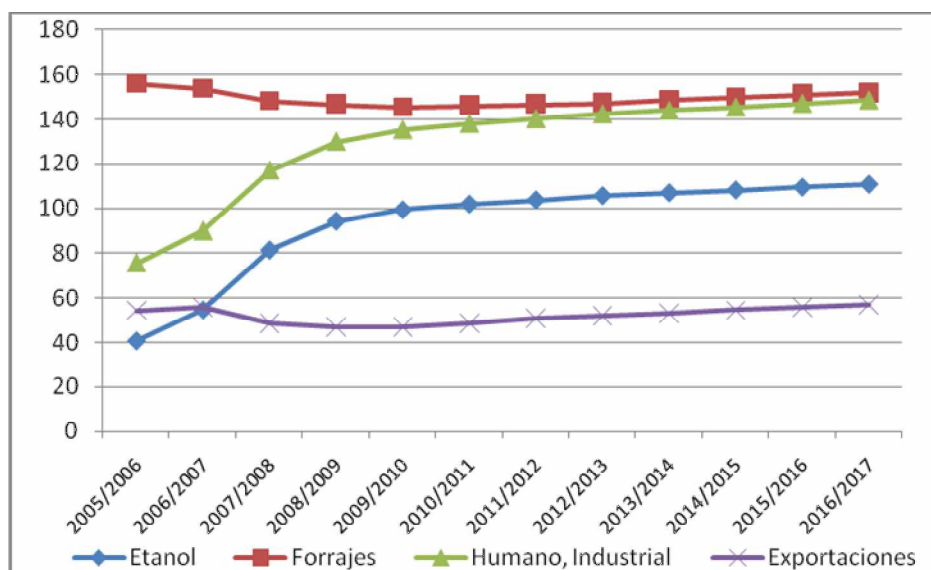
Fuente: Elaboración propia con datos del USDA, National Agricultural Statistics Service.

2.1 Los efectos para México de la producción de etanol Norteamericano

Los investigadores del USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) por medio de sus proyecciones pronostican que la demanda de maíz para etanol seguirá creciendo a tasas cada vez más elevadas con lo que se crearán presiones sobre los precios del maíz probablemente hasta el 2010.

De acuerdo al USDA los requerimientos de maíz para producir etanol seguirán aumentando de forma muy pronunciada en el mediano y corto plazo, dichas demandas del maíz afectaran al grano utilizado para las exportaciones a países como México, así mismo se mermara el uso del grano como forraje del ganado de Estados Unidos. En pocas palabras se esperan repercusiones económicas en las industrias de la carne y sus derivados y un continuo aumento de precios en todos los productos derivados del maíz por su mayor demanda y debido a una inelasticidad a corto plazo para ofrecer más maíz debido a condiciones climáticas (como siniestros sobre las cosechas y falta de lluvias), además de que en el largo plazo la oferta de tierra tendería a convertirse en inelástica puesto que no se puede ampliar la superficie terrestre (figura 5.6).

Figura 5.6 Proyección de usos del maíz en Estados Unidos (millones de toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos del USDA y los Servicios de Investigación Económica (ERS/USDA), publicadas en febrero de 2007, en AMEG (Asociación Mexicana de Engordadores de Carne de Bovino), 2007.

Por lo anterior podemos afirmar que nos encontramos ante un escenario dinámico que mostrara una tendencia similar a la observada en los últimos meses y años, por lo cual los efectos hasta ahora encontrados de esta industria sobre otros agentes seguirán atenuándose y profundizándose para bien y para mal de unos y otros.

En el caso de nuestro país los efectos de la producción de etanol norteamericano son visibles y se pueden observar desde sus distintos impactos. Estos efectos no son solo de carácter nacional, ya que muchos de ellos han llegado a prácticamente todas las partes del mundo y se espera se intensifiquen durante los próximos años.

Según la Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino (AMEG) los precios del maíz amarillo de importación (principalmente de Estados Unidos) para la alimentación del ganado han estado subiendo continuamente en los últimos años. La AMEG continua con datos de julio del 2006 donde el precio por tonelada era de \$1,668/ton., mientras que un año después el precio del grano era de alrededor de \$2,650/ton (en la misma región, La laguna), lo que implica un 58.87% más que en 2006. En Jalisco de mediados de 2006 a principios de 2007 el grano paso de \$1,850/ton a \$2,650/ton. Todo esto indica que el comportamiento del aumento de los precios es generalizado puesto que los precios en otros

lugares como el Estado de México son superiores a los ya mencionados que constituyen seguramente los costos más baratos a nivel nacional de grano amarillo importado¹³.

De acuerdo con un estudio de la AMEG, por cada 100 pesos que es elevado el precio por tonelada de maíz amarillo importado para ganado de engorda en corral, los costos de producción de ganado en México se elevan en 70 centavos por kilo de peso en pie, lo que indica que al pasar de \$1,650 a \$2,400 (50% de aumento) el costo de producción en corral sube 5.52 pesos por kilo de carne en pie¹⁴. Lo anterior implica un necesario incremento de los precios (por muy mínimo que sea) y una reducción de las ganancias de los industriales de la carne, ambos resultados afectan seriamente a los agentes económicos, y si se agrega una tendencia al alza del precio del maíz esto se presenta todavía más problemático.

El efecto que el aumento de los precios del maíz provoca en la industria ganadera es tan solo un ejemplo, habría que analizar sector por sector, como el relativo a la producción de pollo y huevo. La importancia de la producción de la carne de pollo es realmente grande puesto que absorbe más del 25% de los granos pecuarios, principalmente maíz y sorgo, lo que indica alrededor de 4.6 millones de toneladas principalmente obtenidas de las importaciones realizadas a Estados Unidos¹⁵.

Los granos forrajeros al constituir tres terceras partes de la dieta de los pollos en México constituyen el principal insumo de esta industria, provocando una extraordinaria dependencia hacia los movimientos de los precios del maíz estadounidense.

Por otro lado está el uso de maíz como alimento para la población mexicana, la que gasta en maíz y sus derivados la mayor parte de sus compras de todos los productos cerealeros. La situación de México es especial por ser un país en que se dedica la mayor parte del maíz que produce al consumo humano.

¹³Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino. "Carne de Bovino; Indicadores económicos de la industria". AMEG, 10ª edición, 2007. Pág. 37-38.

¹⁴Ibid, pág. 42.

¹⁵Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Situación actual y perspectiva de carne de pollo y huevo en México. 2004. Pág. 13.

Es aceptado y preocupante por parte de las autoridades de la política monetaria mexicana que el uso de etanol en Estados Unidos está creando efectos muy fuertes en la inflación general, generados por la inflación subyacente que es impactada por los aumentos internacionales de dos bienes genéricos, azúcar y maíz. Esto fue tan solo en 2006 donde los precios al alza de la tortilla fueron impulsados inicialmente por una elevación en los precios internacionales del maíz, al haber aumentado su demanda para la producción de bioenergéticos como el etanol. El informe del Banco de México continua diciendo que dos terceras partes del aumento de la inflación subyacente en 2006 fueron debidas a los incrementos de los precios del maíz y el azúcar, y muy probablemente se continuara presionando a la inflación general por el precio de estos dos bienes. Para rematar se señala que puesto que los precios de los granos siguen en aumento, forzosamente se verá un impacto sobre los precios de los alimentos procesados y los productos pecuarios.

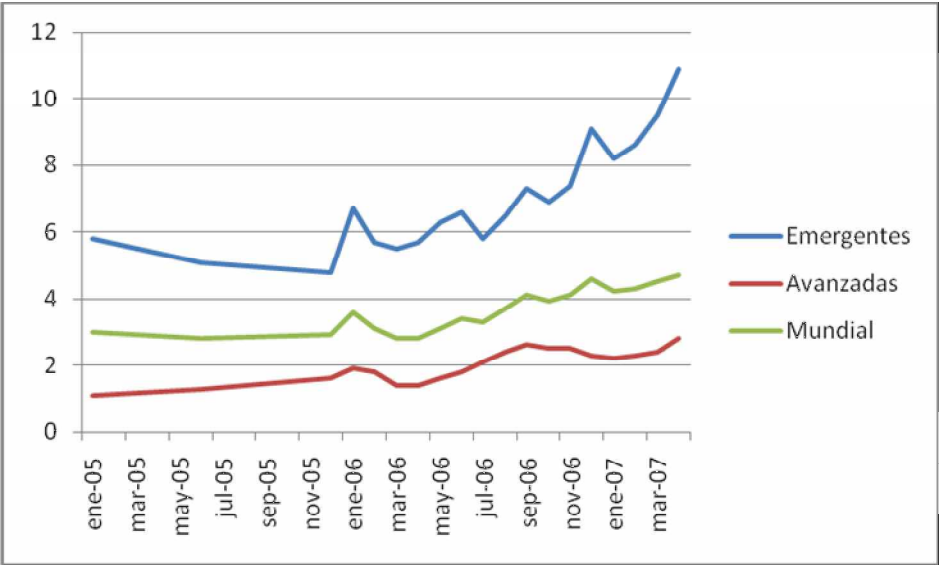
Prácticamente en todos los informes trimestrales del Banco de México de 2007, la inflación ha sido afectada en mayor o menor medida por un incremento de la demanda de maíz para producir etanol en Estados Unidos. Por ejemplo, la tasa de crecimiento anual de los productos lácteos ha ido en constante aumento desde noviembre de 2006 acentuándose entre el segundo y tercer trimestre de 2007, dando grandes problemas a la población puesto que los lácteos tienen un peso del 3% dentro de la canasta del Índice Nacional de Precios al consumidor. El alza en el precio de este tipo de alimentos (en México) se debe a incrementos internacionales de su precio, ocasionados principalmente por el aumento del precio del maíz por diversas razones, una de ellas es la producción de etanol.

