

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE ETANOL Y AUMENTO DE LOS PRECIOS DE  
GRANOS 2006-2007**

**Por:**

**JUAN CARLOS CABALLERO SALINAS**

**T E S I S**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2008**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA

PRODUCCIÓN DE ETANOL Y AUMENTO DE LOS PRECIOS DE  
GRANOS 2006-2007

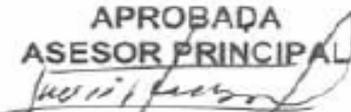
POR:  
JUAN CARLOS CABALLERO SALINAS

TESIS

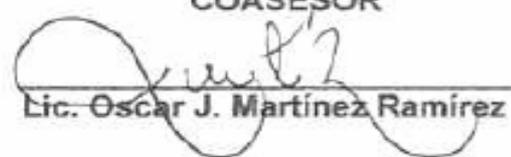
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

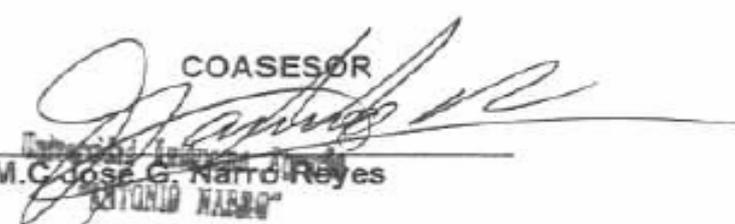
APROBADA  
ASESOR PRINCIPAL

  
M.C. Vicente Javier Aguirre Moreno

COASESOR

  
Lic. Oscar J. Martínez Ramírez

COASESOR

  
M.C. José G. Narro Reyes

  
M.A. Tomás E. Alvarado Martínez  
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre 2008

COORDINACIÓN

## AGRADECIMIENTOS

*Le agradezco a Dios por derramar sus abundantes bendiciones en mí vida y en la de mi familia. Además por cuidar de mí y permitirme cumplir uno de mis sueños.*

*A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional.*

*Al M.C. Vicente Javier Aguirre Moreno por el tiempo y apoyo dedicado para la realización de este trabajo, además por la amistad que me ha brindado.*

*Al Lic. Oscar Martínez Ramírez por los conocimientos transmitidos dentro y fuera del salón de clases, también por su valiosa aportación para la finalización de este trabajo.*

*Al M.C. José Guadalupe Narro Rodríguez por su disponibilidad y tiempo dedicado para que fuera posible la realización de esta investigación.*

*A los profesores del Departamento de Economía Agrícola: Ing. Esteban, Heriberto y Rolando por contribuir en mi formación académica y humana*

*A mis compañeros de la generación CVI de la carrera de Lic. en Economía Agrícola y Agronegocios, en especial a Déniz, Oly, Yesí, Yulí, Híber, Vely, Toño, David, Mary, Gaby, Elena, Damy, Cesar y Damían.*

*A mis amigos con quienes he compartido muchas alegrías y tristezas Pánfilo, Saíd, Gil, Botello, Isma, Arí, Joel, Zury, Noemí, Martín, Deysí, Dany y Max.*

*A los hermanos en Cristo de la Iglesia la Hermosa que durante toda mi estancia en esta ciudad me han brindado su apoyo incondicional en especial a los pastores y la hermana Reyna.*

## DEDICATORIAS

*Este logro va dedicado a aquellas personas que quiero mucho y que de alguna manera han contribuido en mi formación como persona humana y profesional:*

### *Mis padres*

*María de Jesús Salinas Cruz y Moisés Caballero Salazar*

*Por darme la dicha de ser uno de sus hijos, haberme apoyado en todos los aspectos de mi vida, a ti mamita que con todo tu empeño, amor y esfuerzo te has desvelado trabajando para que pudiera ser alguien en la vida, me llena de orgullo ser tu hijo.*

### *Mis hermanos*

*Isaac, Luis y Vianca*

*Por apoyarme siempre, además por compartir momentos de alegrías y tristezas que como hermanos hemos pasado y siempre hemos estado unidos.*

### *Mis abuelitos*

*Carlota Cruz Nataren y David Salinas Lázaro  
Sabina Salazar Garduza*

*Por todo su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, abuelitos David y Carlota a pesar de todo lo que han pasado me gustaría que un día pudieran estar juntos otra vez los quiero. No quiero dejar pasar a una persona que siempre se preocupaba por mí: mi bisabuelita Manuela.*

### *Mis tíos y tías*

*Quiero compartir esta alegría con todos mis tíos y tías que si mencionara a cada uno de ellos lo que me han apoyado este espacio no me alcanzaría, pero si quiero agradecer de una manera especial a mis tíos Carmita y Magín y a sus hijos: Lupita Emmanuel y el pequeño Kevin, por su apoyo incondicional que me han brindado.*

### *Mis primos*

*Todos ustedes primos quisiera que un día ustedes pudieran estar en un momento tan feliz, como el que estoy viviendo ahorita, sigan adelante estudiando y siempre tengan en mente que todo se puede lograr esforzándose y con la ayuda de Dios.*

*EL TEMOR DE JEHOVA ES EL  
PRINCIPIO DE LA SABIDURIA,  
Y EL CONOCIMIENTO DEL SANTISÍMO  
ES LA INTELIGENCIA  
Proverbios 9:10*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
Planteamiento del Problema.....	3
Justificación.....	4
Objetivo General .....	5
Objetivos específicos .....	5
Hipótesis.....	5
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....	6
1.1. Bioetanol y sus Características.....	6
1.1.1. El bioetanol.....	6
1.1.2. Antecedentes y orígenes del bioetanol .....	7
1.1.3. Usos del bioetanol.....	8
1.1.4. Proceso productivo del bioetanol.....	9
1.2. Características del Mercado de Granos .....	11
1.2.1. Principales factores que provocaron el incremento de precios de granos básicos.....	12
1.2.1.1. Oferta .....	12
1.2.1.2. Demanda .....	15
1.2.2. Países y granos más afectados por el incremento de precios .....	16
1.3. Incremento de Precios y Producción de Etanol.....	18
1.4. Metodología de la Investigación .....	18
CAPÍTULO II INESTABILIDAD DEL MERCADO DE CEREALES Y AZÚCAR.....	20
2.2. Mercado de Cereales y Azúcar .....	20
2.2.1. Comportamiento de precios .....	20
2.2.1.2. Precios de granos básicos y azúcar a nivel mundial .....	22
2.2.2. Panorama mundial de la producción de cereales.....	23
2.2.2.1. Panorama mundial de la producción de cereales por regiones .....	24
2.2.3. Panorama mundial de la producción de la azúcar.....	25
2.2.4. Producción mundial de granos .....	26
2.2.5. Oferta y demanda de cereales .....	27
2.3. Mercado de Cereales y Caña de Azúcar en México.....	28
2.3.1. El comportamiento de precios en México .....	28
2.3.1.1. Índice de precios en México .....	29
2.3.1.2. Precios de granos y caña de azúcar .....	30
2.3.2. Panorama nacional de la producción de cereales y caña de azúcar .....	31
2.3.2.1. Exportaciones, importaciones y existencias de granos básicos.....	32
2.3.3. Precios mundiales y nacionales del maíz .....	32
CAPITULO III PRODUCCIÓN DE BIOETANOL .....	34
3.1. Producción Mundial del Etanol .....	34

3.1.1.	Principales países productores de etanol .....	35
3.1.2.	Producción e importación de etanol en Estados Unidos .....	36
3.1.3.	Producción y exportación de etanol en Brasil.....	38
3.2.	Producción de Bioetanol en México .....	39
3.2.1.	Situación actual de la producción de bioetanol en México.....	39
3.2.2.	Escenarios para la producción de etanol para combustible en México .....	40
CAPITULO IV PRODUCCIÓN DE BIOETANOL Y AUMENTO DE PRECIOS .....		43
4.1.	Incidencia de la Producción del Bioetanol el Incremento de Precios.....	44
4.1.1.	Utilización de cereales para la producción de bioetanol.....	44
4.1.1.1.	Relación causa-efecto del destino de cereales para la producción de etanol.....	47
4.1.1.2.	Análisis sobre el impacto en el comercio y la utilización .....	49
4.1.2.	Utilización de caña de azúcar para la elaboración de bioetanol .....	50
4.1.2.1.	Análisis comparativo de la utilización de caña de azúcar para etanol y el índice de precios de la azúcar .....	52
4.2.	Como Afectaría a los Granos Básicos y Caña de Azúcar la Producción de Etanol en México.....	53
4.2.1.	Productividad de los cultivos estudiados .....	53
4.2.2.	Necesidades de superficie para cubrir los escenarios .....	54
4.2.3.	Utilización de materia prima para la producción de bioetanol .....	55
CAPITULO V PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL EN ESTADOS UNIDOS .....		57
5.1.	Perspectivas de la Producción de Etanol.....	57
5.1.2.	Proyecciones sobre la producción de etanol en Estados Unidos.....	58
5.2.	Perspectivas Sobre la Producción de Maíz .....	60
5.2.1.	Proyecciones sobre las estadísticas de maíz en Estados Unidos .....	60
5.2.2.	Proyecciones de porcentajes de utilización de maíz para la producción de etanol.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		64
ANEXOS .....		66
BIBLIOGRAFÍA .....		68

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Precios mundiales de los productos básicos y azúcar 2004-2007 .....	22
Cuadro 2. Panorama mundial de cereales (millones de toneladas) .....	23
Cuadro 3. Estadísticas mundiales de los cereales (millones de toneladas) .....	24
Cuadro 4. Estadísticas de la producción mundial y por regiones del azúcar .....	25
Cuadro 5. Estadísticas mundiales de granos básicos (millones de toneladas) .....	27
Cuadro 6. Precios de los productos básicos nacionales (pesos/ton.) .....	30
Cuadro 7. Producción nacional de productos básicos 2000-2007 (millones de ton.) ...	31
Cuadro 8. Balanza de disponibilidad-consumo (miles de toneladas) .....	32
Cuadro 9. Escenarios para introducción de etanol de combustibles en México .....	41
Cuadro 10. Utilización de cereales para la producción de etanol (Toneladas) .....	45
Cuadro 11. Utilización de caña de azúcar para la producción de Bioetanol (Ton.) .....	50
Cuadro 12. Productividad agrícola e industrial de los cultivos seleccionados .....	54
Cuadro 13. Superficie de cultivo requerida para cubrir los escenarios .....	55
Cuadro 14. Cantidad de toneladas requeridas (millones de toneladas) .....	55
Cuadro 15. Proyecciones sobre la producción de etanol en Estados Unidos .....	58
Cuadro 16. Proyecciones sobre las estadísticas de maíz en Estados Unidos .....	61
Cuadro 17. Proyecciones de porcentajes de utilización de maíz para la producción de etanol .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena productiva del etanol carburante .....	10
Figura 2. Relaciones entre los precios de cereales y coeficientes de reservas.....	13
Figura 3. Índice de precios de energía Reuters-CRB y de los alimentos de la FAO 1990-2008 .....	14
Figura 4. Crecimiento del ingreso per cápita en China e India 2000-2007 .....	16
Figura 5. Incremento porcentual de índices 2003-2007 .....	21
Figura 6. La oferta y la demanda mundial de cereales 2000 y 2006.....	28
Figura 7. Incremento porcentual del índice de precios al consumidor agropecuario e índice de precios al consumidor .....	29
Figura 8. Precios internos y mundiales de maíz en México.....	33
Figura 9. Producción mundial de etanol 2004-2007 .....	35
Figura 10. Participación de la producción de etanol mundial 2007 .....	36
Figura 11. Producción e importación de etanol en Estados Unidos .....	37
Figura 12. Producción y exportación de etanol en Brasil.....	38
Figura 13. Utilización de cereales para etanol y producción mundial .....	47
Figura 14. Relación causa-efecto de la producción de etanol a partir de cereales ....	48
Figura 15. Utilización de los cereales en los diferentes sectores .....	49
Figura 16. Utilización de caña de azúcar para etanol y el índice de precios de azúcar	52
Figura 17. Proyecciones de producción de etanol y utilización de maíz .....	59
Figura 18. Indicadores sobre la producción del maíz .....	62

## INTRODUCCIÓN

En relación a los precios altos que en los mercados internacional y nacional registran actualmente los productos agrícolas básicos, existen diversas opiniones, unas señalan que se deben en gran medida a factores naturales, como las sequías que han provocado disminuciones en la oferta, otras, consideran se deben al incremento de precio de los combustibles, y por último, están quienes argumentan a favor de la reducción en los inventarios. En nuestra opinión, además de los anteriores factores, se debe considerar que cambios estructurales como un incremento en la demanda de materias primas para la producción de biocombustibles también repercuten en el incremento de precios; y que los precios elevados de productos básicos constituyen una preocupación especial para la importación de alimentos de los países en desarrollo así como las poblaciones más pobres, y suscitan un debate permanente sobre el dilema “alimentos o combustible”.

La presente investigación parte de la premisa que el encarecimiento de los productos agrícolas (cereales) es resultado de una combinación de factores, y su análisis es el propósito de investigación, pero se orienta básicamente a la producción de etanol como principal factor que provoca el incremento en los precios de los cereales; su periodo de análisis es para los años 2006 y 2007.

La investigación se estructura en cinco capítulos. El primero aborda el marco de referencia y describe los conceptos básicos que se utilizarán en el trabajo y se analizan los principales factores que originaron el incremento de los precios en el mercado mundial granos; en segundo capítulo se analizan las variaciones de los precios de los insumos que se utilizan para la producción del

etanol: cereales y caña de azúcar, el papel de las exportaciones, importaciones y existencias en este contexto. Por último, se analiza la situación de México.

El capítulo tercero estudia la producción de bioetanol como combustible enfatizando el análisis sobre Estados Unidos y Brasil principales países productores, partiendo de los dos principales insumos: cereales y caña de azúcar. También se estudia los tres escenarios planteados en el estudio “Potencialidades y viabilidad de bioetanol y biodiesel como transporte en México”. El cuarto capítulo, presenta los resultados del análisis que relaciona la mayor demanda de cereales y caña de azúcar para la producción de bioetanol con el aumento de los precios de los principales cereales. Además tomando como referencia el estudio de la Secretaría de Energía se analiza como afectaría al mercado nacional el destino de materia prima para la producción de etanol. El quinto capítulo estudia las perspectivas de la producción de etanol en los Estados Unidos, que es el país que mas cereales destina para la elaboración de este combustible renovable, analizando sus efectos sobre la superficie sembrada, la producción y los inventarios. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

El alcance de la investigación predomina en determinar la incidencia que la producción de bioetanol tiene sobre el alza de los precios de granos básicos, para lo que es necesario analizar en forma general las características del mercado en las diferentes regiones del mundo y en México, así como el papel que la producción del bioetanol, ha tenido en la generación de de dicho incremento de precios. Cabe señalar que el análisis pone énfasis en el maíz, trigo, sorgo y caña de azúcar, principales insumos utilizados como materia prima para la producción del etanol. Aunque es importante mencionar que falta estudiar a fondo los otros factores que contribuyeron al incremento de precios.

**PALABRAS CLAVES:** producción de etanol, mercado de granos y azúcar, perspectivas de producción.

## **Planteamiento del Problema**

Hoy en día, existe un tema que se escucha de manera alarmante y cotidiana en diferentes partes del mundo: el de la inflación de los precios de cereales, que para algunos países se ve como un problema consistente y continuo. Nuestro país no queda exento de esta inflación, los precios de algunos granos básicos (maíz, trigo y sorgo) de vital importancia en la dieta de las familias mexicanas, han registrado de manera acelerada una tendencia de alza de sus precios los últimos dos años.

Paralelo al incremento en los precios de granos básicos, están surgiendo problemas y conflictos derivados de la demanda creciente de combustibles en el mundo, la volatilidad en sus precios, así como los impactos que genera la quema de hidrocarburos de origen fósil en el clima; que ha obligado a la comunidad internacional a la búsqueda de nuevas fuentes de energía que garanticen el suministro a largo plazo, de preferencia de fuentes renovables y sobre todo que no afecten al medio ambiente. Ante esta búsqueda muchos países se han inclinado a la “producción de biocombustibles” (bioetanol y biodiesel) derivados de productos agrícolas. Para el caso de Estados Unidos, una de las causas que estimuló de manera significativa la producción de bioetanol fue los excedentes de cereales existentes en este país.