Por otra parte, el Banco de México reporta aumentos en los precios de los alimentos derivados del trigo, esto se debe nuevamente a la dinámica internacional por mayor demanda de economías emergentes como China e India. Este disturbio de demanda se acentuó debido al mayor uso del maíz en la producción de etanol (y a condiciones climáticas adversas a la producción). El maíz ha afectado los precios del trigo debido a un desplazamiento de áreas que tradicionalmente se destinaban a granos como trigo y sorgo por cultivos de maíz, esto debido al incremento de las cotizaciones del maíz. Al reducir las áreas cultivadas de trigo y de sorgo se origina una contracción de la oferta, presionando a los precios de estos cereales.

Los efectos ocasionados por la producción del bioetanol (conjuntamente con otros fenómenos adversos climatológicos, incrementos en la oferta mundial, políticas gubernamentales, etc.) han impactado a todo el mundo principalmente en lo referente a granos y sus derivados, lácteos y carnes, creando un consiguiente efecto negativo sobre el nivel de renta de la población. Estos efectos son más fuertes en las economías emergentes que en las economías desarrolladas, debido principalmente a que la población de países como México dedica una parte proporcionalmente más grande de sus ingresos a la compra de alimentos, mientras que este coeficiente (Engel) no es tan pronunciado en las economías de alto desarrollo como las Europeas o la Norteamericana (figura 5.7).

Cabe aclarar que es difícil delimitar la responsabilidad de cada factor que contribuye al incremento de los precios de los alimentos, sin embargo es seguro que el etanol tiene un papel central y de gran peso en este análisis.

Figura 5.7 Inflación de alimentos a nivel mundial, de países avanzados y emergentes.



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México. Base de datos de World Economic Outlook (Octubre2007), Fondo Monetario Internacional (FMI).

Otro hecho que perjudico de manera directa la economía de millones de mexicanos es el relativo al aumento de los precios de la tortilla que de 2006 a 2007 se incrementaron debido en buena parte a que los precios del maíz de Estados Unidos pasaron de 2.80 a 4.20 dólares la fanega¹⁶, por lo que los productores industriales nacionales al tener precios de maíz importado más caro empezaron a comprar maíz blanco nacional más barato, creando una sobredemanda sobre este grano con el que se producen las tortillas. El aumento de los precios del maíz se hizo más profundo por causa del acaparamiento y la especulación que del grano blanco se dio. Los resultados de esta escalada de precios fueron los toques fijados de Felipe Calderón hacia el kilogramo de maíz en enero de 2007.

Estos han sido tan solo algunos de los ejemplos de los efectos de la producción de etanol norteamericano hacia nuestra economía, sin embargo existen diversas problemáticas que se han suscitado en diversas partes del mundo, cabe señalar el caso de China que es el tercer productor de etanol combustible en el mundo produciéndolo esencialmente de maíz (igual que el caso de Estados Unidos). El gobierno Chino al temer alzas muy bruscas sobre los precios del maíz ha dejado de aprobar la construcción de nuevas plantas de etanol basadas en dicho cereal, afirmando que el etanol carburante basado en alimentos no será la dirección que tomara China¹⁷.

3. El caso de Sinaloa

Hasta hace dos décadas los principales productores de maíz en México eran Jalisco y el Estado de México, pero a partir de principios de la década de los noventa cuando el gobierno abrió el sector agropecuario al mercado internacional y suprimió los precios de garantía existentes desde los años cincuenta, una gran cantidad de productores privados y ejidatarios decidieron cultivar el maíz puesto que fue el único grano (aparte del frijol) que conservo protección estatal mediante la conservación del precio de garantía y mediante un

¹⁶La fanega es una medida de capacidad para granos que equivale a 55.5 litros.

¹⁷Reuters. “Estupidez, transformar maíz en energía, afirman en NY”. *La jornada*, Economía, Jueves 14 de junio de 2007.

mercado medianamente asegurado por la CONASUPO. A lo anterior se sumó una parcial protección para los productores nacionales de maíz gracias al establecimiento de permisos de importación de maíz controlados por el estado. A partir de estas medidas se dio una gran expansión del maíz en tierras de riego que antes se dedicaban a cultivos como arroz, trigo, sorgo y soya.

En este contexto los productores de otros granos en Sinaloa cambian sus cultivos por maíz, lo cual permitió que a mediados de la década de 1990 Sinaloa empezara a desplazar al Estado de México y a Jalisco como principal productor de maíz en México.

La importancia del Estado de Sinaloa como principal productor de maíz (principalmente blanco) recae sobre la modalidad hídrica sobre la que se siembra el grano, ya que es principalmente de riego, permitiendo un incremento muy considerable de los rendimientos por hectárea. En 1990 la producción de maíz en Sinaloa fue de 317, 517 toneladas (SAGARPA, SIACON, versión magnética), mientras en el ciclo 2006 – 2007 se produjeron más de 5 millones de toneladas de maíz¹⁸. Los rendimientos cada vez más altos de Sinaloa (como ya ha sido explicado en el capítulo 3) y el incremento en la superficie sembrada en las últimas dos décadas ha sido gracias al proceso de tecnificación agrícola con la que el estado ha logrado una serie de ventajas sobre otras entidades federativas como las del suroeste.

Siendo Sinaloa actualmente el estado que produce más maíz a nivel nacional, diversos proyectos se han perfilado en este estado para producir etanol. El primero y más avanzado es el del grupo Destilmex en Navolato Sinaloa que a mediados del presente año (2008) tiene planeado producir etanol de maíz blanco con una demanda calculada de 260 mil toneladas de maíz al año, con fines de exportar el producto a California y Arizona. Esta planta tiene planeado producir 350 mil litros al día con maíz principalmente excedentario del estado de Sinaloa¹⁹.

¹⁸CANAMI. Fortalece producción de maíz economía Estatal. Septiembre 18 de 2008.

¹⁹Notimex. Estará en Navolato la primera planta que producirá etanol a base de maíz en México. 11 de abril de 2008.

El segundo proyecto en desarrollo es la planta de Los Mochis en Sinaloa, la cual tiene previsto empezar a producir el etanol el año próximo. Este proyecto pertenece al grupo Mexstarch cuyos capitales son de Monterrey y Holanda, en abril registraba un 35% de avance del proyecto. Esta planta está planeada para consumir 90 mil toneladas de maíz blanco anual, ofreciendo alrededor de 108 mil litros de etanol al día²⁰.

Indiscutiblemente una de las causas por las que las plantas de etanol se ubican en el Estado de Sinaloa (aparte de la importancia del maíz en el Estado) es la ubicación geográfica de este y su cercanía con los Estados Unidos (ver mapa 1 del apéndice estadístico), de hecho la planta de Navolato tiene como mercado los Estados de Arizona y California, es decir, aprovechara su ubicación geográfica a nivel Nacional. Por otro lado la planta de Los Mochis contempla al mercado Norteamericano como un posible consumidor de su producto, así como al mercado nacional en caso de que en el año 2009 ya estén listas las condiciones para consumirlo en el país.

A pesar de todo el desarrollo industrial para producir el etanol de maíz en Sinaloa, es necesario recordar el artículo 11 y la fracción VIII de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (revisar el marco jurídico en el capítulo II) donde se aclara que la producción de etanol de maíz será posible solamente cuando existan inventarios excedentes de producción interna de maíz para satisfacer el consumo nacional, con lo cual sería ilegal producir el etanol en Sinaloa puesto que a pesar de que se tienen excedentes de maíz en el estado, a nivel nacional se importan millones de toneladas del grano. Los argumentos legales que detienen la producción de etanol en Sinaloa son muy sólidos y claros y mientras no haya una ley que diga lo contrario, la producción de etanol de maíz sería algo fuera de la ley según Francisco Labastida Ochoa, Presidente de la Comisión de Energía en el Senado de la República²¹.

²⁰Debate Online. Sinaloa: construyen la segunda planta de etanol en el estado. 01 de abril de 2008.

²¹debate.com.mx. El etanol de maíz no podrá producirse en Sinaloa. 10 de agosto de 2008.

El caso del estado de Sinaloa se ve relacionado con las declaraciones de la actual ministra de energía Georgina Kessel, quien a principios de mayo del 2008 al inaugurar el Primer Congreso de Biocombustibles en Guadalajara Jalisco afirmó que será hasta el año 2010 cuando México esté en condiciones de producir el primer barril de etanol para consumo interno, siendo Guadalajara la primer ciudad donde se elabore un programa piloto para incorporar etanol a gasolinas. En su declaración, la secretaria de energía aseguró que es necesario cuidar y revisar la materia prima para el etanol, puesto que no permitirán repercusiones en los precios de los alimentos básicos²².

4. Escenarios

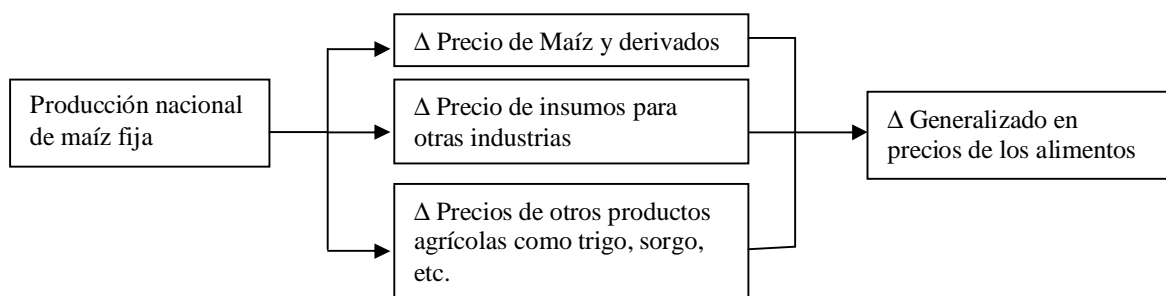
Por último, presento una serie de escenarios creados conforme a todo el análisis ya realizado a lo largo del trabajo, estos tienen la intención de presentar de forma resumida los efectos de producir etanol en base a maíz en México.

El primer escenario se rige sobre la pregunta: ¿Qué pasaría con los alimentos si creamos etanol en base al maíz producido en territorio nacional, sin incluir las importaciones? La respuesta implica dos condiciones; si la oferta de maíz (sin incluir importaciones) es inelástica en el corto plazo, se creará una presión sobre los precios del maíz, incrementándose el precio del grano, el de sus derivados, de la carne, los lácteos, e incluso otros productos agrícolas como el trigo, sorgo y más, por ser bienes sustitutos como alimentos para ganado y el ser humano (figura 5.8).

Ahora bien, esta producción de etanol en base a maíz nacional es solo posible en base a ciertas condiciones de producción del insumo, un claro ejemplo lo es el estado de Sinaloa que posee la producción maicera más industrializada del país. En otros casos donde los rendimientos del maíz no llegan siquiera a las 3 toneladas por hectárea es prácticamente imposible realizarlo.

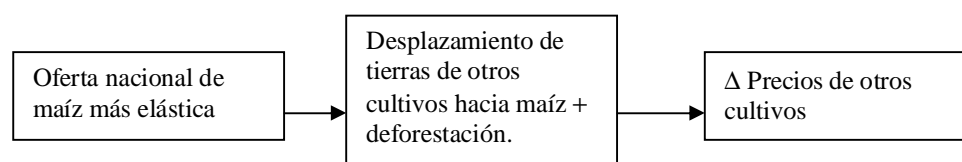
²²Rodríguez J. Israel. “Kessel: hasta 2010 se podrá producir etanol”. *La jornada*, Economía, 08 de mayo de 2007.

Figura 5.8 Escenario de producción de etanol en base a maíz generado internamente, con una oferta fija y sin introducir importaciones.



Si la oferta interna de maíz es más elástica a corto o mediano plazo, esto sería gracias a un desplazamiento de tierras de cultivo de otros cereales por maíz, ocasionando nuevamente problemas de inflación en todos los alimentos derivados de los cereales. El precio del maíz también sube puesto que la demanda es en principio superior a la oferta. El desplazamiento de las tierras de cultivo se vería acompañado por deforestación y erosión del suelo ya que la exigencia edafoclimática del maíz es de las más altas comparado con otros cultivos (figura 5.9).

Figura 5.9 Escenario de producción de etanol en base a maíz generado internamente con una oferta elástica a corto y mediano plazo.

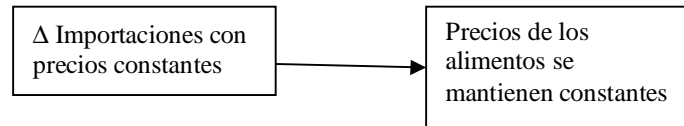


Ahora bien, ¿Qué pasa cuando importamos maíz con un precio constante para producir etanol? El siguiente escenario plantea la producción en base a importaciones de maíz con un precio constante ya fijado o pactado con anterioridad. Este caso sería el más ideal para fomentar una industria naciente del etanol de maíz en México puesto que los precios de los alimentos no se verían afectados, es decir, no se presentan presiones de demanda que alteren la oferta ya que esta última es totalmente elástica (figura 5.10).

Ciertamente este escenario no es coherente con la realidad, ya que a pesar de haber un incremento notorio de la producción de maíz a nivel mundial, esto no ha estabilizado los

precios puesto que las presiones de la demanda sobrepasan con mucho la producción mundial, provocando una disminución de las reservas internacionales de este y otros granos.

Figura 5.10 Escenario de producción de etanol en base a maíz importado con precios fijos.



El siguiente caso plantea la importación de maíz con precios inestables que responden a la dinámica mundial, en este caso se reflejan los precios al alza tal y como ocurre en la realidad.

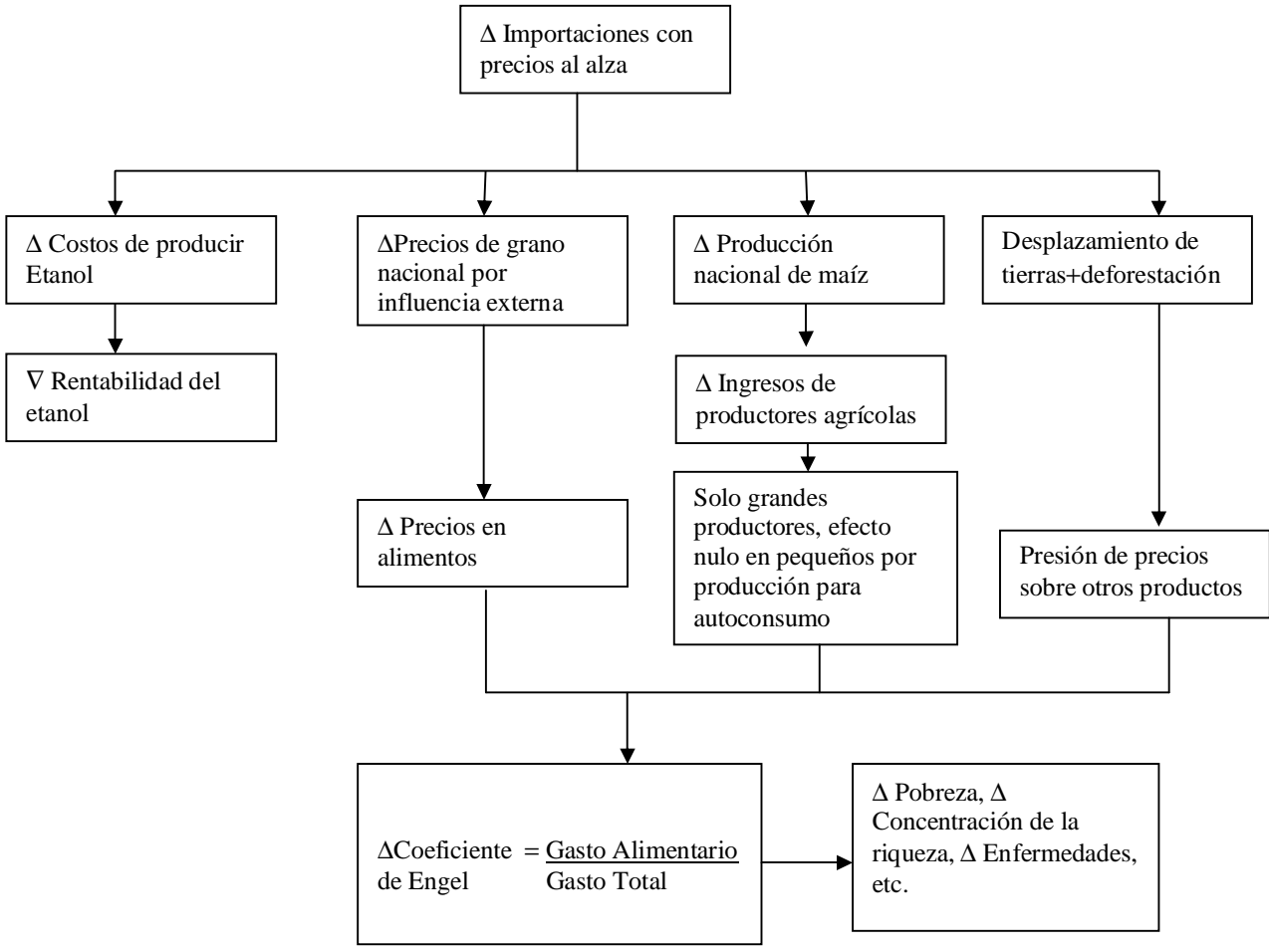
Para empezar, una industria que requiere de insumos con precios al alza es menos eficiente que una industria con precios más estables. Además hay que añadir que el maíz juega un papel como insumo del etanol, de la industria pecuaria, de la industria harinera, industria de cereales, alimentos, etc., lo cual vuelve al maíz un cultivo vulnerable ante trastornos en cualquiera de las industrias ya mencionadas.

El importar mayores cantidades de grano provoca forzosamente incremento de los precios del grano nacional por la influencia externa, conjuntamente se aumentaría la dependencia alimentaria, creando todavía más vulnerabilidad sobre los precios de los alimentos nacionales.