En relación al origen del incremento de los precios agrícolas existe controversia, que surge cuando algunos expertos del tema afirman que es resultado del uso de materia prima agrícola destinada a la producción de biocombustibles, específicamente el bioetanol, o también el destino de tierras para la producción de cultivos que sirven de materia prima para la elaboración del etanol.

Sin embargo, no existe un argumento contundente que asegure que la producción de bioetanol sea la causa directa y única del alza en los precios de

los granos básicos, ya que pueden existir otros factores como el aumento demográfico mundial, el incremento de demanda de alimentos en Asia derivado de los cambios de hábitos alimentos provocando mas demanda de productos del sector agrícola, alza de precios de fertilizantes y petróleo. No obstante, existe certeza según previsiones de la FAO, que el incremento de la producción de bioetanol tiene potencial para crear una demanda apreciable de productos agrícolas e influir notablemente en los mercados básicos.

## **Justificación**

Por tradición, el sector agropecuario ha sido el proveedor de alimentos para la población y de materias primas para la industria, sin embargo, investigaciones realizadas por Brasil y Estados Unidos desde hace poco más de treinta años y algunos países de la Unión Europea en épocas más recientes, han encontrado en el sector agrícola una importante fuente de energía, ofreciendo con ello combustibles sustitutos (biocombustibles), que ya forman parte de los procesos de algunos sectores.

Ante esta alternativa, diversos países incluyen ya en sus reformas energéticas la utilización de combustibles alternativos o biocombustibles como es el caso de México; esto comienza a tener gran relevancia de carácter técnico, legal, económico y social, especialmente en países como el nuestro que es un productor de petróleo y de insumos necesarios para la obtención de biocombustibles, pero hace falta realizar estudios para saber qué impacto pueden tener o ha tenido la producción de éstos en los precios de los cultivos que provengan del campo.

Esta investigación pretende realizar un análisis general del mercado de cereales y de la caña de azúcar; así como la producción de bioetanol para determinar el grado en que la producción de este tipo de biocombustible ha influido en el aumento de los precios de los productos agrícolas y el impacto

que la producción de etanol puede tener en el sector agrícola nacional, principalmente en los precios de sus productos. También se pretende identificar a los principales factores de la crisis alimentaria a nivel mundial.

### **Objetivo General**

Determinar como influye la producción del bioetanol en el incremento de precios de granos básicos, tanto a nivel internacional como nacional.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar el mercado de cereales y caña de azúcar a nivel nacional e internacional.
- Analizar la evolución y tendencias de la producción de bioetanol, a nivel nacional e internacional.
- Analizar las variaciones de los precios de cereales y caña de azúcar; en relación con la producción de bioetanol y su efecto sobre el mercado de los principales cultivos básicos.
- Elaborar los escenarios para el caso que Estados Unidos siga destinando maíz para la elaboración de etanol.

### **Hipótesis**

- El incremento de precios de granos básicos, es producto de la utilización de materia prima obtenida del sector agrícola para la elaboración de bioetanol.
- Si continúa el uso creciente de productos generados en el sector agrícola para la producción de bioetanol sus precios continuaran incrementándose.

## CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hace referencia a los conceptos y categorías necesarias para la investigación, entre ellos destacan los vinculados a la producción del bioetanol<sup>1</sup> y las características del mercado de granos. Además se describe la metodología de investigación.

### **1.1. Bioetanol y sus Características**

#### **1.1.1. El bioetanol**

Según Vergagni Gustavo (2004), el bioetanol, conocido también como alcohol etílico o alcohol carburante, es un compuesto orgánico cuya molécula se compone de carbono, hidrógeno y un hidroxilo, siendo su fórmula química  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ , que se produce de la fermentación de cultivos agrícolas que contienen azúcares (caña de azúcar, remolacha), o aquellos que pueden convertirse en azúcares como los almidones (maíz, papas, etc.) ó de celulosa (madera) y forma parte de uno de los biocombustible mas importantes.

Para Núñez García y García Triñanes, biocombustible es el término con el que se denomina a cualquier tipo de combustible que se derive de la biomasa. Es una fuente renovable de energía, a diferencia de otros recursos naturales como el petróleo, carbón y los combustibles nucleares.

---

<sup>1</sup> Según diferentes fuentes consultadas al etanol se le conoce también como bioetanol, por lo tanto, es indistinto llamarlo de las dos formas.

Se cree que pueden sustituir a los combustibles fósiles más tradicionales, en virtud de su bajo o nulo deterioro ambiental y sus características de renovación. La biomasa, en su definición más amplia, es toda la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial<sup>2</sup>.

Es importante resaltar que México es un caso particular donde hace referencia a los biocombustibles como Bioenergéticos, definiéndolos como “combustible líquido de etanol, biodiesel y biogás, así como sólido de carbón vegetal y leña” limitando así la definición a estos cinco productos.

### **1.1.2. Antecedentes y orígenes del bioetanol**

El tema de los biocombustibles no es nuevo, éstos datan de tiempos remotos, es decir, cuando el hombre utilizaba materia prima como paja, madera, grasa animal, etc., para realizar sus actividades, ya que todo material orgánico susceptible a procesos de oxidación es considerado como biocombustible, sin embargo, el descubrimiento de los combustibles fósiles llevó casi a su desaparición. No obstante, en la actualidad se vuelve el auge de los combustibles renovables, esto a causa de los elevados precios de los combustibles fósiles, el deterioro del medio ambiente que estos provocan y la preocupación por la seguridad energética. Sin embargo, la expansión fuerte que pudieran tener los biocombustibles en el mundo ha originado grandes polémicas, dado que para aumentar la oferta se utilizaría más materia prima como cereales, caña de azúcar, lo cual provocaría un incremento en los precios.

---

<sup>2</sup> Núñez García, José y García Triñanes, Pablo. “Biocombustibles: Bioetanol y Biodiesel”. (Documento web). [http://www.enciga.org/boletin/61/resumo\\_biocombustibles\\_bioetanol\\_y\\_biodiesel.pdf](http://www.enciga.org/boletin/61/resumo_biocombustibles_bioetanol_y_biodiesel.pdf) (Revisado el 15 de Febrero 2008).

Un combustible renovable que ha surgido con fuerza en los últimos años es el etanol. Obtenido a través de procesamiento de productos naturales, el etanol ha ido conquistando cada vez más mercados, pero sobre todo ha ido ganando la simpatía de un mayor sector de la población del mundo por sus beneficios ambientales, además que es un recurso renovable.

El etanol se ha utilizado como combustible para el transporte desde que Henry Ford y otros pioneros del transporte empezaron a desarrollar automóviles, en 1908 Ford utilizó el etanol para abastecer de combustible uno de sus primeros automóviles. En 1908, cuando fue diseñado el modelo "T" de Ford, contenía un ajuste en el carburador que permitía que el vehículo funcionara con etanol. Durante los años 30 del siglo XX, más de 2 mil estaciones de gasolina en medio oeste estadounidense vendían etanol fabricado con maíz, pero la industria del etanol cerro hacia los años 40's con el descenso del precio del petróleo<sup>3</sup>.

Recientemente, el interés por el alcohol como combustible para transporte ha crecido debido a los problemas bélicos que se han registrado, lo que ha llevado a los precios del petróleo a incrementos record, aunado a los altos niveles de demanda del producto, especialmente en China.

### **1.1.3. Usos del bioetanol**

Para Vergagni (2004), el etanol puede utilizarse como base de bebidas (cervezas, vinos, licores); como combustible o solvente; como materia prima en varios procesos industriales, tales como la fabricación de perfumes, pinturas, etc.

---

<sup>3</sup> Infoaserca. 2006. "Etanol un elemento reciente en la dinámica económica mundial". *Claridades Agropecuarias*. Noviembre. No. 159. DF, México.

Básicamente existen tres maneras en que el etanol puede utilizarse como combustible para el transporte, aprovechando sus características como componente oxigenante y antidetonante, con el consiguiente aumento en el número de octanos y mejoramiento en las emisiones de la combustión.

- (i) Como mezcla con las naftas denominadas genéricamente gasohol, naftas que contienen etanol en una proporción del 5% y 10% en EE.UU., en un porcentaje variable en Brasil.
- (ii) Como componente de las naftas reformuladas ETBE. El etanol se usa en la fabricación de Etil-Tri-Butil-Eter (ETBE), un aditivo suplementario a las naftas que sustituye el MTBE en la reformulación de las naftas. el MTBE (Metil-Tri-Butil-Eter) se había convertido en un componente muy utilizado para elevar el contenido de oxígeno y el nivel de octanaje de las naftas cuando las preocupaciones ambientales hicieron que se eliminase el plomo de las naftas.
- (iii) Directamente como combustible alternativo para reemplazar las naftas en su fórmula como E-85, mezcla un 85% de etanol y 15% de nafta.

Puede usarse en dos formas básicas: el etanol anhidro, el que se le quita toda el agua, que es usado en las mezclas con las naftas y el etanol hidratado, que mantiene agua en su composición, para ser usada como combustible autónomo (95% etanol)<sup>4</sup>.

#### **1.1.4. Proceso productivo del bioetanol**

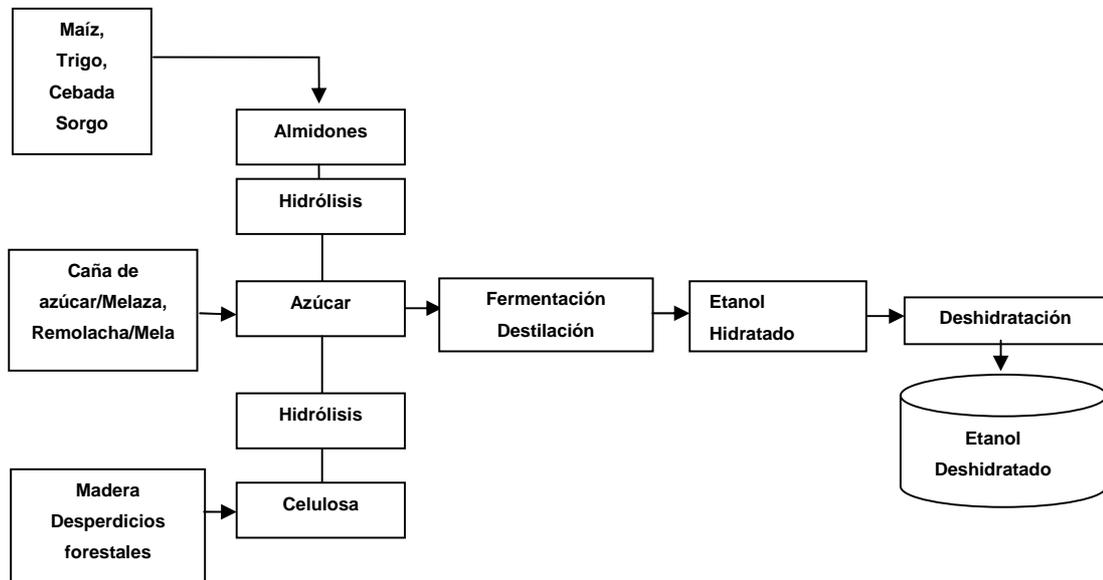
La cadena productiva del etanol carburante muestra que existe una variedad de materias primas cuyo procesamiento conduce al etanol. Se han dividido las

---

<sup>4</sup> Vergagni, Gustavo A. "La industria del etanol a partir de maíz". (Documento web). Septiembre 2004. [www.maizar.org.ar/documentos/etanol%20i%5B1%5D.factibilidad%20verpublica.pdf](http://www.maizar.org.ar/documentos/etanol%20i%5B1%5D.factibilidad%20verpublica.pdf) - (Revisado 23 de Abril 2008).

fuentes de materias primas para la obtención del etanol en tres grandes grupos, según el proceso que conduce la obtención de azúcares (Figura 1).

**Figura 1. Cadena productiva del etanol carburante**



Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

En el primer grupo tenemos a los granos básicos, maíz, sorgo y trigo. De estos productos se consigue el almidón a que a partir de un proceso de hidrólisis se convierte en azúcares. En el segundo grupo, tenemos a la caña de azúcar y remolacha que son transformados en melaza y luego se inicia para la obtención de etanol. En un tercer grupo se han clasificado a la madera y los desperdicios forestales, a partir de los cuales se obtienen las celulosas que siguen un proceso de hidrólisis para convertirse en azúcar.

Al obtener los azúcares, a partir de un proceso de fermentación o destilación se obtiene el etanol hidratado, para llegar al etanol carburante, se hace un proceso de deshidratación. Y el alcohol deshidratado está listo para ser

mezclado con la gasolina, se puede hacer mezclas del 5% hasta 25% según reglas de cada país<sup>5</sup>.

## **1.2. Características del Mercado de Granos**

Los mercados de granos básicos experimentan con relativa frecuencia eventos de precios altos, y también de precios bajos, aunque los primeros suelen prolongarse durante menos tiempo que los segundos, que se mantienen durante un periodo mayor. La peculiaridad del estado actual de los mercados de granos es que el repunte de los precios mundiales afecta no sólo a estos, sino que también a sus derivados.

La volatilidad de los precios de alimentos que ha acompañado al encarecimiento experimentado ha sido mucho mayor que en el pasado, especialmente en el sector de los cereales, lo que subraya la persistencia de incertidumbres importantes en los mercados. Sin embargo, la situación actual se distingue de las anteriores en el hecho de que dicha volatilidad se ha prolongado durante más tiempo, resultado de la escasez de la oferta y reflejo al mismo tiempo de la naturaleza de las relaciones entre los mercados agrícolas de productos concretos y de su relación con otros, como el de biocombustibles, crecimiento económico de países emergentes y el crecimiento de precios de los combustibles fósiles (FAO, 2008).

La evolución de los mercados observada desde 2006, parece ser el resultado de desequilibrios a corto plazo de algunos mercados de productos básicos que se extendieron a los mercados con los que mantenían vínculos estrechos, además de otros factores que podrían continuar influyendo en los mercados durante periodos más largos. La rápida capacidad de ajuste de los mercados ya ha quedado demostrada con la respuesta de la oferta observada

---

<sup>5</sup>"Cadena Agroindustrial del Etanol". (Documento web). 2004. [http://www.iica.int.ni/Estudios\\_PDF/Cadena\\_Etanol](http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Cadena_Etanol). (Revisado 23 de Abril 2008).

en los mercados del maíz y el azúcar, en los que el aumento de la producción a nivel global motivó la moderación de la subida de los precios en el primero y la reducción de los mismos en el segundo en 2007<sup>6</sup>.

### **1.2.1. Principales factores que provocaron el incremento de precios de granos básicos**

La mayoría de los especialistas coinciden que el incremento de precios de granos es producto de una combinación de factores ya sea por parte de la oferta o de la demanda, sin embargo, las opiniones difieren, ya que el Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional, han llegado a la conclusión de que los precios altos se deben en gran medida a la creciente producción de biocombustibles, en especial el bioetanol.

Como ya se mencionó la inflación de los granos básicos fue producto de las relaciones del mercado de granos con otros. En este apartado se presentara una breve descripción de cada uno de los posibles factores que la originan; la primera parte se referirá a la oferta y la segunda a la demanda.

#### **1.2.1.1. Oferta**

**Condiciones climatológicas:** en los últimos años han existido desastres naturales en diferentes partes del mundo. Los que con mayor frecuencia se presentan son sequías e inundaciones, los países que han sufrido con mas impacto este tipo de fenómenos son Canadá y Australia lo que ha provocado un descenso en la producción de cereales. Los peores desastres se presentaron en el 2005 y en 2006, con una reducción anual en la producción del 4 y el 7% respectivamente, el rendimiento en Australia y Canadá disminuyó aproximadamente una quinta parte en conjunto, y en otros países la tendencia fue igual o inferior<sup>7</sup>.

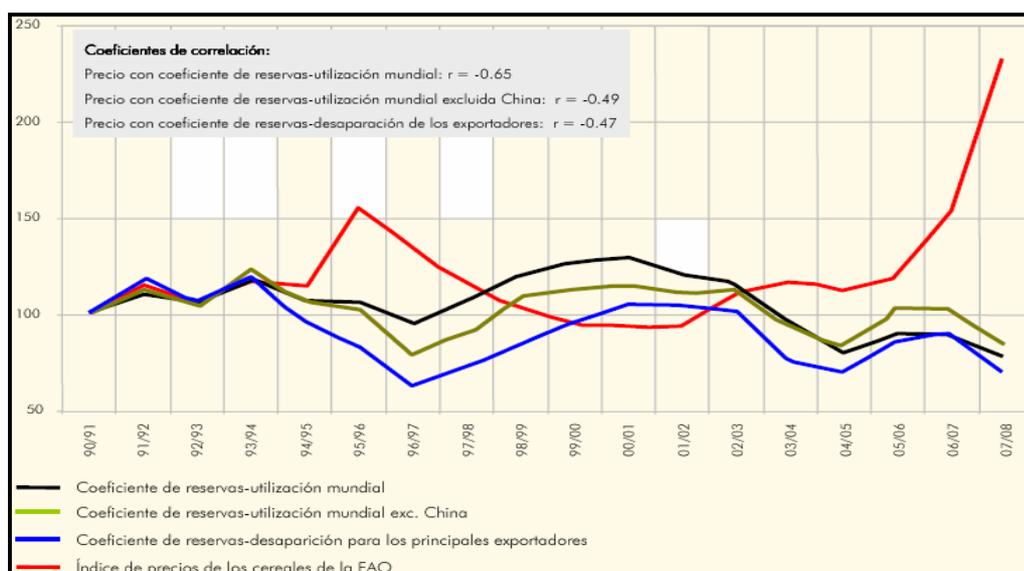
---

<sup>6</sup> FAO. "Aumento de los precios de alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas" (Documento web). 2008. [www.fao.org](http://www.fao.org). (Revisado 7 de Agosto de 2008).

<sup>7</sup> Infoaserca. 2008. "Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas". *Claridades Agropecuarias*. Junio. No. 178. DF, México.

**Disminución de niveles de reservas:** otro factor atribuible a la oferta que también ha influido considerablemente en los mercados es la reducción gradual de reservas, especialmente cereales, debido a que el crecimiento de la demanda ha superado a la oferta, esto ayudo a crear el marco para los rápidos repuntes de precios. Ahora bien, el número de reservas ha disminuido principalmente por el mayor destino de cereales (maíz) para la obtención de etanol, la libertad que tienen los países para la exportación y las mejoras de tecnologías de la información y el transporte.

**Figura 2. Relaciones entre los precios de cereales y coeficientes de reservas 1990-2008**

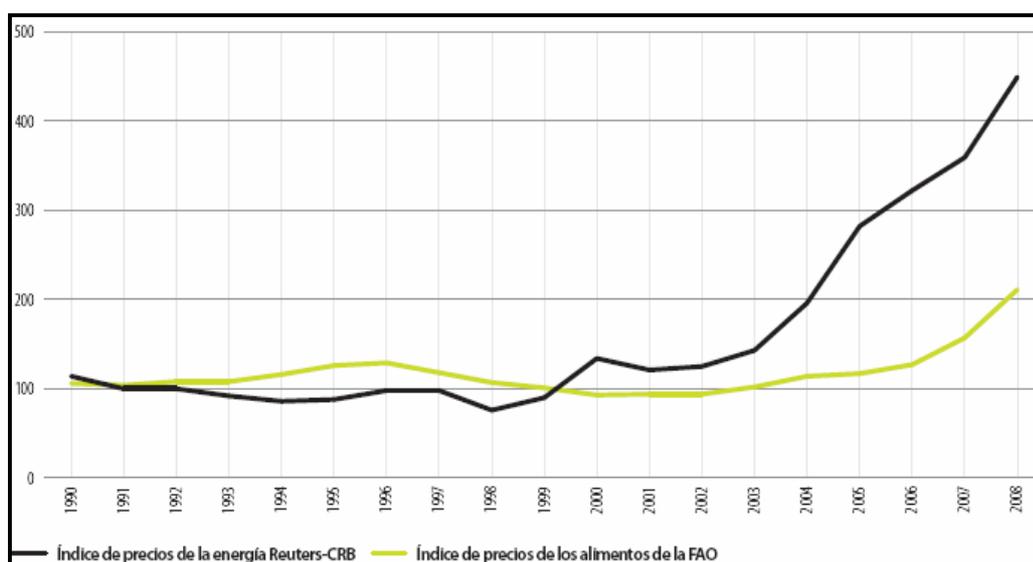


Fuente: base de datos de balance de cereales de los países de la FAO

En relación a la influencia que han tenido las reservas en la volatilidad de los precios, se observa que existe una relación negativa importante entre el coeficiente de reservas-utilización y los precios de los cereales conformados durante la misma campaña. Esto significa que los mercados tienden a ejercer una presión alcista sobre los precios, cuando las reservas alcanzan niveles muy bajos, es decir, la ausencia de suministros hace que los precios puedan aumentar repentinamente o viceversa (Figura 2).

**Aumento de precios de los energéticos:** El encarecimiento de los precios de energía ha contribuido al incremento de los costos de producción. Esto tuvo gran impacto en el precio de los fertilizantes, en el transporte de los insumos y los productos terminados.

**Figura 3. Índice de precios de energía Reuters-CRB y de los alimentos de la FAO 1990-2008**



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

A partir de 2003 se observa un mayor crecimiento en el índice de precios de energía Reuters-CRB<sup>8</sup> que para el 2007 se triplicó. Además se aprecia la correlación con el índice de precios de alimentos (Figura 3). Los precios de energía empezaron a subir desde el 2003 un 15% en comparación con el 2000, en el 2004 se produjo un repunte de 37% dos años antes que se

<sup>8</sup> El Subíndice Energía Reuters-CRB determina el promedio aritmético no ponderado de la evolución de los precios de los contratos de futuros del petróleo crudo, el combustible para calefacción y el gas natural. El Índice de precios de mercado al contado de la Oficina de Investigación de Productos Básicos (CRB) determina la evolución de los precios al contado de veintidós productos básicos que se supone sensibles a las variaciones en las condiciones económicas mundiales.

encarecieran los cereales, pero el mayor incremento se tuvo en el 2006 y 2007 con el 43% y 60% respectivamente<sup>9</sup>.

### **1.2.1.2. Demanda**

**Producción de biocombustibles:** el mercado emergente de los biocombustibles constituye una fuente de demanda nueva e importante para algunos productos agrícolas como la caña de azúcar, cereales y oleaginosas. El aumento de la demanda de estos productos ha sido uno de los principales motivos del aumento de sus precios en los mercados mundiales lo que, a su vez, ha generado el encarecimiento de los alimentos.

En los siguientes capítulos se enfatizará con más detenimiento la producción de bioetanol, como factor importante del encarecimiento de los productos del sector agrícola, ya que el objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la relación que existe entre el encarecimiento de granos y la producción de bioetanol.

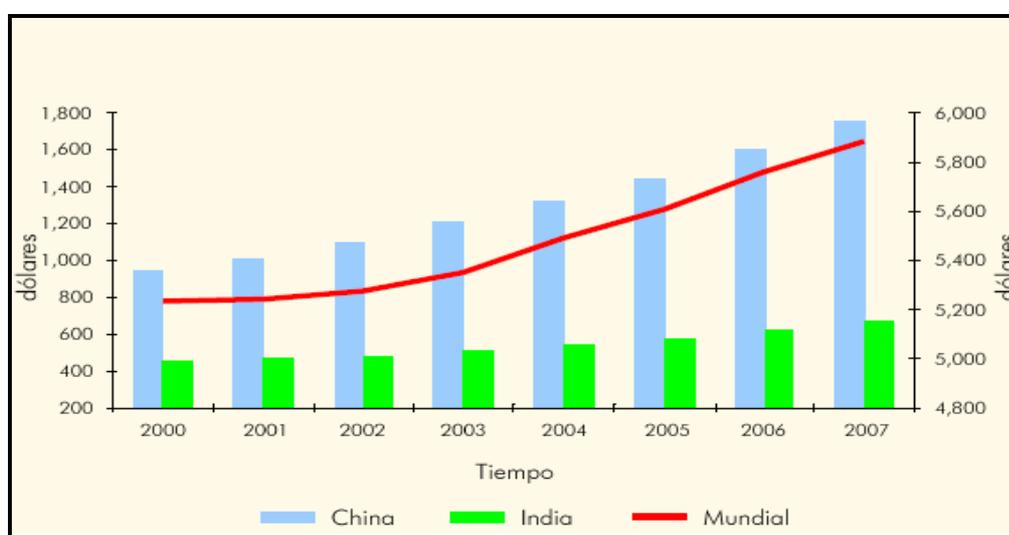
**Cambio en la estructura de la demanda:** otro factor que cabe destacar por parte de la demanda, es el cambio en la estructura de la demanda, todos sabemos del desarrollo económico y el crecimiento de los ingresos en los países en desarrollo y emergentes, así como el crecimiento demográfico y la urbanización, sin duda estos elementos han permitido un cambio gradual en la demanda de productos alimentarios. Los patrones de consumo se han diversificado en países como China e India, lo que está intensificando la demanda de cereales y carne; y como consecuencia el alza de los precios de los productos alimentarios.

---

<sup>9</sup> Infoaserca. 2008. "Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas". *Claridades Agropecuarias*. Junio. No. 178. DF, México.

En el gráfico siguiente elaborado por el USDA, se refleja fácilmente el incremento de ingreso per cápita que han vivido países como China e India. De esta manera mientras que el año 2000 el ingreso per cápita de la población China en promedio anual, se ubicaba en 944 dólares, para el año 2007 este se había pasado a 1,760 dólares, es decir, un alza de 86%, mientras que en el caso de India el ingreso paso de 455 a 664 dólares, en el mismo lapso, que representa un crecimiento del 46%.

**Figura 4. Crecimiento del ingreso per cápita en China e India 2000-2007**



Fuente: USDA, columna izquierda China e India, derecha datos mundiales

De lo anterior se deriva que si aumenta el ingreso de los consumidores se incrementa la capacidad de compra de estos, y si la oferta de alimentos no se incrementa o si lo hacen en menor proporción, trae como consecuencia el encarecimiento de los precios.

### 1.2.2. Países y granos más afectados por el incremento de precios

El alza de precios de los cereales repercutió con mayor impacto en los países en vía de desarrollo, esta situación ocurrió principalmente por la dependencia que tienen estos países con los productores de granos que por muchos años contaron con grandes excedentes, que eran destinados para cubrir las

necesidades alimentarias del mercado mundial. Sin embargo, en la actualidad la situación ha cambiado, los excedentes de estos países han disminuido como resultado de la combinación de varios factores.

Los países que según la FAO se encuentran en situación de alerta y que necesitaban de ayuda externa para enfrentar esta inflación de precios son 37<sup>10</sup>, y el mayor porcentaje se encuentra en África y Asia, aunque también este fenómeno tiene impactos relevantes en América, Europa y Oceanía. En Costa de Marfil los precios del arroz respecto al año anterior (marzo 2007-08) se han doblado; en Senegal los precios del trigo se han duplicado (febrero 2007-08) y los del sorgo han aumentado 56%; en Nigeria, los precios del sorgo se han duplicado en cinco meses; en Somalia, el precio de la harina de trigo en la zona norte se ha triplicado en un año; en Sudán, el precio del trigo es 90% superior al año pasado; en Uganda, el maíz en marzo de 2008 había aumentado 65% respecto al último septiembre; en Haití los precios alimentarios han aumentado entre 50% y 100% en un año ; en Bangladesh, el precio del arroz se ha incrementado un 30% en tres meses, y los precios de los alimentos se han incrementado en un 70%; en México, el precio de los alimentos ha subido un 40% en los últimos doce meses; en Afganistán, el trigo aumentó su precio un 60% en el 2007; en EEUU, desde el año 2000, los precios de los alimentos han aumentado en un 70%. A nivel general, desde enero del 2008 el precio del arroz ha aumentado en un 20%, el precio del trigo ha aumentado un 100% desde el año pasado; en Centroamérica, el precio del maíz, ha subido durante el 2007 un 50%<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Lesoto, Somalia, Suazilandia, Zimbabue, la Eritrea, Liberia, Mauritania, el Sierra Leone, Burundi, la República de África Central, el Chad, la República Democrática del Congo, la República del Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Sudán, Irak, Afganistán, la República popular de Corea, Bangladesh, China, Nepal, Sri Lanka, Tayikistán, Timor Oriental, Vietnam, Bolivia, la República Dominicana, Ecuador, Haití, Nicaragua, Moldavia.

<sup>11</sup> Breves de África. "La factura cerealera de los países mas pobres continua subiendo" (Documento web). 2008. [www.wanafrica.net/doc/27/7.pdf](http://www.wanafrica.net/doc/27/7.pdf) (Revisado 10 de Julio de 2008).

Con lo anterior es claro el acrecentamiento de precios de cereales y en especial, del maíz, sorgo, trigo y arroz, que provoco malestar social y los disturbios motivados por el hambre que se han producido recientemente en la mayoría de los continentes.

### **1.3. Incremento de Precios y Producción de Etanol**

Existe un vínculo estrecho entre el incremento de precios de los principales productos agrícolas y la producción de bioetanol, esta relación se debe a que la materia prima destinada para la producción de etanol (cereales y caña de azúcar) es proveniente del sector agrícola, que al mismo tiempo compite con la alimentación de los seres humanos.

El problema no solo reside en la cantidad de cada cultivo que pueda destinarse a la producción de bioetanol, en lugar de destinarse a alimentos, sino también en qué cantidad de la superficie apta para cultivos alimenticios pueden dejarse de utilizar para producir otros cultivos y destinarse a los cultivos utilizados como materias primas para la producción del etanol.

### **1.4. Metodología de la Investigación**

La investigación se realizó analizando parámetros como el balance de la oferta y demanda de los mercados básicos, inventarios, evolución de precios de los productos seleccionados, cantidad de materia prima agrícola destinada a la producción de bioetanol. Se recopiló información de diferentes fuentes como el Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), las bases de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y Banco de México (BAXICO) para obtener series históricas para el cálculo de algunos indicadores que servirán para comprobar los objetivos.

El trabajo se realizó en tres etapas, la primera radica en la recopilación detallada de información de diferentes fuentes estadísticas y documentales disponibles relacionada con el tema siendo las fuentes principales páginas web y revistas. La siguiente etapa consistió en la organización, la interpretación y el tratamiento de la información. Por tanto, se organizó la información recopilada de acuerdo a la estructura del trabajo, analizando cada uno de los parámetros antes mencionados para el desarrollo de la investigación y por último en esta etapa se le dio el tratamiento necesario a la información: como la conversión de galones de etanol a litros, utilizando la unidad de medida Imperial de Estados Unidos que equivale un galón igual a 3.79 litros, además otro tipo de conversión fue de dólares a pesos y viceversa, utilizando como referencia datos del Banco de México, por otra parte se realizó la traducción de artículos de inglés a español.

La última etapa consistió en la revisión, redacción y corrección de la información necesaria para la investigación. En base a los datos estadísticos tratados se elaboraron graficas y cuadros con el programa Excel acorde a la investigación realizada. También con la información recabada del porcentaje de utilización de cereales y caña de azúcar para la producción etanol de los principales países productores y sabiendo el rendimiento de una tonelada de los diferentes insumos a litros etanol se prosiguió al calculo de la cantidad de cereales y caña de azúcar destinada a la producción de bioetanol. Por último, de acuerdo a las proyecciones de la producción de etanol presentadas por las diferentes fuentes consultadas se pronosticaron para los siguientes ocho años el destino de utilización de maíz para el mercado de etanol en los Estados Unidos.

## CAPÍTULO II INESTABILIDAD DEL MERCADO DE CEREALES Y AZÚCAR

A partir del año 2006, el mundo ha vivido una preocupación por el alza de precios de productos básicos que provienen del sector agrícola. La subida de los precios de granos ha provocado una alta preocupación en los organismos internacionales como la FAO, ONU, entre otros, ya que aproximadamente 800 millones de personas de los diferentes continentes padecen hambre. Por lo tanto, el encarecimiento de los productos alimentarios puede resultar devastador para la humanidad.