El precio alto del grano incentiva un incremento de la producción maicera nacional, esto provoca incrementos en los ingresos de la población productora, pero solo en el caso de los grandes productores agrícolas, ya que para los pequeños el maíz es principalmente de autoconsumo y no disponen de más tierras para explotar y obtener grandes beneficios. Esto genera más concentración de la riqueza por parte de los grandes terratenientes, promoviendo incluso el acaparamiento de las tierras agrícolas. Si se produce más maíz dentro del territorio nacional, forzosamente se están dejando de producir otros cultivos, se están deforestando áreas verdes y se está degradando al suelo, creando más inflación sobre otros productos básicos, destruyendo los recursos naturales de México y empobreciendo a los pobladores rurales.

Como resultado de todo esto, la población incrementaría su proporción de gasto en alimentos, promoviendo condiciones de vida más adversas para la buena reproducción de los individuos. Es decir, más pobreza y desigualdad de oportunidades (figura 5.11).

Figura 5.11 Escenario de producción de etanol en base a importaciones de maíz con precios al alza.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El etanol es un biocombustible líquido que procede de la biomasa, por lo que se le considera renovable. Tiene la ventaja de poder ser extraído de diversos cultivos energéticos, en este caso del maíz, ampliando las posibilidades de su producción y de sus beneficios dentro de un mundo globalizado que reclama día a día más energía. Una ventaja del etanol dentro de los biocombustibles es que su poder calorífico es uno de los más altos dentro de esta gama de combustibles de biomasa.
- El maíz brinda una buena opción para producir etanol puesto que alrededor del 62% de su composición es almidón, este elemento permite obtener etanol por medio de un proceso tecnológico adecuado. Otras materias que permiten obtener el etanol son los azúcares y la celulosa, los que se encuentran en la caña de azúcar y en los árboles, plantas, forrajes, etc., respectivamente.
- Nuestro país, al igual que el resto del mundo necesita satisfacer una serie de necesidades energéticas que permitan incentivar un desarrollo sustentable desde diversas perspectivas, estas son la económica, la social y la ambiental. Producir y consumir etanol ayudaría a reducir la dependencia sobre los combustibles fósiles, coadyuvando a evitar una serie de colapsos y crisis futuras por la dependencia del petróleo, además ahorraríamos una buena suma de divisas por concepto de compra de gasolinas y oxigenantes de la gasolina. Socialmente el alcohol etílico permite dinamizar las regiones rurales gracias al incremento de mercados laborales especializados y no especializados, conjuntamente se promueve una revalorización de las actividades agrícolas desincentivando la migración de la población rural. Ambientalmente el uso del etanol permite disminuir ciertas externalidades negativas causadas por la contaminación de las gasolinas convencionales, ya que es un combustible ecológico que según se dice contamina menos que los otros oxigenantes como MTBE y TAME, puesto que estos últimos contaminan los mantos acuíferos e incrementan los gases de efectos invernadero. En este sentido los motores a etanol contaminan menos.

- El etanol puede fungir como un buen sustituto de los derivados del petróleo, para el caso de utilizarse el etanol puro se necesitan ciertos cambios al motor que pueden ser realizados fácilmente. El problema de la sustitución de la gasolina no es técnico, es mas bien que no hay suficiente etanol, y esto es debido a que la materia prima es muy poca. En caso de mezclas de gasohol donde el etanol constituye más del 20% se necesitan autos adecuados y modificados, los cuales en países como Brasil y Estados Unidos ya son algo común, por lo que lo único que habría que hacer sería obligar a las ensambladoras de autos a producir vehículos Flex-Fuel. La mezcla del etanol y la gasolina brinda mejores condiciones al automóvil, mayor índice de octano, se aumenta la potencia, es decir, los caballos de fuerza.
- México motivado por razones económicas e impulsado por una campaña internacional de utilización y producción de etanol de maíz como combustible, ha empezado a generar una serie de leyes para promover el desarrollo de los biocombustibles. Desde el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 se ha planteado el impulso a la bioenergía como catalizador del desarrollo rural, posteriormente se ha creado la Ley de Bioenergéticos que promueve el desarrollo de los mismos, logrando un marco legal elemental para producirlos e incentivar su desarrollo en México, se ha cubierto el vacío legal que existía con anterioridad. Otra ley, es la de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, la cual constituye un freno para el cultivo de maíz transgénico, evitando el desarrollo de nuevas tecnologías que abaraten la materia prima maíz, y promoviendo un atraso en esta nascente industria, esto desde un punto de vista tecnológico, sin embargo, el asunto de los transgénicos es más bien de tipo cultural, social y económico (seguridad alimentaria). Otras leyes como la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable velan por el uso sustentable de los recursos, promoviendo su vida para las generaciones futuras, e impulsan el desarrollo del campo, lo cual apoya a las leyes anteriormente ya mencionadas.
- El marco legal a pesar de no estar completamente desarrollado, si promueve el desarrollo del etanol de maíz para el caso en que existan excedentes del grano, con lo cual este insumo debe de ser producido en mayores volúmenes si se planea utilizarlo como materia prima para el etanol. Por lo tanto, desde la perspectiva legal,

el etanol de maíz ya está siendo respaldado, y la problemática más fuerte de esta industria no estriba sobre el marco jurídico.

- El mercado para la producción de etanol de maíz es muy grande puesto que puede abarcar la sustitución de los éteres empleados en la oxigenación de todas las gasolinas PREMIUM y de las gasolinas MAGNA de las zonas metropolitanas. Además el etanol tiene buenas expectativas a futuro porque la dinámica de demanda de gasolinas en general es positiva.
- La tecnología para producir etanol de maíz está muy desarrollada y utilizada permitiendo una obtención de varios subproductos, para maximizar los beneficios. La ventaja de la tecnología es que permite adaptarse de acuerdo a la cantidad de insumos disponibles en el área circundante, así se puede producir con molienda seca cuando hay menos insumos o con molienda húmeda cuando hay mas insumos. Tecnológicamente no hay restricciones a la producción de etanol.
- La producción de etanol de maíz requiere del auxilio de la biotecnología, ya que esta ultima puede reducir el costo del maíz, por que por medio del uso de semillas mejoradas y manipuladas genéticamente puede aumentar rendimientos gracias a que se hace más resistente a cambios climáticos, insectos o hierbas, a la falta de agua, etc., proveyendo menores costos de producción.
- El análisis de costos de producción es muy complejo, conlleva estudiar costo de tecnología de acuerdo a las necesidades del lugar y a las ventajas disponibles, la influencia de los precios internacionales del maíz, las características de la producción nacional de maíz, entre otros elementos. A pesar de todos estos aspectos, el costo más importante para producir etanol de maíz es el referente a la materia prima que representa alrededor de $\frac{3}{4}$ del costo total, es decir, con maíz caro no se puede producir etanol, se necesitan disminuir los costos e incrementar la productividad si se quiere dinamizar una verdadera producción del etanol porque de lo contrario solo se construirán unas cuantas empresas en lugares que presenten las mejores condiciones de materia prima. Bajo las condiciones actuales, el etanol en base a maíz solo se podría producir con buenos beneficios en el estado de Sinaloa puesto que este posee la agricultura más dinámica a nivel nacional.

- Un estudio más detallado sobre los costos de producción implica agregar transporte a planta productora de etanol, transporte hacia refinería, transformación a ETBE y TAEE, distribución hacia gasolineras, etc., lo que incrementa los costos de producción provocando menores niveles de rentabilidad que si se utilizasen los combustibles tradicionales.
- El maíz es el cultivo más importante en México produciendo en 2006 casi 22 millones de toneladas principalmente de grano blanco. A pesar de ello, los rendimientos nacionales de maíz son apenas de 2.9 toneladas por hectárea, lo que genera condiciones poco favorables para la producción de etanol en base a este grano en la República Mexicana, salvo el caso de Sinaloa que tiene rendimientos de casi 10 toneladas por hectárea. Ante esta situación y debido en parte a la apertura comercial del maíz con Estados Unidos, estamos incrementando nuestras importaciones de maíz a tasas más altas que durante los primeros años de la firma del TLCAN, ocasionando una dependencia mayor del grano norteamericano.
- Dentro del consumo total, más de una tercera parte es realizado por la población mexicana en forma de tortillas. La industria pecuaria por su parte es la que consume más maíz para la cría del ganado principalmente amarillo, pero también blanco. En general la oferta de maíz en México está en función de determinada demanda ya conocida por los oferentes, generando un mercado donde los excedentes de la oferta son relativamente pocos.
- El maíz es el alimento que más calorías proporciona a la población mexicana dentro de su dieta diaria, por lo que es el rubro con mayor gasto dentro de los productos derivados de cereales (alrededor del 50% del desembolso en cereales se realiza en la compra de derivados del maíz).
- Con una población dependiente del maíz, un incremento en el precio del grano tendría efectos negativos sobre el ingreso de la población mexicana, y consiguientemente, una alimentación deficiente. Esto es lo que precisamente está ocurriendo desde finales de 2006 cuando los precios del maíz empezaron a subir y consecuentemente los productos derivados como la tortilla.
- Hay muchas consecuencias económicas y sociales asociadas a la producción de etanol en base a maíz, como desertificación de tierras por monocultivos,

concentración de la riqueza por los grandes terratenientes, incremento de los precios en los alimentos, incremento de la pobreza, etc. Otras consecuencias son las ambientales, que de acuerdo a diversos estudios son mayores que los beneficios obtenidos por su producción, basta mencionar la emisión de CO₂ durante la producción del etanol, la segregación de vinazas de destilería, la contaminación genética de cultivos nacionales, deforestación de tierras, etc. Además hay que agregar la dudosa relación energética para producir etanol puesto que esta es muy baja llegando a hacer en los mejores casos de 1.8.