Este capítulo hace referencia al panorama general del mercado de cereales y azúcar, analizando las variables producción, exportaciones, importaciones, existencias y precios, principales insumos utilizados para la producción de etanol a nivel mundial, posteriormente se hará una breve descripción en México.

### **2.2. Mercado de Cereales y Azúcar**

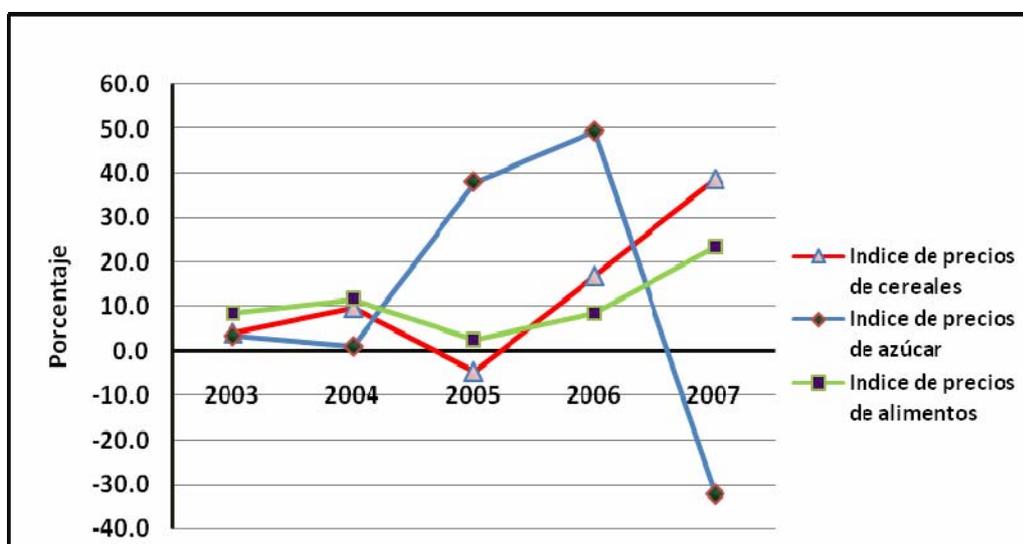
#### **2.2.1. Comportamiento de precios**

Algo por lo que se destacó el mercado de alimentos fue la volatilidad de sus precios, principalmente de los cereales en muy corto tiempo. Esta sección está enfocada al estudio de los precios de los cereales y de la azúcar, el motivo por el cual se analizara estos productos es por que son los principales insumos para la obtención del etanol.

### 2.2.1.1. Índice de precios de cereales y azúcar

Según los estudios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación durante el 2007, el índice de precios de los alimentos<sup>12</sup> registró un incremento de 23% respecto a 2006 y del 34% respecto al 2005, salvo las cotizaciones del azúcar, los cuales disminuyeron por un aumento en la producción.

Figura 5. Incremento porcentual de índices 2003-2007



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

El índice de precios que registra mayor incremento es el de cereales, expresándose en un incremento porcentual del 17 y 38% en los años 2006 y 2007, aunque a lo largo del periodo en análisis tuvo altibajos, por ejemplo en el 2005 registró una fuerte caída. Mientras el índice de precios de azúcar tuvo un incremento significativo de la campaña 2004 a 2006, pero para el 2007 el índice de precios de la azúcar sufrió una caída drástica del 32%, debido a la recuperación de la producción de azúcar en los países importadores (Figura

<sup>12</sup> Se calcula sobre la base de la media de seis índices de precios de los grupos de productos básicos indicados, ponderados por las cuotas medias de exportación de cada uno de los grupos para 1998-2000: en el índice general figuran en total 55 precios que los especialistas en productos básicos de la FAO consideran representativos de los precios internacionales de los productos alimenticios.

5). El incremento del índice de precios de cereales repercutió en el aumento del índice de alimentos mundial, por tanto las fluctuaciones de precios en los granos afectó de manera directa al índice de alimentos.

### 2.2.1.2. Precios de granos básicos y azúcar a nivel mundial

En la tabla que se presenta a continuación se exponen precios de productos básicos, que son importantes para la alimentación del ser humano y piensos. Además estos productos en la actualidad en diferentes partes del mundo se están utilizando como materia prima para la elaboración de etanol. Es por eso que se puede deducir, a primera vista que el destino de productos agrícolas para la producción de combustibles renovables, puede poner en riesgo la alimentación del ser humano.

**Cuadro 1. Precios mundiales de los productos básicos y azúcar 2004-2007 (dólares/ton.)**

Año	Arroz		Maíz		Sorgo		Trigo		Azúcar	
	Precio	Δ %	Precio	Δ %	Precio	Δ %	Precio	Δ %	Precio	Δ %
2004	244		112		112		161		158	
2005	291	19.2	99	-11.6	101	-9.8	158	-1.8	218	37.9
2006	311	6.8	122	23.2	130	28.7	200	26.5	325	49
2007	334	7.4	164	34.4	172	32.3	264	32	222	-31.6

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Es notorio que el mayor incremento de precios lo tuvieron los cereales, por lo tanto, obsérvese en este cuadro que los cultivos que forman parte de este grupo tuvieron un incremento de precios desmedido. El maíz que es utilizado como principal materia prima para la producción de etanol en Estados Unidos, tuvo un incremento del 65% dentro de la campaña 2005-2007. Esto trajo como consecuencia que se aumentara el precio del sorgo, ya que es utilizado como sustituto del maíz para la alimentación de animales.

Se puede apreciar que el maíz, sorgo y trigo tuvieron un incremento de precio porcentual similar durante la misma campaña, es decir, el impacto de del alza de los precios afectó a toda la gama de cereales. Por otra parte, el producto menos afectado fue la azúcar derivada de la caña que también se utiliza para la elaboración de etanol, esto por la oferta suficiente para abastecer el mercado mundial, además del aumento de producción de algunos países de Asia y Europa.

## 2.2.2. Panorama mundial de la producción de cereales

En el cuadro siguiente se puede observar la situación tan compleja que se vive en el mercado mundial de cereales<sup>13</sup>. La producción ha aumentado pero en menor proporción que la utilización total. Mientras la demanda para consumo humano y otros usos industriales ha aumentado, esto trae como consecuencia que las existencias finales hayan disminuido en un 9.20% del 2005 a 2006.

**Cuadro 2. Panorama mundial de cereales (millones de toneladas)**

CONCEPTO	2005/2006	2006/2007	2007/2008	Variación de 2006 a 2007 (%)
		Estimado	Pronosticado	
<b>Producción</b>	2 051.4	2 009.4	2 108.9	5
<b>Comercio</b>	246.6	255.4	251.5	-1.5
<b>Utilización total</b>	2 037.6	2 062.4	2 105.0	2.1
<b>Consumo humano</b>	982.5	997.5	1008.7	1.1
<b>Piensos</b>	748.7	735.9	739.6	0.5
<b>Otros usos</b>	306.4	329	356.6	8.4
<b>Existencias finales</b>	471.4	428	427	-0.2

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

La utilización total de cereales va en aumento, de la campaña 2006 a 2007 se incremento en un porcentaje del 2.1, equivalente a 42.6 millones de

<sup>13</sup> Según la FAO el grupo de cereales engloba a cultivos como trigo, maíz, arroz, sorgo, centeno, cebada, avena, principalmente.

toneladas, debido al aumento fuerte que se está dando para otros industriales principalmente para la elaboración del etanol ya que el maíz es una de las materias primas para este biocombustible.

Nótese que la oferta de cereales en la campaña 2005 apenas excede a la utilización total en 0.67% y para el siguiente año se presenta un déficit de 53 millones de toneladas de cereales. Las existencias finales han sufrido un decremento considerable en los últimos años, debido al aumento de destino de cereales para la producción de bioetanol en los países excedentarios (Estados Unidos) de estos cultivos.

### 2.2.2.1. Panorama mundial de la producción de cereales por regiones

La mayor producción de cereales se obtiene en los países asiáticos siendo China e India los principales productores en conjunto representan más del 60% de la producción de Asia, además América del Norte (E.U. y Canadá) ha tenido un incremento del 21% de la campaña 2006 a 2007. Mientras en estas regiones aumentan su producción existen otras que ocurre lo contrario por ejemplo Europa y África con un decremento del 4% y 6% respectivamente (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Estadísticas mundiales de los cereales (millones de toneladas)**

REGIONES	Producción		Importaciones		Exportaciones		Utilización total	
	2006	2007	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Asia	911.1	925.5	124.2	117.1	46.5	44.4	982.5	992.5
África	144.7	136.5	53.8	55.3	5.7	6.5	187.4	191.0
América central	37.1	39.4	26.3	26.6	0.8	0.7	62.0	65.1
América del Sur	110.5	129.2	23.8	21.3	34.7	35.5	108.3	112.6
América del Norte	384.5	468.8	8.5	7.1	111.2	116.9	309.8	343.3
Europa	402.9	388.4	20.1	22.9	42.4	35.4	395.8	385.4
Oceanía	18.5	21.1	1.1	1.2	14.1	12.1	16.7	15.2
<b>Mundo</b>	<b>2 009.4</b>	<b>2 108.9</b>	<b>257.9</b>	<b>251.5</b>	<b>255.4</b>	<b>251.5</b>	<b>2 062.4</b>	<b>2 105.0</b>

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Asia es el principal productor de cereales, sin embargo, ocupa el primer lugar como importador, ya que representa el 46% del total. Por otro lado, América del Norte ocupa el penúltimo lugar como importador y el primero como exportador ya que en el 2007 participó con el 46% dentro de las exportaciones. Las exportaciones del periodo 2006 a 2007 han disminuido a nivel mundial esto se debe a que ha aumentado el consumo interno. Por último, los países de América del Norte han aumentado su utilización en un 11% debido al mayor destino de cereales a la producción bioetanol.

### 2.2.3. Panorama mundial de la producción de la azúcar

La azúcar es proveniente de los cultivos remolacha y caña de azúcar, siendo el segundo el cultivo que más aporta a la producción. La producción mundial del azúcar ha aumentado gracias a la cosecha record obtenida en la India, Australia y Tailandia. Mientras en América del sur es la región que ocupa el segundo lugar como productora de azúcar, dentro de esta región el principal país productor es Brasil, aunque solo destine la mitad de caña de azúcar para este producto, ya que la otra parte lo destina a la producción de etanol (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Estadísticas de la producción mundial y por regiones del azúcar (millones de toneladas)**

	Producción		Utilización		Importaciones		Exportaciones	
	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Asia	64.2	68.5	68.4	70.3	23.6	21.9	9.8	13.4
África	10.5	10.6	15.2	15.6	8.3	9.1	2.8	2.9
América Central	12.2	12.1	9.3	9.4	1.1	0.9	4.3	4.2
América del Sur	40.4	40.6	17.8	18.5	1.2	1.1	22.3	22.7
América del Norte	7.8	7.9	10.7	10.9	3.2	3.4	0.5	0.3
Europa	24.1	23.9	30.6	30.8	7.9	7.9	2.2	2.3
Oceanía	5.4	5.5	1.6	1.6	0.3	0.3	4.2	4.4
<b>MUNDO</b>	<b>164.5</b>	<b>169.1</b>	<b>153.5</b>	<b>157.0</b>	<b>45.5</b>	<b>45.4</b>	<b>45.9</b>	<b>50.2</b>

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

El consumo mundial de 2007/2008 se pronostica en las 157 millones de toneladas, 3.5 millones mas que en el 2006, debido a los incrementos en Asia y América Latina y del Norte. Por término medio, la disponibilidad mundial per cápita pasaría de 23,5 kg en 2006 a 23,8 kg en 2007/08. Es probable que los bajos precios de la azúcar actuales estimulen la demanda, y que dados los altos precios del maíz, induzcan también en cierta medida, a una sustitución del jarabe de maíz por azúcar. Por otro lado, en términos generales el comercio mundial de azúcar se ha contraído debido a una demanda floja de importaciones, esto se refleja claramente en el cuadro de arriba donde se observa la disminución de importaciones en algunas regiones como Asia, América Central y del sur, como se había mencionado antes gracias a la recuperación de la producción de estas regiones.

#### **2.2.4. Producción mundial de granos**

En el cuadro de abajo se presentan cuatro cultivos que forman parte del grupo de cereales, que representan el 90% del total, pero debido a la importancia que tienen estos en la actualidad y la situación tan compleja de sus precios es necesario hacer énfasis más detalladamente.

Con respecto al maíz su menor descenso en la producción fue en el 2005, mismo año que se destinó más maíz como materia prima para la elaboración de etanol en Estados Unidos, el cual ha logrado aumentar su utilización para este fin, para el 2006 la producción comenzó a recuperarse. Según los pronósticos para los otros tres cultivos se tuvo un crecimiento muy lento.

**Cuadro 5. Estadísticas mundiales de granos básicos (millones de toneladas)**

CULTIVOS	Producción		Importaciones		Exportaciones		Utilización total		Existencias finales	
	2006	2007	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006	2007
Maíz	697.5	781.4	88.7	88.0	87.0	88.0	720.4	761.3	116.8	133.2
Trigo	595.4	602.1	114.1	107.5	113.6	107.5	621.0	618.7	159.2	142.6
Sorgo	89.1	94.0	3.5	3.5	3.6	3.5	91.4	92.6	10.7	11.7
Arroz	428.7	429.3	29.9	30.5	29.9	30.5	425.9	429.2	106.8	107.6

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

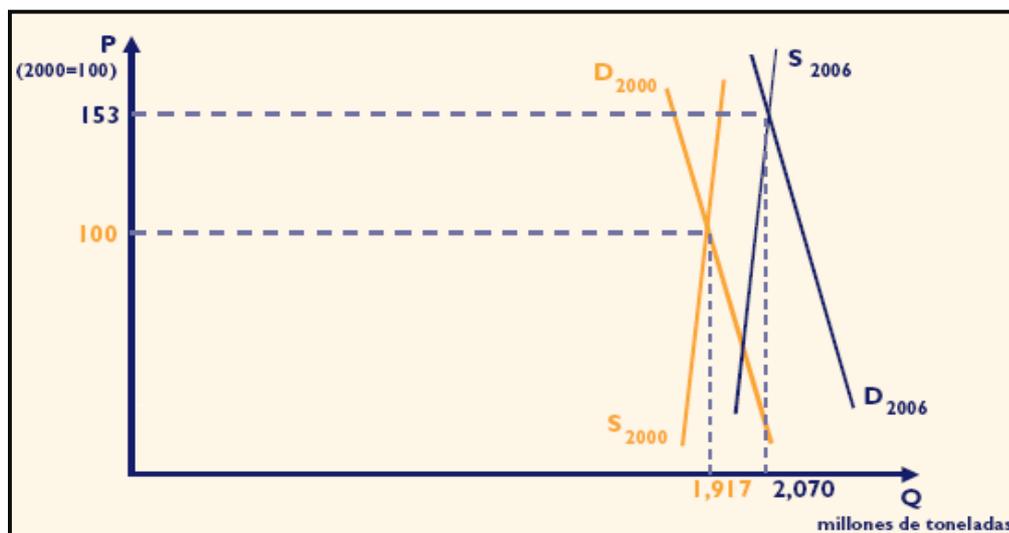
En cuanto la utilización total el cultivo que tuvo un mayor incremento es el maíz con un acrecentamiento porcentual del 5.6% en solamente un año, equivalente a 40.9 millones de toneladas. Mientras el comercio de estos cultivos no varió significativamente (Cuadro 5).

### 2.2.5. Oferta y demanda de cereales

Los factores que se mencionaron al principio de este capítulo afectan la oferta y demanda dentro de la ecuación alimentaria y han conducido a desequilibrios y a drásticas variaciones en los precios. Entre 2000 y 2006, la demanda mundial de cereales aumento en un 8%, mientras que los precios de los mismos se incrementaron en un 50% como se aprecia en la grafica. Es importante señalar que la oferta es muy inelástica, lo cual se significa que la misma no responde rápidamente a los cambios en los precios. Por lo general, la oferta agrícola agregada aumenta en un 1 o 2 porciento cuando los precios se incrementan en 10%<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Von Braun, Joachim. "La situación alimentaria mundial: nuevos factores y acciones necesarias". (Documento web PDF). 2007. <http://www.ifpri.org/spanish/pubs/fpr/pr18sp.pdf> (Revisado el 20 de agosto 2008).