- Es innegable que México está influenciado en determinada medida por las acciones que toman los Estados Unidos, en este caso por la producción de etanol. Estados Unidos es el principal productor de etanol a nivel mundial, creándolo a partir de maíz. Nuestro vecino produce el biocombustible a partir de dicho grano puesto que es el mayor productor de maíz a nivel mundial, además de que el uso de este cereal es principalmente con fines forrajeros, lo cual no ocurre en nuestro país.
- México ha sufrido las consecuencias por la industria del etanol Norteamericano, estas se relacionan principalmente con incrementos inflacionarios en alimentos, específicamente en granos como maíz y trigo, sus derivados como la tortilla y el pan, productos lácteos como la leche líquida y en polvo, la carne de pollo, de res, de puerco, el huevo, etc. Dichas consecuencias no pueden ser ignoradas ni subestimadas puesto que dejan marcas muy profundas en la población nacional con menores ingresos, ya que son los pobres los que consumen la tortilla, el huevo, el pollo y otros productos aparentemente más baratos.
- Este país no puede desarrollar una industria del etanol basada en maíz, por varias razones: no se produce suficiente maíz para solventar las dimensiones del etanol; la población mexicana en general depende del maíz como alimento básico tanto económica como nutricionalmente; la biotecnología por medio de sus transgénicos no puede explotarse (por lo menos en el corto plazo) para reducir costos de producción del maíz como insumo puesto que existen diversas leyes que lo impiden; somos un país deficitario en granos (maíz, arroz, trigo, etc.); y lo más importante y ya comprobado, el producir etanol de maíz incrementaría los precios de la mayoría de los alimentos, ocasionando un aumento de la pobreza en México.

- Es recomendable utilizar otros cultivos energéticos como materia prima para etanol tal como la caña de azúcar que aparentemente ha brindado buenos resultados en Brasil, la remolacha, la celulosa, etc., en este sentido se tiene que investigar de forma más exhaustiva sobre otras opciones, las cuales en la presente investigación no se desarrollan. La producción de etanol de maíz en Sinaloa ciertamente no podrá llegar a tener un desarrollo como la industria norteamericana, ya que tan solo en 2005 la producción de maíz en Estados Unidos fue 15 veces superior a la de México.
- Diversos aspectos para la producción de etanol de maíz son propicios para el desarrollo, tal es el caso de la tecnología, el mercado y el marco legal. Sin embargo, económicamente es totalmente inviable.
- La economía nacional debería de tener otras prioridades relacionadas con el déficit en la balanza comercial de granos, esto antes de empezar a producir etanol en base al grano alimentario más importante del país. De no atender esta falta de autosuficiencia alimentaria y seguir con el desarrollo del etanol con base en maíz y otros cultivos, será seguro que los niveles de pobreza desde todas sus perspectivas seguirán en aumento.
- Como resultado final de esta investigación se acepta la hipótesis afirmando que en el momento actual los costos sociales, económicos y ambientales son mayores a los beneficios obtenidos por la producción del etanol basado esencialmente en el maíz.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Concheiro, Antonio y Rodríguez Viqueira, Luis. Alternativas energéticas. Fondo de Cultura Económica, México 1985.
- Banco de México. Informe sobre la inflación, Julio-Septiembre 2007. Octubre, 2007.
- Banco de México. Informe sobre la inflación, Abril-Junio 2007. Julio, 2007.
- Banco de México. Informe anual 2007. Abril 2008.
- Banco de México. Resumen informe anual 2006. Abril, 2007.
- Banco de México. Comunicado de prensa, Anuncio de política monetaria. 26 de enero de 2007.
- Banco de México. Informe sobre la inflación, Octubre-Diciembre 2006 y Programa Monetario para 2007. Enero 2007.
- Barbosa Cano, Fabio. Exploración y reservas de hidrocarburos en México. UNAM, MIGUEL ANGEL PORRÚA., México, 2000.
- Bergel, Salvador y Díaz, Alberto. Biotechnología y Sociedad. Editorial Ciudad Argentina, 2001.
- Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Cultivos energéticos y cultivos alimentarios. ONU, FAO, Roma 1980.
- Camps Michelena, Manuel y Marcos Martín, Francisco. Los biocombustibles. Ediciones Mundi-Prensa, Colección Energías Renovables, Madrid, 2002.
- Constanza, Robert; Cumberland, John; Daly, Herman; Goodland, Robert y Norgaard, Richard. Una introducción a la economía ecológica. Ed. CECOSA, México 1999.
- Dabat, Alejandro. “Globalización, capitalismo actual y nueva configuración espacial del mundo”. En Basave, Jorge, Alejandro Dabat, et al. (2002). Globalización y alternativas incluyentes para el siglo XXI. IIEC, CRIM, UAM, UNAM.
- Daly, Herman; El Serafy, Salah; Von Droste Bernd; Dogse, Peter y Tinbergen Jan. Medio oriente y desarrollo sostenible; mas allá del informe Brundtland.
- Jarabo Friedrich, Francisco y Elortegui Escartin, Nicolás. Energías renovables. Publicaciones Técnicas, Segunda edición, España, 2000.
- Menéndez Pérez, Emilio. Energía renovables, sustentabilidad y creación de empleo: una economía impulsada por el sol. Los libros de la Catarata, 2ª edición, septiembre 2001.
- Norton, George W. y Alwang, Jeffrey. Economía del desarrollo agrario. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España 1994.
- OCDE. Desarrollo sustentable. Estrategias de la OCDE para el siglo XXI. Capitulo 7. OCDE 1997.
- Pindyck, Robert S. y Rubinfeld, Daniel L. Microeconomía. Pearson, Prentice Hall, Quinta Edición, España 2005.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Situación actual y perspectiva de carne de pollo y huevo en México. 2004.
- SAGARPA. Situación Actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Marzo 2007.

- Varian, Hal R. Microeconomía intermedia. Un enfoque actual. Editorial Anthoni Bosch, Cuarta Edición, España 1996.
- Vilaseca; Requena, Jordi y Joan Torrent; Sellens. (2005). Principios de economía del conocimiento. Hacia una economía global del conocimiento. Ediciones pirámide.
- Sexto informe de gobierno de Vicente Fox Quesada.
- Primer Informe de Gobierno de Felipe Calderón Hinojosa.

PUBLICACIONES ELECTRONICAS

- Berthaud, Julien. “El maíz y la biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México”. Capítulo 3. En <http://www.cec.org/maize/resources/chapters.cfm?varlan=espanol> (Consulta: miércoles, 23 de abril de 2008).
- Ford, Runge y Senauer, Benjamin. El modo en que los biocombustibles pudieran hacer pasar hambre a los pobres. 2007 en <http://lahaine.org/index.php?p=21724> (Consulta: miércoles, 23 de mayo de 2007).
- King, Amanda. Diez años con el TLCAN. Informe Especial del CIMMYT 07-01. http://www.cimmyt.org/spanish/docs/special_publications/specialReport06-01.pdf (Consulta: domingo, 23 de marzo de 2008).
- Secretaría de Energía. Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. SENER-GTZ-BID, Noviembre de 2006. En http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Biocombustibles_en_Mexico_o_Estudio_Completo.pdf (Consulta: martes, 26 de junio de 2007).
- PEMEX. “Indicadores petroleros”. En http://www.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf (Consulta: lunes, 12 de mayo de 2008).
- PEMEX. Reservas de hidrocarburos al 31 de diciembre de 2006. 26 de marzo del 2007. En <http://www.pemex.com/index.cfm> (Consulta: miércoles, 26 de marzo de 2008).
- PEMEX. Anuario estadístico 2007. En <http://www.pemex.com/index.cfm> (Consulta: martes, 25 de marzo de 2008).
- Vega Valdivia, Dixia D. y Ramírez Moreno, Pablo. “Situación y perspectivas del maíz en México”. Universidad Autónoma Chapingo, Marzo 2004. En http://www.economia.gob.mx/pics/p/p1763/Maiz_270304.pdf (Consulta: martes, 08 de abril de 2008).

PRESENTACIONES

- Ángeles Cornejo, Sarahi. Comentario: Sesión refinación y biocombustibles. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. Septiembre de 2007.
- Cámara Nacional de Maíz Industrializado. La cadena maíz-tortilla: la realidad y las soluciones. Mayo 2007. En Séptimo Foro de Expectativas del Sector Agroalimentario y Pesquero (SFESAP).

- Celma, Ricardo. Maíz: ¿alimento o combustible? En VII Foro de Expectativas del Sector Agroalimentario y Pesquero, Abril de 2007.
- Favela, Rodrigo. Uso de Etanol en Gasolinas en México. PEMEX, diciembre 2006. En <http://74.125.95.104/search?q=cache:rOLurG8ze2IJ:prdleg.diputados.gob.mx/trabajo/temas/te04/pps/Etanol%2520Pemex.pps+favela+rodrigo+uso+de+etanol+en+gasolinas+en+mexico+pemex+diciembre+de+2006&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=mx> (Consulta: sábado, 23 de febrero de 2008).
- Horta Nogueira, Luiz. Producción y utilización de Etanol y ETBE en México: situación actual y perspectivas. UNIFEI Brasil, Agosto de 2006. En http://normateca.energia.gob.mx/work/sites/SenerNva/resources/LocalContent/7455/1/Horta_etanol_y_ETBE_en_Mexico.pdf (Consulta: miércoles, 26 de marzo de 2008).
- Quintero Ramírez, Rodolfo. Maíz/etanol, “lo que viene”. UAM, Cuajimalpa, Abril 12 de 2007. En www.prdleg.diputados.gob.mx/trabajo/temas/te04/pps/PONENCIA%20BIOENERGETICOS%20DR%20QUINTERO%20UAM.pps (Consulta: lunes, 12 de mayo de 2008).
- Ruíz Torres, Norma. Biotechnología: alternativa para incrementar la producción agrícola y lograr la seguridad alimentaria. En Séptimo Foro de Expectativas del Sector Agroalimentario y Pesquero, mayo 2007.
- SENER-CONAE. Eficiencia energética y costos económicos de la producción de biocombustibles. Mayo 2007. En http://www.economia-energetica.org.mx/biocombustibles/juan_mata.pdf (Consulta: miércoles, 30 de abril de 2008).