**Figura 6. La oferta y la demanda mundial de cereales 2000 y 2006**



Fuente: datos de la FAO 2003, 2005, 2006b, 2007b y 2007c.

En síntesis se puede decir que en los años recientes el consumo de cereales ha sido constantemente más alto que la producción, lo cual ha disminuido las reservas. A pesar de que, desde el año 2000 el uso de cereales tanto para consumo humano como para alimento de animales solo aumento en un 4 y un 7% respectivamente, su utilización para fines industriales, tal como la producción de biocombustibles incrementó en mas del 25% (FAO 2003 y 2007b).

## **2.3. Mercado de Cereales y Caña de Azúcar en México**

### **2.3.1. El comportamiento de precios en México**

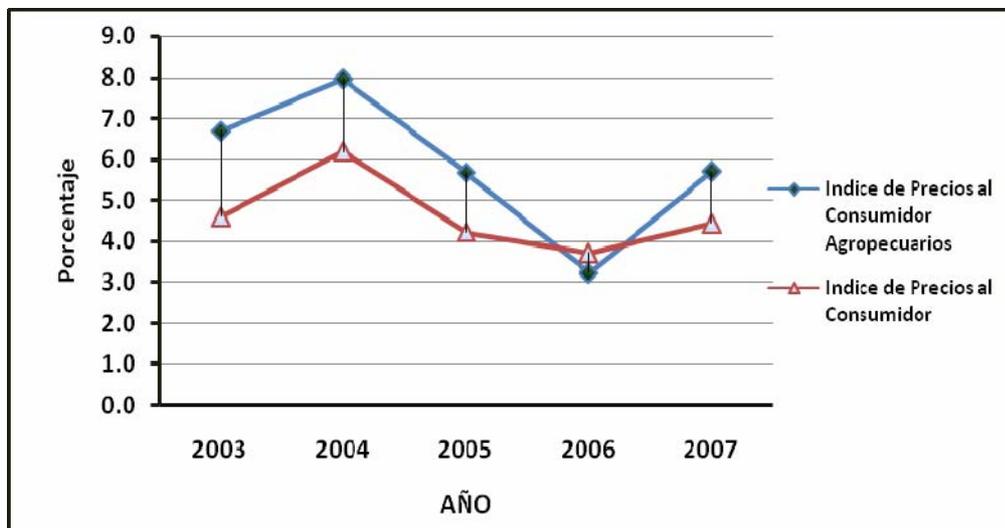
Hoy en día, nuestro país es un importador neto de granos básicos, lo cual hace que México se encuentra en una situación de vulnerabilidad cada vez que se incrementan los precios en otra parte del mundo o más específicamente en Estados Unidos, por lo cual el alza de precios de los granos fue ocasionada por factores externos. Según datos del Banco de México el incremento de precios

de los principales cereales impactó a 18 mil personas siendo las más afectadas aquellas que viven en el medio rural.

### 2.3.1.1. Índice de precios en México

Es muy representativo lo que ha ocurrido en el mercado nacional agrícola, reflejado en el incremento del índice de precios al consumidor agropecuario en mayor proporción que el índice de precios al consumidor. Nótese que en todo el periodo, excepto en el 2006, el índice agropecuario se mantuvo por encima del índice de precios al consumidor, mientras el índice de precios al consumidor acumulado aumentó en un porcentaje promedio del 14% de la campaña 2003 a 2007 el índice de precios al consumidor agropecuario lo hizo en el 19% (Figura 7).

**Figura 7. Incremento porcentual del índice de precios al consumidor agropecuario e índice de precios al consumidor**



Fuente: elaboración propia con datos de Banco de México

Si se presta atención en el grafico (Figura 5) donde se indica el índice de precios de cereales obsérvese que en el 2007 es cuando sufrió el mayor incremento. Ahora bien, si se nos enfocamos en este grafico también se

observa que uno de los mayores incrementos se obtuvo en el mismo año (Figura 7).

### 2.3.1.2. Precios de granos y caña de azúcar

En el cuadro posterior se muestran los precios medio rural de productos básicos obtenidos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), se puede observar que los precios del maíz se incrementaron de una forma dramática en el año 2006 con respecto al año anterior, es decir, en tan solo un año el precio de la tonelada de maíz aumento en 27%.

**Cuadro 6. Precios de los productos básicos nacionales (pesos/ton.)**

Año	Arroz		Maíz		Sorgo		Trigo		Caña de Azúcar	
	Precio	Δ %	Precio	Δ %	Precio	Δ %	Precio	Δ %	Precio	Δ %
2004	1,817		1,679		1,329		1,659		329	
2005	1,904	4.7	1,578	-6.0	1,196	-10.0	1,623	-2.1	363	10.3
2006	1,906	0.1	2,011	27.4	1,565	30.8	1,677	3.3	372	2.4
2007	2,076	8.9	2,442	21.4	1,924	22.9	2,073	23.6	381	2.4

Fuente: elaboración propia con datos Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)

Por otra parte, obsérvese que los precios nacionales que se presentaron en el 2006 del maíz y del sorgo (Cuadro 6) son similares a los precios mundiales que se presentaron en el apartado anterior de estos mismos productos (Cuadro 1). Además es importante mencionar que los precios del maíz, sorgo y trigo internos y mundiales habían sufrido un decremento en el 2005, antes de que los precios de estos productos se dispararan fuertemente. Ahora bien se observa que a diferencia del decremento significativo del 32% en el último año del precio de la azúcar a nivel mundial, en México el precio de la caña de azúcar ha tenido un aumento marginal los años anteriores.

### 2.3.2. Panorama nacional de la producción de cereales y caña de azúcar

El poco crecimiento de la producción de los granos básicos que son de vital importancia para la dieta nacional se ve reflejado en el crecimiento de cereales del 28% de la campaña 2000 a 2007. Por otra parte, fácilmente se observa la importancia del maíz, ya que en el 2007 representó más del 85% en la producción de los cereales colocándose México en el cuarto productor mundial de maíz, la disminución de la producción ocurrió en el 2005, por lo cual en el 2006 el precio de maíz se disparó drásticamente, en ese mismo año el destino de maíz para la elaboración de etanol en Estados Unidos se incrementó, lo cual también contribuyó al aumento del precio.

**Cuadro 7. Producción nacional de productos básicos 2000-2007 (millones de ton.)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Cereales</b>	21.44	23.73	22.83	23.79	24.39	22.78	25.77	27.46
Maíz	17.56	20.13	19.3	20.7	21.69	19.34	21.89	23.51
Arroz	0.35	0.23	0.23	0.27	0.28	0.29	0.34	0.29
Sorgo Grano	5.84	6.57	5.21	6.76	7.00	5.52	5.52	6.20
Trigo	3.49	3.28	3.24	2.72	2.32	3.02	3.38	3.52
Caña de Azúcar	42.37	45.5	45.64	47.48	48.66	51.65	50.06	52.09

Fuente: elaboración propia con datos Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)

Por otro lado, el arroz ha tenido un decremento en la producción del 16% del año 2000 hasta el 2007, el trigo y el sorgo grano no han tenido un crecimiento significativo (Cuadro 7). La razón por la cual también se aborda el comportamiento en la producción de la caña de azúcar es por que es utilizada como materia prima para la producción de etanol. Este cultivo ha tenido un incremento en la producción del 22% del periodo 2000 a 2007, debido a las superficies y climas favorables para la caña de azúcar que existe en nuestro país.

### 2.3.2.1. Exportaciones, importaciones y existencias de granos básicos

Es importante analizar el mercado de productos básicos a nivel nacional, por esto es necesario recalcar que México es un importador neto de granos. Como se mencionó en el apartado anterior nuestro país es uno de los principales productores de maíz. Sin embargo la producción no alcanza a cubrir la demanda interna, por lo cual es necesario importar el 38% del consumo total, el año 2006 fue el más crítico para el maíz, en cuanto a existencias iniciales y finales. Si hablamos de los demás cereales como el arroz y trigo México es deficitario definitivamente ya que se importa el 68% y 56%, respectivamente, del consumo total (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Balanza de disponibilidad-consumo (miles de toneladas)**

CULTIVO	Existencia inicial		Importaciones		Exportaciones		Existencia final	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Maíz	1647.2	2606.4	7567.1	7665.4	174.4	0.9	2606.6	3547.7
Arroz	44.6	104.7	546.5	470.7	2.3	0.6	104.8	101.6
Trigo	420.0	370.9	3300.0	3381.2	471.4	382.0	370.8	464.3

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, SAGARPA.

Por las razones antes mencionadas México tiene una gran dependencia con otros países, especialmente con Estados Unidos, ya que un gran porcentaje de importaciones de cereales son de origen de este país. De esto se puede deducir que cualquier cambio que exista en E.U. tendrá un impacto en nuestro país, ya sea positivo o negativo, aunque en los últimos años los impactos han sido negativos en todos los ámbitos, como lo fue el incremento de destino de maíz para etanol en ese país en el 2006, que impactó gravemente en los precios internos en México.

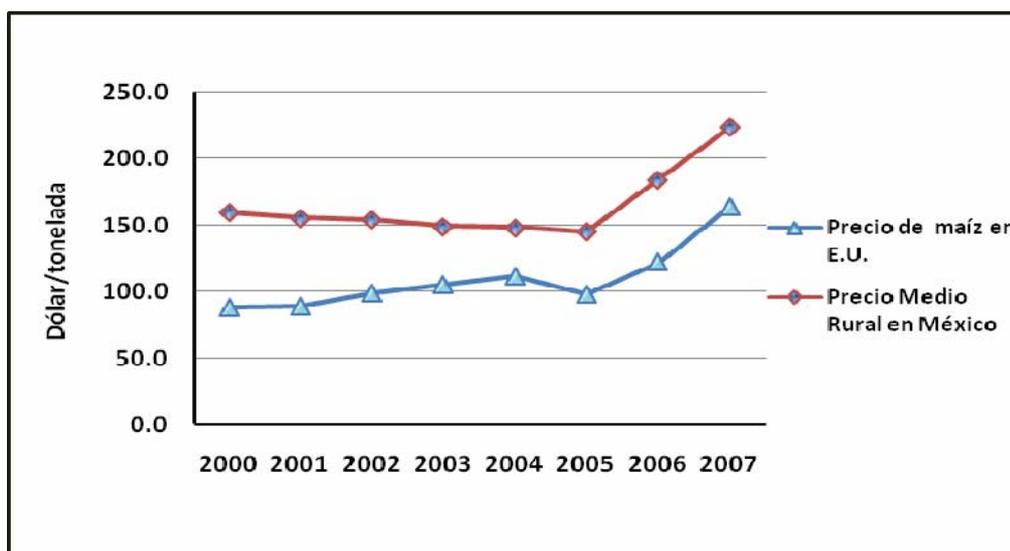
### 2.3.3. Precios mundiales y nacionales del maíz

Se sabe de la importancia del maíz en México, ya que de él se obtienen una gran variedad de subproductos, siendo la tortilla el más importante para la

población y aun mas para aquellos personas del medio rural por esa razón es necesario hacer énfasis en el comportamiento de los precios internos con respecto a los mundiales. Apréciase (Figura 8) a primera vista que el precio interno del maíz en México ha estado sobre encima que el precio de Estados, mercado que rige los precios mundiales.

Obsérvese que desde el año 2000 hasta el 2005 los precios internos decrecieron, pero a partir del 2006 el acrecentamiento de los precios del maíz fue desmedido, es decir, el incremento porcentual fue de 27 y 21% en los años 2006 y 2007, respectivamente, por otra parte los precios de Estados Unidos siempre habían tenido la tendencia a la alza hasta el 2005 que sufrió un desplome del 11%, quitando ese año los precios se han incrementado.

**Figura 8. Precios internos y mundiales de maíz en México**



Fuente: elaboración propia con datos del USDA y SIACON

\*Nota: los precios internos son al productor y fueron convertidos de pesos a dólares con base a la serie histórica de precios del dólar de Banco de México, mientras los mundiales son precios del Golfo de E.U.

Nótese que a partir del 2005 el incremento de precios nacional y mundial fue similar, por lo tanto, se hace patente la fuerte relación existente entre los precios domésticos y los mundiales (Figura 8).

## CAPÍTULO III PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

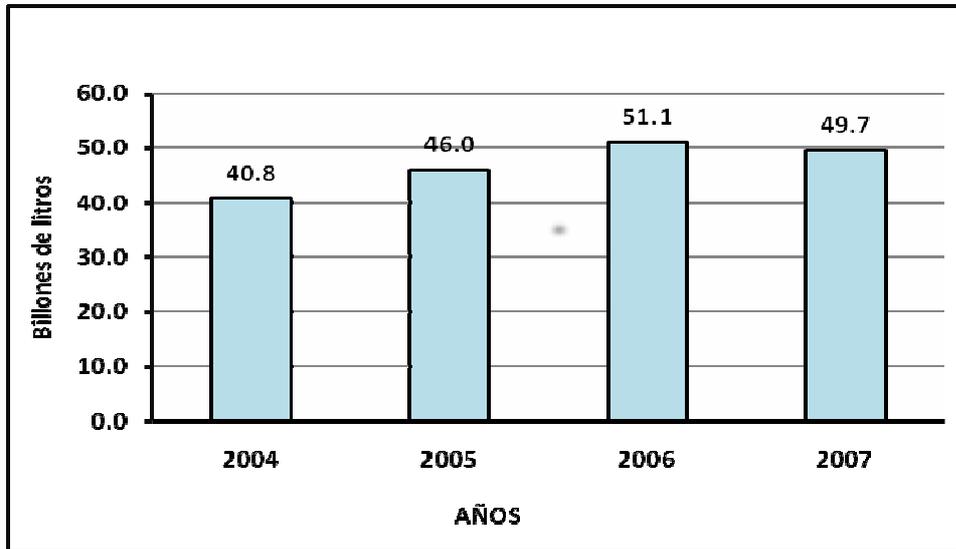
En este capítulo se hará énfasis a la producción mundial del bioetanol, además se estudiara con más detenimiento la producción de etanol de los dos principales países productores. La razón por la cual se estudia este tipo de biocombustible es por que para su elaboración se utiliza como principal materia prima cereales y caña de azúcar y debido al fuerte impacto de los precios de cereales (maíz, trigo y sorgo) mundiales y nacionales que han tenido en los dos últimos años.

### **3.1. Producción Mundial del Etanol**

La producción del etanol como combustible es el inicio de toda una revolución en el mundo, especialmente para aquellos países que tienen una alta dependencia de petróleo. Por eso, el etanol esta incrementando su participación como generador de energía. En el 2007 se produjeron 54.4 billones de litros de biocombustibles (etanol y biodiesel) para lo cual se utilizaron materias primas como maíz, caña de azúcar, sorgo, soya, colza, etc. La producción de etanol representa el 90% de la producción total de biocombustible y el biodiesel el resto.

A nivel mundial la producción de etanol ha aumentado considerablemente en los últimos años. Los principales países productores son Estados Unidos y Brasil, que en conjunto producen cerca del 85% de la producción mundial total.

**Figura 9. Producción mundial de etanol 2004-2007**



Fuente: elaboración propia con datos F.O. Licht.

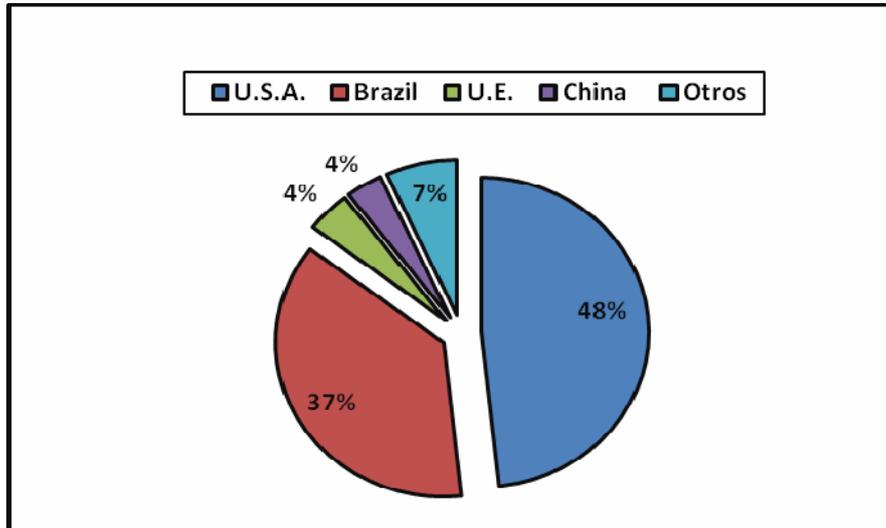
\*Nota: todas las graficas que se presenta en este capítulo fueron elaboración propia convirtiendo los datos originales de millones de galones a billones de litros, utilizando el equivalente 1 galón = 3.79 litros.