LEYES

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- <http://www.greenpeace.org/mexico/>
- <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx>
- <http://www.financierarural.gob.mx/Paginas/FinancieraRural.aspx>
- <http://www.ethanolrfa.org/>
- <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>
- <http://sie.energia.gob.mx/sie/bdiController>
- <http://www.sagarpa.gob.mx/>

ARTÍCULOS ELECTRÓNICOS

- FAO. Livestock a major threat to environment. Remedies urgently needed. Noviembre 2006. En <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/> (Consulta: viernes, 29 de septiembre de 2008).
- Maizar. Sistemas de producción utilizados para obtener etanol, en http://www.engormix.com/sistemas_produccion_utilizados_obtener_s_articulos_12_68_AGR.htm (Consulta: martes, 06 de mayo de 2008).
- Martínez, José Manuel. México: TLC dispara importaciones de maíz. De la CNNexpansion.com, 17 feb de 2008. En http://www.bilaterals.org/article.php3?id_article=11169 (Consulta: jueves, 24 de abril de 2008).
- Rosas Peña, Ana María. Un mercado hecho bolas. En www.jornada.unam.mx/2005 (Consulta: miércoles, 23 de abril de 2008).
- Covantes Torres, Liza. ¿Qué paso con la contaminación transgénica de maíces mexicanos? Enero 2007. <http://www.jornada.unam.mx/2007/01/29/eco-f.html> (Consulta: martes, 01 de abril de 2008).
- CANAMI. Fortalece producción de maíz economía Estatal. Septiembre 18 de 2008. En <http://cnmaiz.wordpress.com/2008/09/18/fortalece-produccion-de-maiz-economia-estatal/> (Consulta: viernes, 19 septiembre de 2008).
- Notimex. Estará en Navolato la primera planta que producirá etanol a base de maíz en México. 11 de abril de 2008. En http://www.telemex.com.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=7512&Itemid=75 (Consulta: jueves, 08 de mayo de 2008).
- Debate Online. Sinaloa: construyen la segunda planta de etanol en el estado. 01 de abril de 2008. En http://teorema.com.mx/articulos.php?id_art=5066&id_sec=51 (Consulta: lunes, 13 de octubre de 2008).
- debate.com.mx. El etanol de maíz no podrá producirse en Sinaloa. 10 de agosto de 2008. En <http://www.debate.com.mx/eldebate/Articulos/ArticuloGeneral.asp?idart=6102869&idcat=6087> (Consulta: jueves 18 de septiembre de 2008).

NOTICIAS

- Afp y Reuters. “Crítica Lula que EU produzca etanol con maíz; afecta precios”. La Jornada, Economía, 20 abril de 2008.
- Castro, Fidel. “La internalización del genocidio”. La jornada, Política, 6 de abril de 2007.
- Del Pilar Martínez, María. “SAGARPA garantiza precio estable del maíz”. El Economista, Negocios, 24 abril 2008.
- Cruz Serrano, Noé. “Descenso acelerado de reservas petroleras”. El Universal, Jueves, 26 de Julio del 2007.
- Durán, Marco Antonio. “Aumento 75% precio del maíz en solo año y medio”. El sol de México, Finanzas, 17 de abril de 2008.
- Fernández-Vega, Carlos. “Crisis del maíz, crisis del país”. La jornada, 12 feb. 2008. Opinión.

- Pérez, Matilde. “Campesinos excluyen el maíz de sus cultivos por subidas en fertilizantes”. La jornada, 22 de abril de 2008, Política.
- Norandi, Mariana. “En México faltan estudios sobre el MTBE, advierte experta de la UAM”. La jornada, Ciencias. Sábado 13 de Enero de 2007.
- Reuters. “Estupidez, transformar maíz en energía, afirman en NY”. La jornada, Economía, Jueves 14 de junio de 2007.
- Rodríguez J. Israel. Kessel: hasta 2010 se podrá producir etanol. La jornada, Economía, 08 de mayo de 2007.

BASES DE DATOS

- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON-SIAP).
- Sistema de Información Comercial de México (SIC-M).
- Cámara Nacional de Maíz Industrializado (CANAMI).
- Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2000, 2002, 2004 y 2005 (ENIGH).
- Chicago Board of Trade.

REVISTAS

- ASERCA. “Etanol, un elemento reciente en la dinámica Económica Mundial”, en Claridades Agropecuarias, ASERCA, No. 159, Noviembre de 2006.
- Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino (AMEG). Carne de Bovino; Indicadores económicos de la industria. 10ª edición, 2007.
- García de Leon, Verónica. “Maíz ¿Para qué?”. Expansión, No. 131, Octubre de 2007.
- García Páez, Benjamín. “Biocombustibles”. Cuartilla; Gaceta de la Facultad de Economía. Núm. 14, Noviembre de 2007.

APÉNDICE ESTADÍSTICO

Cuadro 1. Biocombustibles en función de su origen

CLASIFICACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN FUNCIÓN DE SU ORIGEN		
ORIGEN		ESPECIE O PROCEDENCIA
Cultivos energéticos	Agrícolas	Cardo, sorgo, miscanto, girasol, soja, maíz, trigo, cebada, remolacha, especies C4 agrícolas, etc.
	Forestales	Chopos, sauces, eucaliptos, robinias, acacias, especies C4 forestales, etc.
Restos de cultivos agrícolas	Cultivos herbáceos	Paja, restos de cereales y otras especies herbáceas, etc.
	Cultivos leñosos	Olivo, vid, frutales de hueso, frutales de pepita y otras especies leñosas, etc.
Restos de tratamientos silvícolas	Podas, claras, clareos, restos de cortas finales	Especies forestales de los montes
Restos de industrias forestales	Industrias de primera transformación de la madera	Especies forestales de los montes
	Industrias de segunda transformación de la madera	Especies de madera utilizada por estas industrias
Restos de industrias agroalimentarias		Especies vegetales utilizadas en la industria de la alimentación
Restos de explotaciones ganaderas		Animales de granja, domésticos, etc.
Restos de actividades humanas		Todo tipo de biomásas solidas urbanas

Fuente: M. Camps y F. Marcos, Los biocombustibles, 2002.

Cuadro 2. Biocombustibles según su aspecto físico.

CLASIFICACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SEGÚN SU ASPECTO FÍSICO	
Sólidos	Leñas y astillas Paja de cereales y biomasa de cardo, miscanthus, etc. Biocombustibles sólidos densificados (pelets y briquetas) ¹ Carbón vegetal
Líquidos	Líquido piroleñoso Líquido de hidrólisis Bioetanol y bioalcoholes Aditivos oxigenados Aceite vegetal (Biodiesel) Metilester
Gases	Biogás de origen muy diverso

Fuente: M. Camps y F. Marcos, Los biocombustibles, 2002.

¹Los pelets son cilindros de biomasa comprimida cuyo diámetro máximo es de 25 milímetros y cuya longitud puede variar entre 1 y 7 centímetros. Las briquetas suelen ser macizas de base circular, cuadradas, hexagonales, ¼ de círculo, octagonal y rectangular, todo depende de la maquinaria empleada para su elaboración, normalmente el diámetro suele ser de entre 7 y 9 centímetros y su longitud va de 50 a 80 centímetros, una condición de las briquetas es que su longitud no puede exceder 5 veces su mismo diámetro.

Cuadro 3. Composición del grano del maíz.

MAIZ	
Componente	Valores medios % en peso
Agua	15.10
Almidón	62.60
Otros elementos naturales	6.70
Grasa	3.70
Proteína Cruda	8.40
Fibra Cruda	2.00
Cenizas	1.50
Total	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, Ethanol Feedstocks, 2006, págs. 3 y 12.

Cuadro 4. Poderes caloríficos de algunos recursos

Producto	Poder calorífico (kcal/kg)	
Glucosa	4,100	
Celulosa	4,550	
Proteínas	5,300	
Grasas	9,300	
Grano	Avena	3,700
	Trigo	3,300
	Cebada	3,500
	Maíz y centeno	3,500
Paja	2,800	
Raíces feculentas	800	
Remolacha azucarera	680	
Patata	900	
Legumbres secas	3,500	
Fruta fresca	550	
Fruta seca	2,800	
Azúcar	3,900	
Maíz forrajero en verde	900	
Madera seca	3,600-4,700	

Fuente: M. Camps y F. Marcos, Los biocombustibles, 2002, Pág. 66.

Cuadro 5. Poder calorífico superior anhidro de los principales biocombustibles.

Biocombustible	Poder calorífico superior anhidro Kcal./Kg.
Leñas y astillas	4,500-5,300
Pelets y briquetas de madera	4,500-5,300
Carbón vegetal y briquetas del carbón vegetal	7,200-7,800
Líquido piroleñoso	8,000-8,500
Líquido de hidrólisis	8,000-8,500
Bioetanol	9,700-10,500
Bioaceite	9,700-10,500
Metilester	9,700-10,500
Biogas	Variable

Fuente: M. Camps y F. Marcos, Los biocombustibles, 2002, Pág. 65.

Cuadro 6. Ingresos petroleros y no petroleros del sector público presupuestario

Ingresos petroleros y no petroleros del sector público presupuestario					
	Total	Petroleros	No petroleros	Petroleros %	No petroleros %
1980	1,161.4	364.4	797	31.38	68.62
1985	14,407.50	6,283.00	8,124.50	43.61	56.39
1990	188,357.60	60,198.70	128,158.90	31.96	68.04
1991	248,988.60	67,289.50	181,699.10	27.03	72.97
1992	295,689.40	76,654.60	219,034.80	25.92	74.08
1993	289,656.80	80,900.80	208,756.00	27.93	72.07
1994	328,518.10	91,496.20	237,021.90	27.85	72.15
1995	418,882.60	148,799.40	270,083.20	35.52	64.48
1996	580,722.00	220,935.70	359,786.30	38.05	61.95
1997	737,180.90	266,520.10	470,660.80	36.15	63.85
1998	783,045.90	252,990.40	530,055.50	32.31	67.69
1999	956,683.10	311,027.00	645,656.10	32.51	67.49
2000	1,179,918.90	419,972.20	759,946.70	35.59	64.41
2001	1,271,646.30	422,215.70	849,430.60	33.20	66.80
2002	1,387,500.40	443,031.00	944,469.40	31.93	68.07
2003	1,600,589.80	573,345.20	1,027,244.60	35.82	64.18
2004	1,771,314.20	681,873.50	1,089,440.70	38.50	61.50
2005	1,947,816.30	777,853.50	1,169,962.80	39.93	60.07
2006	2,263,602.50	923,022.80	1,340,579.70	40.78	59.22

Fuente: Elaboración propia con datos del 1er. Informe de Gobierno del Presidente Felipe Calderón Hinojosa. Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

Cuadro 7. Reservas totales de hidrocarburos en millones de barriles equivalentes de petróleo.

Año	Totales	Probadas	Probables	Posibles
1999	57,741.16	24,916.60	21,367.40	11,457.16
2000	58,204.15	25,070.40	21,174.20	11,959.55
2001	56,154.00	23,525.40	21,285.20	11,343.38
2002	52,951.02	21,892.70	20,807.30	10,251.04
2003	50,032.25	20,077.28	16,964.96	12,990.01
2004	48,040.96	18,895.20	16,005.10	13,140.70
2005	46,914.10	17,649.80	15,836.10	13,428.20
2006	46,417.50	16,469.60	15,788.50	14,159.40
2007	45,376.30	15,514.20	15,257.40	14,604.70

Fuentes: Sistema de Información Energética

Cuadro 8. Comercio Exterior de Gasolinas 1996-2006.

Millones de dólares											
Años	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Exportaciones	183.7	469.4	377.3	449.9	765.3	626.3	570.6	754.3	1127.8	1472.7	1782.3
Importaciones	763	1292.4	1096.2	1002.5	1345.5	1930.8	1191.8	1033	2135.7	5205.4	6623.9
Miles de barriles diarios											
Años	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Exportaciones	23.4	67	79.2	71.7	69.7	73	70.7	70.7	76.2	79	86.6
Importaciones	73.2	126.6	143.0	104.8	90.6	139.3	95.6	69.1	112.5	190.4	214.2

Fuente: Realizado con datos de PEMEX. Anuario Estadístico 2007, Pág. 53.

Nota: Las importaciones incluyen Etil Ter Butil Eter (ETMB)

Cuadro 9. Precio al público de las distintas gasolinas Magna y Premium.

GASOLINAS AUTOMOTRICES				
	FRONTERA NORTE		RESTO DEL PAIS	
	PEMEX MAGNA	PEMEX PREMIUM	PEMEX MAGNA	PEMEX PREMIUM
2003	5.12	6.48	6.04	6.77
2004	5.95	7.03	6.22	7.34
2005	6.19	7.31	6.47	7.64
2006	7.41	7.92	6.74	8.29
Enero	7.2	7.33	6.49	7.66
Febrero	7.15	7.36	6.51	7.69
Marzo	7.73	7.38	6.53	7.71
Abril	8.27	7.4	6.56	7.75
Mayo	7.41	7.43	6.58	7.77
Junio	7.41	7.45	6.6	7.79
Julio	7.41	7.47	6.62	7.82
Agosto	7.41	7.5	6.64	7.84
Septiembre	7.41	7.52	6.66	7.86
Octubre	6.84	7.54	6.68	7.89
Noviembre	7.41	7.9	6.71	8.25
Diciembre	7.41	7.92	6.74	8.29
2007	7.41	8.35	7.01	8.73
Enero	7.28	7.96	6.76	8.31
Febrero	7.41	7.99	6.79	8.35
Marzo	7.41	8.02	6.82	8.38
Abril	7.41	8.05	6.85	8.42
Mayo	7.41	8.09	6.88	8.45
Junio	7.41	8.11	6.9	8.48
Julio	7.41	8.15	6.94	8.52
Agosto	7.41	8.19	6.97	8.56
Septiembre	7.41	8.23	7.01	8.6
Octubre	7.41	8.27	7.01	8.65
Noviembre	7.41	8.31	7.01	8.69
Diciembre	7.41	8.35	7.01	8.73
2008	7.47	8.48	7.07	8.86
Enero	7.43	8.39	7.03	8.77
Febrero	7.45	8.44	7.05	8.82
Marzo	7.47	8.48	7.07	8.86

Fuente: PEMEX en http://www.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf

Cuadro 10. Volumen de la producción nacional de los principales cereales

VOLUMEN DE LA PRODUCCION NACIONAL DE LOS PRINCIPALES CEREALES						
1996-2006						
AÑO GRICOLA						
RIEGO Y TEMPORAL						
(MILES DE TONELADAS)						
AÑOS	MAIZ	TRIGO	SORGO	CEBADA	ARROZ PALAY	AVENA
1996	18026.0	3375.0	6809.5	585.8	394.1	121.5
1997	17656.3	3656.6	5711.6	470.7	469.5	96.5
1998	18456.4	3235.1	6474.8	410.8	458.1	88.8
1999	17708.2	3020.9	5720.3	454.1	326.5	133.1
2000	17559.0	3493.2	5842.3	712.6	351.4	32.5
2001	20134.3	3275.5	6566.5	761.6	226.6	88.9
2002	19299.1	3236.2	5205.9	736.6	227.2	60.1
2003	20703.1	2715.8	6759.1	1081.6	273.3	94.1
2004	21689.0	2321.2	7004.4	931.5	278.5	98.9
2005	19341.1	3015.2	5524.4	760.7	291.1	127.1
2006	21962.6	3249.0	5504.3	856.6	331.6	130.3
Tasa media anual de crecimiento (TMAC)	2	-0.4	-2.1	3.9	-1.7	0.7

Fuente: Sistema de Informacion Agropecuaria de Consulta (SIACON-SIAP).

Cuadro 11. Producción mundial de los cereales mas importantes

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LOS PRINCIPALES CEREALES			
1996-2005			
MILLONES DE TONELADAS MÉTRICAS			
AÑOS	MAIZ	TRIGO	ARROZ
1996	589.3	585.4	568.6
1997	585.8	613.4	576.8
1998	615.1	593.6	578.9
1999	607.8	587.7	610.7
2000	593.0	586.1	598.5
2001	615.5	589.8	597.4
2002	603.6	574.7	568.4
2003	644.8	561.1	584.2
2004	726.5	632.4	607.8
2005	711.8	630.6	621.6
Tasa media anual de crecimiento (TMAC)	2.1	0.8	1

Fuente: SIAP con información de FAOSTAT, FAO.

Cuadro 12. Superficie sembrada de maíz a nivel nacional

TOTAL NACIONAL DE SUPERFICIE SEMBRADA DE MAÍZ					
AÑO AGRÍCOLA, CICLO Y MODALIDAD HÍDRICA					
AÑO	AÑO AGRÍCOLA	MODALIDAD HÍDRICA		CICLO	
		RIEGO	TEMPORAL	OTOÑO- INVIERNO	PRIMAVERA- VERANO
1996	8,639,045.00	1,229,322.00	7,409,723.00	913,121.00	7,725,924.00
1997	9,133,074.00	1,384,207.00	7,748,867.00	1,075,340.00	8,057,734.00
1998	8,520,639.00	1,225,157.00	7,295,483.00	1,016,209.00	7,504,431.00
1999	8,495,876.00	1,029,170.00	7,466,705.00	856,375.00	7,639,500.00
2000	8,444,794.00	1,060,263.00	7,384,532.00	925,403.00	7,519,391.00
2001	8,396,879.00	1,068,566.00	7,328,313.00	924,089.00	7,472,790.00
2002	8,270,939.00	1,174,048.00	7,096,892.00	973,350.00	7,297,589.00
2003	8,126,821.00	1,115,570.00	7,011,251.00	946,359.00	7,180,462.00
2004	8,403,640.00	1,326,576.00	7,077,064.00	1,141,710.00	7,261,931.00
2005	7,978,603.00	1,406,672.00	6,571,931.00	1,162,798.00	6,815,805.00
2006	7,885,033.00	1,373,224.00	6,511,811.00	1,138,749.00	6,746,284.00

Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON, SIAP-SAGARPA.