De acuerdo a sus usos el mercado de etanol puede dividirse en tres: combustible, industrial y bebida, el destino de etanol para combustible en los últimos años ha tenido un crecimiento dinámico, mientras el crecimiento para el destino la industrial y de bebidas ha sido más lento. Según datos de F.O. Licht, en el 2005 el 61% de la producción de etanol fue para uso de combustible, el 30% para uso industrial y el resto para bebidas.

### **3.1.1. Principales países productores de etanol**

Estados Unidos y Brasil ocupan los dos primeros lugares como productores de etanol, esto se debe al gran impulso que han dado sus gobiernos a la producción de tipo biocombustible, el 90% de la producción de Estados Unidos es partir de maíz, mientras que la materia prima principal que utiliza Brasil es la caña de azúcar (Figura 10).

**Figura 10. Participación de la producción de etanol mundial 2007**



Fuente: elaboración propia con datos F.O. Licht

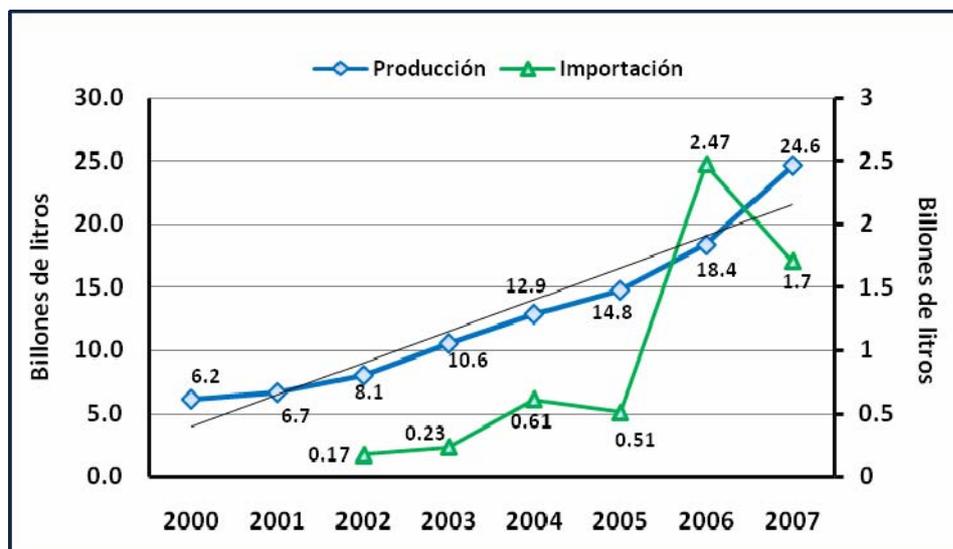
Estados Unidos representa el 48% de la producción total de etanol, que es igual a 24.6 billones de litros. Por otro lado, la Unión Europea (Alemania, Francia) a pesar de ser el principal productor de biodiésel, también tiene una significativa participación en la producción de etanol. Un país asiático que le está apostando a la producción de etanol es China, ya que ha destinado una buena cantidad de cereales para la producción de etanol, lo que ha traído como consecuencia que aumente sus exportaciones a pesar de ser uno de los principales países productores de cereales (maíz, trigo, sorgo y arroz) en el mundo.

### **3.1.2. Producción e importación de etanol en Estados Unidos**

Anteriormente se ha hablado de la importancia de Estados Unidos como país productor de etanol, por tal motivo en esta sección se hará más énfasis a este país. Obsérvese, en el gráfico la tendencia que ha tenido la producción de etanol en E.U. es a la alza desde 2000 hasta 2007, ya que casi se ha cuadruplicado. El incremento se debe a varios factores por ejemplo a la dependencia de petróleo que tiene este país y más aun al gran apoyo del

gobierno ya que subsidia a este biocombustible con 51 centavos de dólar por galón.

**Figura 11. Producción e importación de etanol en Estados Unidos**



Fuente: elaboración propia con datos F.O. Licht y RFA.

\*Nota: lado derecho producción, lado izquierdo importación de etanol

La producción de etanol comienza con un crecimiento importante a partir del 2002, el motivo por el cual se dio un aumento notable es por la prohibición del MTBE en Estados Unidos, ya que según algunos estudios este aditivo es dañino para la salud del ser humano, a partir de ese año el destino de maíz para la producción de etanol en Estados Unidos ha ido ganando terreno a las exportaciones y a otros usos para lo cual era destinado la producción de maíz (Figura 11).

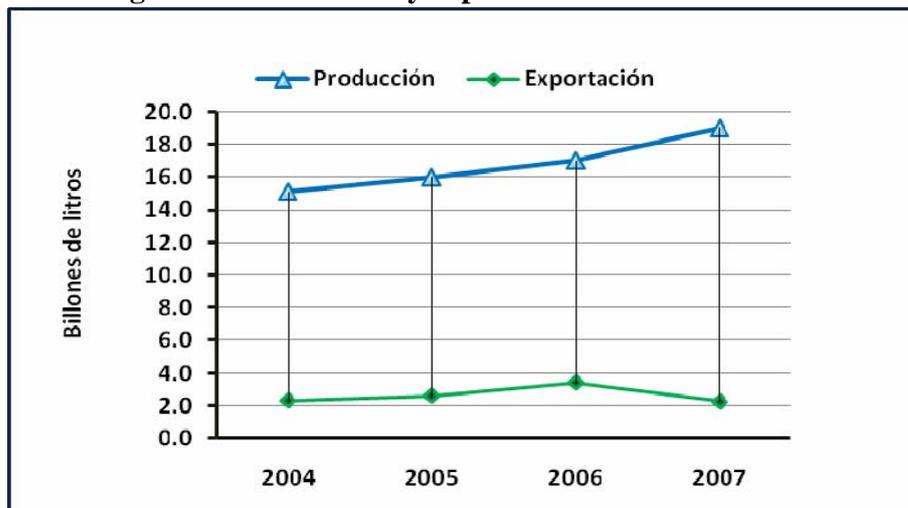
Cabe recalcar que Estados Unidos ocupa el primer lugar como productor de etanol. Sin embargo, la oferta no logra cubrir la demanda interna que existe es por eso que este país es el principal importador de etanol. En el gráfico se muestra que el mayor incremento lo tuvo en el año 2006, lo cual permitió que las importaciones aumentaran cinco veces más con respecto al año anterior. Las importaciones a Estados Unidos son provenientes de países

latinoamericanos el principal es Brasil. Este país de Norteamérica ha desarrollado programas de producción de etanol en estos países, esto es porque estos países cuentan con ventajas competitivas y logran producir el etanol a menores costos que en Estados Unidos utilizando como materia prima el maíz.

### 3.1.3. Producción y exportación de etanol en Brasil

En la sección anterior se mostro un panorama general de la producción de etanol en E.U. esta se referirá a Brasil ya que también este país es de los mas grandes productores pero a diferencia del primero este utilizada como materia prima la caña de azúcar.

**Figura 12. Producción y exportación de etanol en Brasil**



Fuente: elaboración propia con datos F.O. Licht y RFA.

En el año 2007 la producción de etanol en Brasil se ubico en 19 billones de litros una producción mayor del 11% con respecto al año anterior. Es notorio el incremento en la producción de etanol de este país, un indicador que lo refleja claramente es que en la actualidad Brasil ha logrado sustituir un 40% de la gasolina total que utiliza, destinando la mitad de su producción total de caña de azúcar para la elaboración de etanol.

Brasil ocupa el primer lugar como exportador de etanol y el segundo como productor. En el grafico anterior observamos que ha medida que a crecido la producción también lo ha hecho las exportaciones hasta el año 2006, en este año el 50% de las exportaciones fueron hacia Estados Unidos. Mientras en el 2007 las exportaciones han disminuido debido aumento de consumo interno y al aumento de producción de etanol en E.U.

### **3.2. Producción de Bioetanol en México**

Aunque la producción de bioetanol es aun joven en nuestro país y la participación como país productor es baja, existen proyectos muy ambiciosos que están en realización. Además se presentaran algunos resultados obtenidos en el estudio “Potencialidades y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para transporte en México” preparado a solicitud de la Secretaría de Energía (SENER), y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (cooperación técnica alemana), elaborado por consultores externos.

#### **3.2.1. Situación actual de la producción de bioetanol en México**

Las principales medidas mexicanas de promoción de agrocombustibles se tomaron en 2006 por parte de la Secretaría de Energía, apuntando a suministrar un 10% del consumo urbano por medio de bioetanol para el 2012, mientras se lanza además un programa en biodiesel. Por otro lado, es importante mencionar que a partir de la aprobación de la Ley de Desarrollo de Bioenergéticos aprobada por el Congreso de la Unión ha estimulado la producción de biocombustibles.

El país produce actualmente 56 millones de litros de bioetanol obtenido de la caña de azúcar, pero su consumo es de 164 millones litros lo que le

convierte en un importador neto<sup>15</sup>. El cultivo más importante para esos fines es la caña de azúcar, ya que el país tiene una significativa área cultivada (730 mil has en 15 estados). Los únicos dos ingenios que producen etanol en la actualidad se encuentran en Veracruz. Sin embargo existen otras plantas en construcción en los estados de Oaxaca y Tamaulipas esta última necesitaría 22 mil hectáreas de caña de azúcar para abastecer la capacidad de la planta. Por otra parte en México ya arrancó con permiso la producción de etanol a partir de maíz, en el estado de Sinaloa principal productor, la empresa productora Destilmex cuenta con 30 mil hectáreas y utiliza 300 mil toneladas de maíz y sorgo, anualmente, para bioetanol y pasta de maíz. Su principal mercado son los estados de Sinaloa y Sonora, en México, y California y Arizona, en Estados Unidos, según datos de esta empresa solo utilizará el 5% de la producción total de Sonora para la elaboración de etanol<sup>16</sup>. Pero es necesario señalar que el aumento de maíz para la elaboración de este combustible renovable, puede traer graves problemas en el incremento de precios de maíz y sus derivados, ya que el maíz en nuestro país ha sido un alimento principal a lo largo del tiempo para la dieta de los mexicanos.

### **3.2.2. Escenarios para la producción de etanol para combustible en México**

Los datos que se presentan a continuación son obtenidos del estudio “Potencialidades y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para transporte en México” y en el siguiente capítulo se realizará un análisis de cómo podría afectar el destino de cultivos para la elaboración de biocombustibles a la seguridad alimentaria.

---

<sup>15</sup> Honty, Gerardo y Gudynas, Eduardo. “Agrocombustibles y Desarrollo Sostenible en América Latina”. (Documento web PDF). 2007. [www.agrocombustibles.org/conceptos/AgroCombustiblesClaesOdelD07.pdf](http://www.agrocombustibles.org/conceptos/AgroCombustiblesClaesOdelD07.pdf) (Revisado 11 de Febrero 2008).

<sup>16</sup> Botello, Blanca E. “México mintió a la FAO” (Documento web) .2008.[www.cronica.com.mx](http://www.cronica.com.mx) (Revisado 4 de Septiembre de 2008).

Para la realización del estudio que anteriormente se mencionó, se tomaron en cuenta materia primas como: caña de azúcar, maíz, yuca, sorgo y remolacha azucarera para el caso del etanol. Con base en criterios de selección como: disponibilidad de una tecnología madura, costos, necesidades de inversión, superficie requerida, índice de energía neta y emisiones y mitigación de gases de efecto invernadero se seleccionó a la caña de azúcar como el cultivo más promisorio de inmediato. El estudio recomienda un programa de introducción gradual del etanol con tres fases o escenarios como se presenta en el cuadro de abajo. En la primera fase (2007-2012) se tendría como meta producir 411.9 millones de litros de etanol el cual se obtendría principalmente de mieles de caña de azúcar y se dirigiría a reemplazar al metanol en los éteres producidos en el mercado nacional (MTBE y TAME) para fabricar ETBE.

**Cuadro 9. Escenarios para introducción de etanol de combustibles en México**

ESCENARIOS	Demanda de etanol(millones de litros/año)
1. Sustitución de la producción nacional de MTBE por ETBE, en la capacidad de producción.	411.9
2. Sustitución total de los éteres por etanol a 5.7% en 44% de la gasolina (2% de oxígeno).	1110.6
3. Mezcla de 10% de etanol en toda gasolina del país (3.5 de oxígeno)	4406.3

Fuente: "Potencialidades y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para transporte en México".

El etanol como componente del ETBE fabricado en México correspondería a una penetración del 5.7% en volumen de un porcentaje de las gasolinas suministradas a las Zonas Metropolitanas. Para 2012, podría tener lugar la sustitución del 5.7% de todas las gasolinas de las áreas metropolitanas, correspondiendo a una demanda de 1110 millones de litros. De 2012 en adelante, y sobre la base de caña de azúcar y otros posibles insumos, como el cultivo múltiple anual sorgo dulce o maíz, el 10% de todas las gasolinas en

México podría ser reemplazado por etanol, correspondiendo a una producción de 4406 millones de litros<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> SENER. "Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el transporte en México". (Documento web PDF) .2006. [www.sener.gob.mx/webSener/res/169/Biocombustibles\\_en\\_Mexico\\_Resumen\\_Ejecutivo.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/169/Biocombustibles_en_Mexico_Resumen_Ejecutivo.pdf) (Revisado 22 de Febrero 2008).

## CAPÍTULO IV PRODUCCIÓN DE BIOETANOL Y AUMENTO DE PRECIOS

La búsqueda de nuevas fuentes de energía a través de insumos agrícolas ha originado una serie de polémicas entre la población entera, desde el incremento del precio de los alimentos, principalmente los cereales, hasta la disminución de superficie cultivada para alimentos del ser humano, pareciera que el incremento de precios de granos y la producción de bioetanol fueran dos temas que no tienen ninguna relación, pero la realidad es otra, estos se encuentran estrechamente ligados.

Este nuevo papel del sector agrícola como generador de materia prima para la obtención de combustibles no fósiles, ha causado ya algunas reacciones en el mundo, como la preocupación y el temor del desabasto de insumos para la humanidad en el futuro, por que al parecer la producción de etanol no es una moda, algo efímero que pronto se detendrá, al contrario la producción de estos combustibles renovables ha tenido una tendencia hacia la alza y se espera que siga creciendo.

En este capítulo se demostrará la relación y la incidencia que tiene la producción de etanol en la producción mundial de alimentos. Se muestra los resultados obtenidos de 4 años, pero se enfatizará en el año 2006 y 2007, por que en estos períodos es cuando los precios de los granos se incrementan mas rápidamente.

#### **4.1. Incidencia de la Producción del Bioetanol el Incremento de Precios**

El bioetanol se elabora principalmente de cereales y de caña de azúcar, por tal motivo en este apartado se hará énfasis del uso de estos dos cultivos como proveedores de materia prima para la producción de bioetanol. Los cereales y la caña de azúcar en conjunto representaron el 83% y 93% como materia prima para la producción mundial de etanol para el año 2006 y 2007 respectivamente, en este último año el aumento de porcentaje fue gracias a que se incremento el destino maíz como materia prima.

##### **4.1.1. Utilización de cereales para la producción de bioetanol**

Para la realización de este análisis se tomaron como referencia los países de Estados Unidos, China, Canadá y la región de la Unión Europea, ya que estos son los principales países productores que utilizan cereales (maíz, trigo y sorgo dulce) para la obtención de etanol. Asimismo la producción de este tipo de biocombustible, a partir de cereales represento el 45 y 53% del total, en el 2006 y 2007.

Para el cálculo se tomaron a consideración tres tipos de cereales maíz, trigo y sorgo dulce, el rendimiento promedio del maíz el principal grano que se destina para la obtención de etanol es de 350 litros de etanol por tonelada, el mismo rendimiento para el trigo, y para el sorgo dulce 40 litros por tonelada, En el cuadro que se muestra a continuación se arrojan todos los resultados obtenidos por país y el total del periodo 2004 a 2007.

**Cuadro 10. Utilización de cereales para la producción de etanol (Toneladas)**

PAIS	2004	2005	2006	2007	Variación 2007/2006 (%)
Estados Unidos	33,171,428.57	38,057,142.86	47,314,285.71	63,257,143.00	34
Unión Europea	1,100,000.00	3,200,000.00	3,400,000.00	2,900,000.00	-15
China	9,916,805.71	10,328,291.43	10,462,024.00	4,999,551.00	-52
Canadá	594,489.00	594,489.00	1,491,094.00	2,059,269.00	38
<b>TOTAL</b>	<b>44,782,723.28</b>	<b>52,179,923.29</b>	<b>62,667,403.71</b>	<b>73,215,963.00</b>	<b>17</b>

Fuente: elaboración propia

\*Nota: para el caso de la Unión Europea no fue posible conseguir los porcentajes de la cantidad de cereales destinada a producir etanol, por lo se tomaron datos elaborados de International Grain Council.

**Estados Unidos.-** este país utiliza dos tipos de cereales para la producción de etanol, el maíz y sorgo, siendo el primero el más importante, la producción de etanol a partir de este grano lo coloca en el primer lugar productor de bioetanol, el 90% de la producción total de etanol en E.U. se obtiene a través del maíz. La producción de etanol en Estados Unidos fue de 18.4 billones de litros en el 2006 y 24.6 en 2007.

Según los resultados obtenidos Estados Unidos incidió en 47, 314,286 toneladas de maíz en el 2006 y 63,257143 en el 2007 un incremento del significativo del 34%. La producción total de maíz de estados Unidos fue de 267, 600,000 en el 2006 y 306, 500,000 toneladas, lo que significa que se utilizo el 18% y 21% del total. En cuanto la utilización de tierras si se tiene un rendimiento de 9 toneladas por hectárea de maíz y la mayor producción de etanol en este país tendríamos una utilización de tierras de casi 7 millones de hectáreas.

**China.-** este país asiático ocupa el segundo lugar como productor de mundial de cereales, por lo cual el aporte para la elaboración de etanol es considerable. La producción de etanol lo realiza principalmente de maíz y trigo, y en menor proporción también utiliza sorgo. Después de Estados Unidos es el segundo país que mayor cantidad de cereales destina a la producción de

etanol. La producción de etanol fue de 3.9 y 1.8 billones de litros en el 2006 y 2007, respectivamente

Como se aprecia en la tabla de arriba desde el periodo del 2004 hasta el 2006 el destino de cereales para la producción de etanol tuvo una tendencia alcista, en el 2006 incidió en 10,462,024.00 toneladas de cereales y 4,999,551.00 en el 2007 un decremento notable del 52%, debido al aumento de utilización para el consumo humano, y la disminución de importaciones. De la producción total de cereales en China el destino para la producción de etanol represento cerca del 3 y 1.3% para el 2006 y 2007, se obtienen porcentajes al parecer poco significativos, por que la producción de cereales es muy grande.

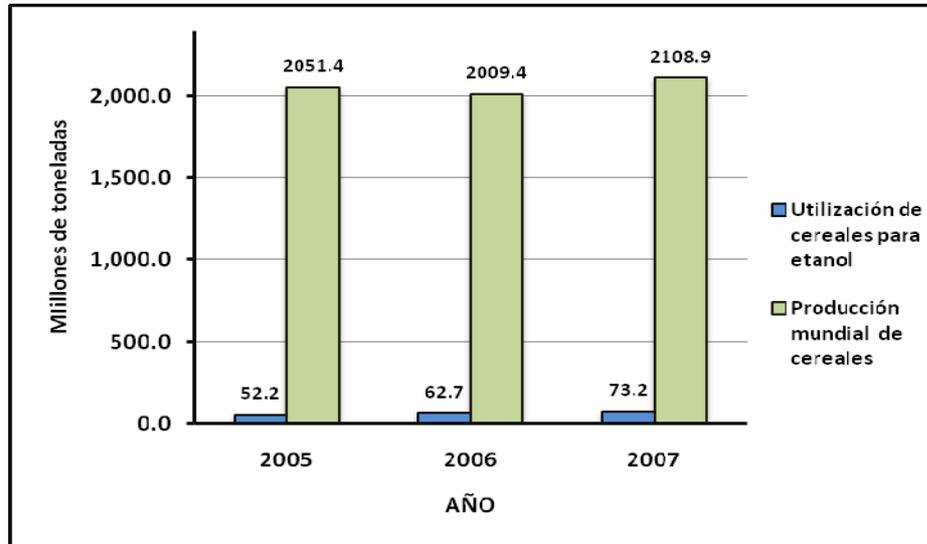
**Canadá.-** este otro país norteamericano le ha venido apostando a la producción de etanol, pero a diferencia de otros, este utiliza el trigo como principal materia prima, aunque también destina maíz en un menor porcentaje. La producción de etanol en el 2006 fue de un poco mas de medio billón de litros y para el 2007 800,827000 litros, el 90% de la producción total es a partir de cereales.

El destino de cereales para la producción de bioetanol incurrió en 1,491094 en el 2006 y 2,059269 en el año posterior un incremento significativo del 38%, es decir, el 3 y 4% de la producción total de cereales en Canadá se destina para producir este tipo de combustible renovable.

**Unión Europea.-** los países con mas producción de etanol de la Unión Europea son Francia, España, Alemania, Polonia y España, la materia prima principal es el trigo y otros cereales. La producción de este tipo de biocombustible fue de 2.3 y 1.9 billones de litros en el año 2006 y 2007. La utilización total de cereales para la producción de etanol en la Unión Europea fue de 3,400000 y 2,900000 toneladas en 2006 y 2007 respectivamente,

nótese que el destino de cereales para el bioetanol disminuyó, a consecuencia del decremento de la producción de estos.

**Figura 13. Utilización de cereales para etanol y producción mundial**



Fuente: elaboración propia en base cuadro 2 y 10

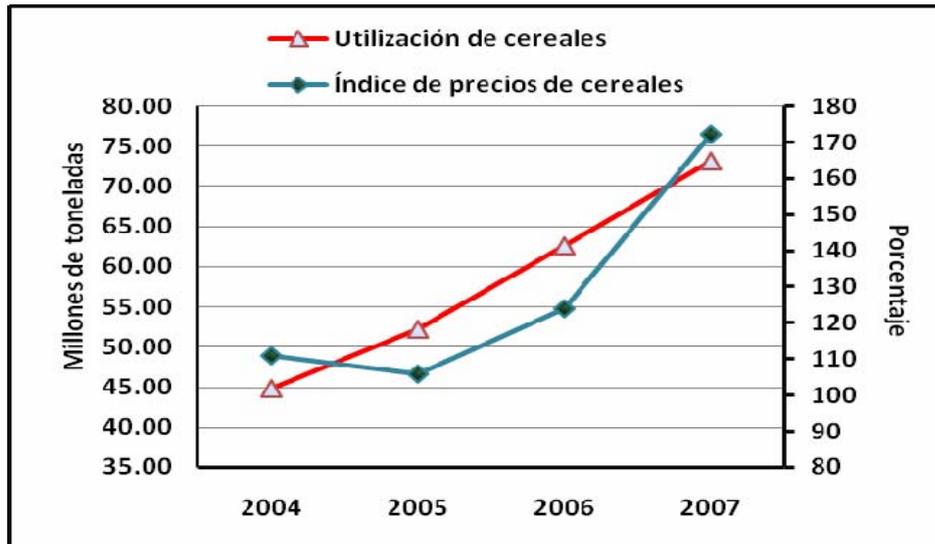
Por último, es importante realizar el análisis total, es decir, se destinaron 62, 667403.71 en el 2006 y 73, 215963 toneladas un año después, un incremento del 17%. La producción mundial de cereales fue de 2009.4 y 2108.9 millones de toneladas en el 2006 y 2007 lo que representa el 3.1 y 3.5 por ciento del destino para etanol, aunque cabe destacar que la producción de cereales engloba a más tipos de cultivos de los que se están estudiando (Figura 13).

#### **4.1.1.1. Relación causa-efecto del destino de cereales para la producción de etanol**

Es importante mencionar que una de las causas de que los precios de los cereales se hayan disparado de una manera acelerada en los dos últimos años fue incremento del destino de cereales como maíz, sorgo y trigo para la producción de etanol como se mostro en el cuadro 10, que se vio reflejado en el índice de precios de los cereales, como se puede observar en el siguiente

grafico (Figura 14), es notorio la correlación que tienen las dos curvas, es decir el aumento en el destino de cereales para producir el bioetanol provoco que también los precios de estos se hayan incrementado en el mismo periodo de tiempo.

**Figura 14. Relación causa-efecto de la producción de etanol a partir de cereales**



Fuente: elaboración propia con base a la figura 5 y el cuadro 10

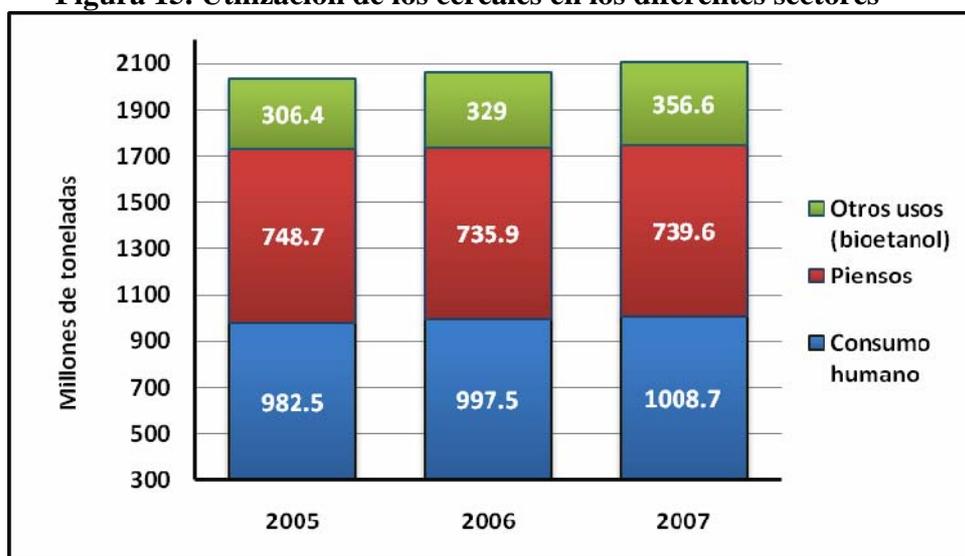
\*Nota: lado derecho índice de precios de los cereales, lado izquierdo cantidad de toneladas de cereales destinadas a la producción de etanol.

Por otro lado, el índice de precios de cereales el único año en que sufrió una disminución marginal fue en el 2005, esta disminución también se puede observar en los precios mundiales y nacionales presentados en el cuadro 1 y 6, mismo año en que las existencias aumentaron, debido a un aumento en la producción en los principales países productores. Ahora bien, el aumento porcentual de la utilización de cereales en el 2006 con respecto al año anterior fue de 20.1% mientras que el índice de precios de cereales en este mismo año aumento en 16.9%.

#### 4.1.1.2. Análisis sobre el impacto en el comercio y la utilización

Ahora bien es necesario realizar este análisis con los datos del segundo capítulo donde nos muestra que las exportaciones disminuyeron del 2006 a 2007 en 3,900,000 toneladas que probablemente se destinaron para la producción de etanol.

**Figura 15. Utilización de los cereales en los diferentes sectores**



Fuente: elaboración propia en base al cuadro 2

Por otra parte, si se aborda el tema de utilización se refleja la clara incidencia del destino de cereales para la producción de bioetanol, puesto que la utilización total de cereales aumentó en 24.8 millones de toneladas del año 2005 al 2006, lo que significa que la utilización para el consumo humano tuvo un incremento del 1.5%, para piensos una disminución marginal y el dato más importante lo manifiesta el destino de cereales para otros usos ya que aumentó en 22.6 millones de toneladas, y como sabemos en este rubro se incluye la utilización industrial (etanol) (Figura 15). Ahora bien, si examinamos lo que ocurrió en el año posterior será aun más notorio la incidencia, ya que el aumento de la utilización total de cereales del 2006 a 2007 fue de 42.6 toneladas de cereales, dividiendo la utilización total en los diferentes sectores,

el aumento para consumo humano fue de 11.2, para el caso de piensos de de 3.7 y para otros usos de 27.6 millones de toneladas, como podemos percatarnos en ese mismo periodo el aumento de utilización de cereales para bioetanol fue de 10.5 millones de toneladas.

#### 4.1.2. Utilización de caña de azúcar para la elaboración de bioetanol

En la sección anterior se realizó el análisis utilizando como materia prima los cereales, ahora se hará el análisis en base a la caña de azúcar segundo insumo que mas se utiliza para la producción de etanol. La producción de etanol a base de caña de azúcar en este análisis representa el 38% y 40% de la producción total mundial de etanol. Para este estudio se analizaron países como Brasil, India, Indonesia y Tailandia. Considerando un rendimiento de 75 litros de etanol por tonelada de caña de azúcar. En cuadro siguiente se señalan los resultados obtenidos.

**Cuadro 11. Utilización de caña de azúcar para la producción de Bioetanol (Ton.)**

PAIS	2004	2005	2006	2007
Brasil	201,577,467	213,604,400	226,945,200	253,626,800
India	21,011,760	20,420,520	22,830,960	2,364,960
Indonesia	2,223,467	2,223,467	2,274,000	2,728,800
Tailandia	3,365,520	3,592,920	4,229,640	3,602,016
<b>TOTAL</b>	<b>228,178,213</b>	<b>239,841,307</b>	<b>256,279,800</b>	<b>262,322,576</b>

Fuente: elaboración propia

**Brasil.-** principal productor a partir de la caña de azúcar y segundo mejor productor de etanol del mundo. Utiliza la caña de azúcar debido a las condiciones favorables de su país, la producción de etanol en el 2006 y 2007 fue de 17 y 19 billones de galones respectivamente utilizando como insumo la caña de azúcar, este uso industrial ha tenido un gran impacto en este país que

ha logrado sustituir el 40% de combustibles fósiles con la mitad de la producción de caña de azúcar.

Según los resultados que se lograron obtener se puede notar que cada año el destino de caña de azúcar para etanol a aumentado en Brasil, en el año 2006 incurrió con 226,945,200 y para el año posterior en 253,626,800 toneladas un incremento cerca del 12%. Además Brasil represento cerca del 97% como productor de etanol utilizando como insumo la caña de azúcar, para ello se utilizaron un poco mas de 3 millones de hectáreas en el 2007.

**India.-** la materia prima principal que maneja este país asiático es la caña de azúcar ya que el 90% de la producción de etanol es a partir de este insumo y para el esto recurre a otros insumos. La producción de etanol en los dos años que se esta tomando en cuenta para el análisis fue de 1.7 y 0.2 billones de litros, sin duda una disminución reveladora. La utilización de toneladas de caña de azúcar fue de 22,830960 toneladas en el 2006 y 2,364960 en el 2007, y para este ultimo año se destinaron 29, 562 hectáreas.

**Indonesia.-** los países anteriores y este además de ser grandes productores de etanol con la caña de azúcar también transforman una cantidad considerada de este insumo, al mercado de azúcar. La producción de etanol se incremento en un 20% en este país en el 2007 respecto al año anterior, favorecido por el aumento de la producción de caña de azúcar. El destino de caña de azúcar para la elaboración de etanol fue de 2,274,000 en el 2006 y 2,728,800 toneladas en el 2007.