Cuadro 13. Superficie cosechada de maíz a nivel nacional.

TOTAL NACIONAL DE SUPERFICIE COSECHADA DE MAÍZ					
AÑO AGRÍCOLA, CICLO Y MODALIDAD HÍDRICA					
AÑO	AÑO AGRÍCOLA	MODALIDAD HÍDRICA		CICLO	
		RIEGO	TEMPORAL	OTOÑO- INVIERNO	PRIMAVERA- VERANO
1996	8,051,241.00	1,208,974.00	6,842,267.00	862,173.00	7,189,068.00
1997	7,406,061.00	1,358,532.00	6,047,529.00	1,048,981.00	6,357,080.00
1998	7,876,819.00	1,174,108.00	6,702,711.00	864,604.00	7,012,215.00
1999	7,162,702.00	1,001,977.00	6,160,726.00	816,517.00	6,346,185.00
2000	7,131,181.00	1,044,018.00	6,087,163.00	901,484.00	6,229,697.00
2001	7,810,847.00	1,060,417.00	6,750,430.00	910,963.00	6,899,883.00
2002	7,118,918.00	1,160,410.00	5,958,509.00	916,220.00	6,202,698.00
2003	7,520,918.00	1,074,937.00	6,445,980.00	888,717.00	6,632,201.00
2004	7,696,422.00	1,259,739.00	6,436,683.00	1,088,357.00	6,608,064.00
2005	6,605,614.00	1,362,858.00	5,242,756.00	1,066,089.00	6,639,525.00
2006	7,424,496.00	1,353,421.00	6,071,077.00	1,107,826.00	6,316,670.00

Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON, SIAP-SAGARPA.

Cuadro 14. Producción total nacional de maíz.

TOTAL NACIONAL DE PRODUCCION DE MAÍZ					
AÑO AGRÍCOLA, CICLO Y MODALIDAD HÍDRICA					
AÑO	AÑO AGRÍCOLA	MODALIDAD HÍDRICA		CICLO	
		RIEGO	TEMPORAL	OTOÑO- INVIERNO	PRIMAVERA- VERANO
1996	18,025,952.00	5,711,182.00	12,314,770.00	3,160,085.00	14,865,867.00
1997	17,656,258.00	6,922,452.00	10,733,806.00	4,061,368.00	13,594,890.00
1998	18,454,710.00	6,104,277.00	12,350,434.00	3,333,743.00	15,120,967.00
1999	17,706,376.00	5,065,098.00	12,641,277.00	2,610,642.00	15,095,733.00
2000	17,556,905.00	5,736,424.00	11,820,481.00	3,545,373.00	14,011,532.00
2001	20,134,312.00	6,265,128.00	13,869,184.00	3,726,329.00	16,407,983.00
2002	19,297,755.00	7,056,414.00	12,241,341.00	4,047,021.00	15,250,733.00
2003	20,701,420.00	6,657,242.00	14,044,178.00	4,021,144.00	16,680,276.00
2004	21,685,833.00	8,433,695.00	13,252,138.00	5,545,527.00	16,140,306.00
2005	19,338,713.00	9,006,760.00	10,331,953.00	5,685,777.00	13,652,936.00
2006	21,962,630.00	9,128,169.00	12,834,465.00	5,945,018.00	16,017,612.00

Fuente: SIACON, SIAP-SAGARPA.

Cuadro 15. Principales estados productores de maíz.

Volumen de la producción (toneladas) 2006	
Año agrícola Riego + temporal	
Sinaloa	4,391,867
Jalisco	3,050,461
Chiapas	1,682,887
Mexico	1,655,237
Michoacan	1,538,874
Guerrero	1,218,580
Veracruz	1,139,073
Guanajuato	1,063,704
SUMA	15,740,683
% del total	71.67

Fuente: SIACON, SIAP-SAGARPA.

Cuadro 16. México: Cuotas de importación y arancel fuera de cuota para maíz en el marco del TLCAN.

Fracción 1005.90.99 Maíz “los demás”.

Año	Cuota base de las importaciones		Arancel fuera de cuota	
	Estados Unidos	Canadá	Arancel base en %	Dólares por kg.
1994	2500000	1000	206.4	0.197
1995	2575000	1030	197.8	0.189
1996	2652250	1061	189.2	0.181
1997	2731818	1093	180.6	0.172
1998	2813772	1126	172	0.164
1999	2898185	1159	163.4	0.156
2000	2985131	1194	145.2	0.139
2001	3074685	1230	127.1	0.121
2002	3166925	1267	108.9	0.104
2003	3261933	1305	90.8	0.087
2004	3359791	1344	72.6	0.069
2005	3460585	1384	54.5	0.052
2006	3564402	1426	36.3	0.035
2007	3671334	1469	18.2	0.017
2008	3781474	1513	0	0

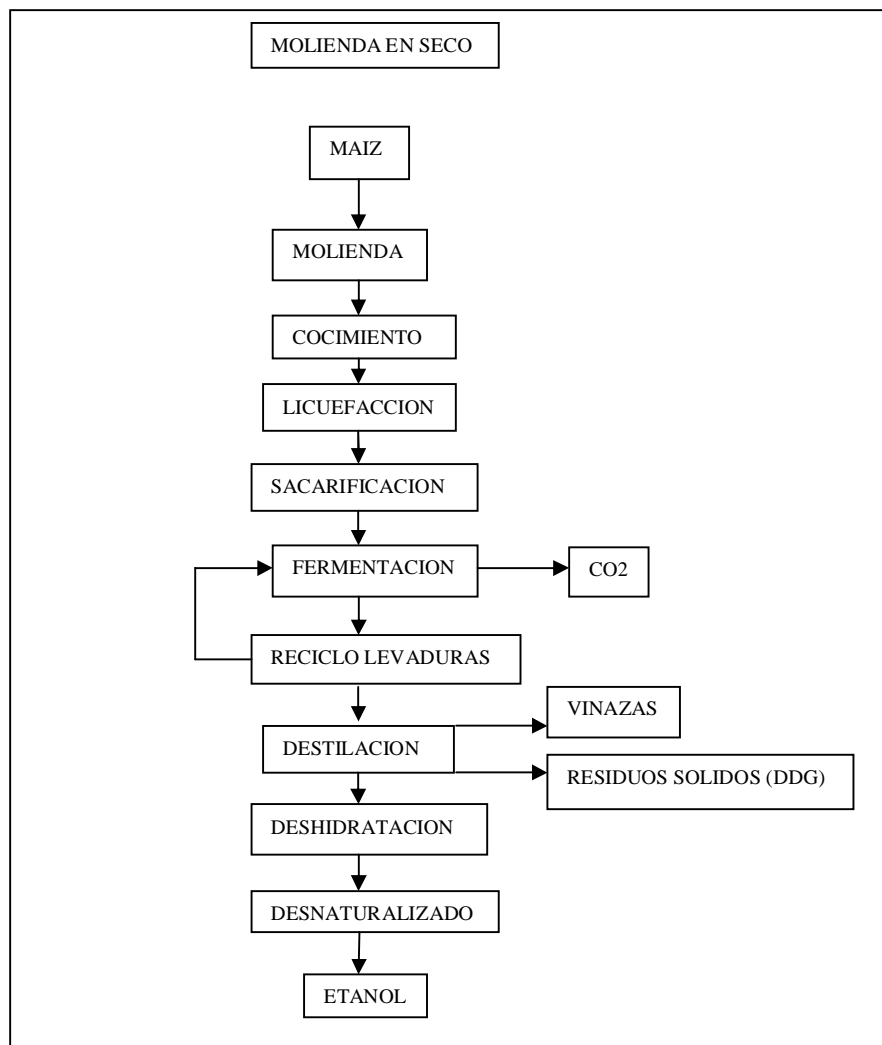
Fuente: SIAP-SAGARPA con datos del TLCAN, Anexo II.

Cuadro 17. Principales variables de la producción de maíz en México
Año agrícola 2005, Riego + Temporal.

Variedad	Superficie			Producción	Valor	PRM (precio rural medio)	Rendimiento	Participación Producción
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada					
	Miles de Hectáreas							
Blanco	7546.5	6,214.60	1,331.90	17,961.30	28,549,853.05	1,589.52	2.89	92.90
Amarillo	402.4	364.10	38.40	1,330.10	1,862,246.94	1,400.05	3.65	6.90
Genérico	29.5	26.80	2.70	46.90	102,464.13	2,186.41	1.75	0.20
Otras variedades	0.2	0.20	-	0.40	551.25	1,260.00	2.50	-
Total	7978.6	6,605.60	1,373.00	19,338.70	30,515,115.37	1,577.93	2.93	100.00

Fuente: SIACON, SIAP-SAGARPA.

Figura 1. Proceso tecnológico de la producción de etanol a partir de la molienda en seco de maíz.



Fuente: Elaboración propia con información de Horta Noriega. Producción y utilización de Etanol y ETBE en México, Agosto 2006 y Maizar. Sistemas de producción utilizados para obtener etanol, en http://www.engormix.com/sistemas_produccion_utilizados_obtener_s_articulos_1268_AGR.htm

Mapa 1. El Estado de Sinaloa dentro de la ubicación geográfica nacional y su cercanía con Estados Unidos.



Fuente: www.google.com.mx