**Tailandia.-** los países asiáticos han mejorado su producción en los últimos años aunque ha existido el aumento citado, la producción de etanol no se ha incrementado considerablemente, y peor aun en algunos países ha disminuido, como es el caso de Tailandia, donde la producción de etanol para el 2006 fue de 352,470,000 y para el año siguiente disminuyó en casi 15%.ya

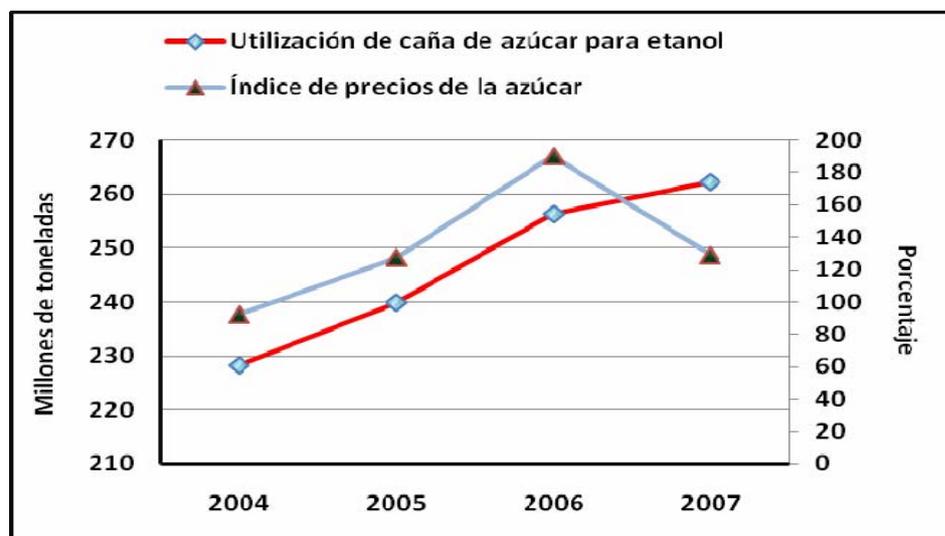
que encuentran en la azúcar un mejor mercado. El destino de caña de azúcar incurrió en el 2006 a un poco mas de 4 millones y en el 2007 3.6 millones de toneladas.

La utilización total de caña de azúcar para la producción de etanol en el 2006 fue de 256 millones de toneladas y para el 2007 ascendió ha 262 millones. Lo cual entre los 4 países incurrieron en 3.3 millones de hectáreas.

#### 4.1.2.1. Análisis comparativo de la utilización de caña de azúcar para etanol y el índice de precios de la azúcar

Por otro lado en el segundo capítulo se muestra las variaciones de lo que ha pasado con el mercado de la azúcar, por razones de que no se pudieron encontrar estadísticas de la producción de caña de azúcar que era lo mas indicado, se tuvo que recurrir al análisis del azúcar, pero de alguna manera tiene una relación directa con la caña de azúcar.

**Figura 16. Utilización de caña de azúcar para etanol y el índice de precios de azúcar**



Fuente: Elaboración propia con base a la figura 5 y cuadro 11

\*Nota: lado derecho índice de precios del azúcar, lado izquierdo utilización de caña de azúcar para la producción de etanol.

Se puede deducir que la producción de etanol a partir de la caña de azúcar no afectó a la crisis de alimentos al menos en el 2007, ya que como se aprecia en el capítulo segundo los precios mundiales de la azúcar se debilitaron de una manera significativa, después de las altas registradas en 2006. A diferencia de lo que paso con el índice de precios de cereales en la figura 14, donde este índice estuvo por arriba de la curva de la utilización en el 2007, en este caso nótese que el índice de precios de la azúcar se encuentra por debajo de la curva de utilización de caña de azúcar para la producción de bioetanol. El factor principal que explica la debilidad del mercado es el incremento de la producción en los países importadores habituales, como China, India y Tailandia, que deprimió la demanda de importaciones. Además a pesar que la caña de azúcar tiene un menor rendimiento en litros por tonelada tiene un mayor rendimiento que los cereales en toneladas por hectárea esto lo ser mas viable para la producción de etanol. Es decir de una hectárea de caña de azúcar se obtienen 6,000 litros y de maíz 3,500 litros.

#### **4.2. Como Afectaría a los Granos Básicos y Caña de Azúcar la Producción de Etanol en México**

En México no se puede realizar el mismo análisis que se hizo con el panorama mundial, debido a que la producción de etanol es reciente, pero si se puede realizar un análisis breve con base en el estudio realizado a petición de la Secretaria de Energía (SENER).

##### **4.2.1. Productividad de los cultivos estudiados**

La productividad agrícola e industrial obtenidos en el estudio realizado, se aprecia que el Maíz tiene el mayor rendimiento industrial se obtiene 398 litros por hectárea, pero es importante señalar que este cultivo es el que registra menor productividad agrícola. Si hablamos de la caña de azúcar pareciera el cultivo mas apto por que aunque su productividad industrial no sea mucha su productividad agrícola recompensa esto (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Productividad agrícola e industrial de los cultivos seleccionados**

Productividad	Caña de jugo	Maíz vía seca	Caña de jugo+ hidrolisis	Sorgo dulce	Yuca	Remolacha
Productividad Agrícola (t/ha.)	61	10	61	40	14	51
Productividad industrial (litro/t)	80	398	98	35	170	86

Fuente: elaboración propia con datos “Potencialidades y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para transporte en México”.

Otro cultivo que pareciera viable es la remolacha pero a diferencia de la caña este tiene un mayor costo de producción y para la obtención de etanol se necesita tecnología moderna.

#### **4.2.2. Necesidades de superficie para cubrir los escenarios**

Si se quiere cumplir con los escenarios que se presentaron en el tercer capítulo será necesario aumentar la superficie cultivada de los cultivos seleccionados. Cabe mencionar que la llamada frontera agrícola en México, se acerca a los 30 millones de hectáreas. En el año agrícola del 2003 la superficie cultivada fue de 21.8 millones de hectáreas, de las cuales 16.7 millones fueron de temporal y 5.1 millones de riego.

Obsérvese las necesidades de superficies cultivables para cumplir con los tres escenarios, sin duda se necesitará ampliar significativamente la superficie cultivada de caña de azúcar, ya que si se destinara toda la superficie que se siembra en la actualidad apenas y se lograría cubrir el tercer escenario, para el caso del maíz en el tercer escenario se utilizaría el 12% del total de la superficie cultivada en el 2007, Lo anterior sin duda afectaría la oferta de estos cultivos para el consumo humano lo que traería un desequilibrio de precios en el mercado.

**Cuadro 13. Superficie de cultivo requerida para cubrir los escenarios (miles de hectáreas)**

Escenarios	Tecnologías convencionales		Tecnologías innovadoras			
	Caña jugo directo	Maíz vía seca	Caña jugo+ hidrolisis	Sorgo	Yuca	Remolacha
1.Sustitución de la producción nacional de MTBE por ETBE	84	103	69	294	173	94
2.Sustitución total de los éteres por etanol a 5.7% en volumen	187	229	153	651	383	208
3. Mezcla de 10% de etanol en volumen en toda gasolina del país.	799	979	652	2,784	1,637	889

Fuente: elaboración propia con datos “Potencialidades y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para transporte en México”.

#### 4.2.3. Utilización de materia prima para la producción de bioetanol

Con los datos obtenidos por el estudio se puede calcular el requerimiento en toneladas para cubrir los tres escenarios que se plantean, los resultados se obtuvieron multiplicando la productividad agrícola y la cantidad de superficie requerida.

**Cuadro 14. Cantidad de toneladas requeridas (millones de toneladas)**

Escenario	Tecnologías convencionales		Tecnologías innovadoras			
	Caña jugo directo	Maíz vía seca	Caña jugo+ hidrolisis	Sorgo	Yuca	Remolacha
1.Sustitución de la producción nacional de MTBE por ETBE	5.1	1.0	4.2	11.8	2.4	4.8
2.Sustitución total de los éteres por etanol a 5.7% en volumen	11.4	2.3	9.3	26.0	5.4	10.6
3. Mezcla de 10% de etanol en volumen en toda gasolina del país.	48.7	9.8	39.8	111.4	22.9	45.3

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 12 y 13

En la actualidad México destina casi toda su producción de caña al mercado de la azúcar, entonces si se quisiera cubrir con los escenarios es vital aumentar la superficie sembrada en una buena parte, por que si el mercado del etanol ganara terreno sobre la misma superficie sin duda afectaría al mercado de la azúcar. Por otro el lado, una situación más crítica seria el destino de maíz, principal alimento en la dieta de los mexicanos, para la elaboración de etanol, ya que como se aprecia en el capítulo segundo la producción de este grano no alcanza a cubrir el consumo interno, por lo que se tiene que recurrir a importaciones en 7.5 millones de toneladas, equivalente a 32% de lo que consumimos. Sin ampliar la producción en el tercer escenario se estaría destinando cerca del 42% de la producción total actualmente. Para el caso del sorgo dulce se tendría que hacer un esfuerzo, por que este tipo de cultivo no tiene mucha extensión en México, además se necesita una tecnología no convencional para el proceso de transformación.

Cabe destacar que el destino de maíz para la producción de etanol en Estados Unidos casi triplica la producción de maíz en México, y sabiendo el porcentaje de importación de maíz en México, no resultaría conveniente destinar este grano gran esencial para producir etanol, ya que pueden existir otras alternativas, como la caña de azúcar que parece mas viable, o residuos forestales como el caso de Michoacán donde se esta destinando los residuos de aguacate para la producción de bioetanol.

## CAPÍTULO V PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL EN ESTADOS UNIDOS

Estados Unidos tuvo mucho que ver con el aumento de precios de los cereales, específicamente el maíz, en México y en muchas partes del mundo, por lo que el destino de maíz para la obtención de etanol aumento en 34% del 2006 a 2007, y en el segundo capítulo se observa que el precio de maíz y de otros cereales tuvo un mayor incremento en este periodo, por tal motivo en este capítulo se analizara las perspectivas que se pudieran presentar en este país, ya que sin duda las decisiones que tome este país afectara a México y a los países importadores .

### **5.1. Perspectivas de la Producción de Etanol**

La evolución de los cultivos agrícolas en Estados Unidos había estado desarrollándose con base a dos grandes motores: la demanda interna para alimento humano y forrajero, el segundo el mercado exterior. En la actualidad se ha incorporado un elemento, que si bien ya había estado presente en las tres ultimas décadas, en los últimos años se ha intensificado mas, la producción de etanol, cuyo crecimiento en la demanda de granos especialmente maíz, ha ido ganando terreno a las exportaciones y uso forrajero.

### 5.1.2. Proyecciones sobre la producción de etanol en Estados Unidos

En el cuadro de abajo se presentan las proyecciones del crecimiento de etanol a partir de maíz. Como primer punto véase que la capacidad de las plantas para la producción de etanol aumentaran en 1.4 billones de litros en los primeros tres años, equivalente a 3.6 millones de toneladas de maíz por año, a partir de 2011 la capacidad de producción de etanol sufrirá un decremento marginal, asimismo apréciase que la capacidad de producción total no es aprovechada totalmente, ya que se esta dejando de utilizar el 5% de la capacidad instalada.

**Cuadro 15. Proyecciones sobre la producción de etanol en Estados Unidos 2008-2015**

CONCEPTO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Capacidad de producción de etanol	31.7	33.2	34.7	35.9	36.8	37.8	38.5	39.3
Capacidad utilizada	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
producción de etanol	30.1	31.5	33.0	34.1	35.0	35.9	36.6	37.3
Producción de etanol de maíz	27.1	28.4	29.4	30.3	30.8	31.6	31.8	32.5
Otros granos forrajeros	3.0	3.2	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.0
Consumo de maíz para la producción de etanol	77.4	81.1	84.0	86.6	88.0	88.9	90.9	92.9

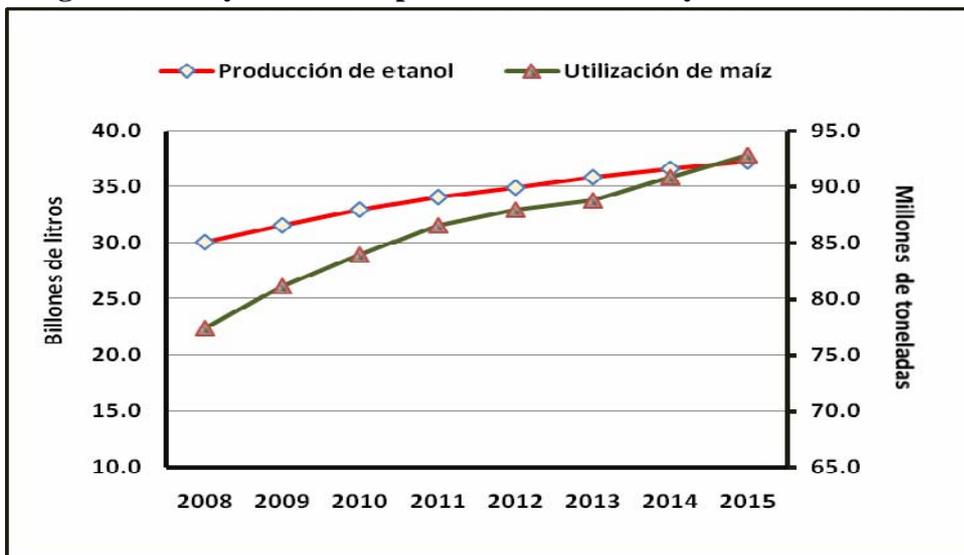
Fuente: elaboración propia con datos de contribution of the ethanol industry to the economy, of the United States February 2006.

\*Nota: la fila de consumo de maíz para producción de etanol fue elaboración propia y esta en millones de toneladas calculada con un rendimiento de 350 litros de etanol por toneladas de maíz. Además todos los datos se convirtieron de millones de galones a billones de litros de etanol.

Al parecer el crecimiento de la producción de etanol no parece tener fin, pues tras años este combustible renovable ha tenido un incremento desmedido, aunque el acrecentamiento de la producción en los próximos años será menor en comparación con los recientes años, este no dejara de crecer. El incremento promedio en los dos primeros años será del 4.7%, después seguirá creciendo pero en un porcentaje menor, se pronostica que el aumento porcentual promedio del 2008 al 2015 será de 3.1%.

Como se ha observado desde el capítulo anterior el destino de maíz para la producción de bioetanol, es el principal insumo dentro de los cereales, por lo que en la actualidad la producción de etanol a partir de maíz representa el 90%. De acuerdo a la tabla anterior se percibe que el maíz seguirá ocupando el primer lugar como principal materia prima para la obtención de etanol, aunque en el año 2014 y 2015 el porcentaje de utilización de maíz para bioetanol será de 87%, pero este decremento no recompensa el incremento en la producción. Del mismo modo que en el capítulo anterior se calculó el consumo de maíz para la producción de etanol, para estar al tanto de cuantas toneladas de maíz se destinara al mercado de este biocombustible. Se pronostica que el aumento de utilización de maíz para bioetanol se acrecentara 20% de la campaña 2008- 2015 (Cuadro 15).

**Figura 17. Proyecciones de producción de etanol y utilización de maíz**



Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 15

\*Nota: lado izquierdo producción de etanol, derecho utilización de maíz para la producción de etanol

En el gráfico que se muestra arriba (Figura 17) se refleja inmediatamente el acrecentamiento de la utilización de maíz para la producción de bioetanol, este se pronostica que será de 15.5 millones en la campaña 2008-2015, equivalente a 2.2 millones de toneladas por cada año. El fuerte incremento de la producción de etanol en Estados Unidos, que es

producido por el maíz, afectara la superficie cultivada de otros granos, el uso del producto en el mercado interno y los precios de las exportaciones.

## **5.2. Perspectivas Sobre la Producción de Maíz**

Anteriormente se analizaron las proyecciones del crecimiento de etanol en los Estados Unidos, principal país productor de bioetanol con maíz. Ahora bien, toca el turno de examinar las proyecciones sobre las estadísticas que pudiera presentar este cultivo. En el cuadro posterior se consignan algunos datos según previsiones de USDA.

### **5.2.1. Proyecciones sobre las estadísticas de maíz en estados unidos**

Para analizar las posibles proyecciones que se pudiera presentar, es necesario comparar con datos de años anteriores, por tal motivo también se muestran datos de años atrás. A primera vista obsérvese que la superficie sembrada tendrá un crecimiento marginal en los dos próximos años, resultado del incremento de los precios, para ello se tendría que destinar tierras que antes se utilizaban para el cultivo de soya a maíz, a partir del 2010 no crecerá mas, al menos hasta el año 2015 (Cuadro 16).

La disminución de la producción de maíz considerable en el 2006, aunado al aumento de maíz destinado para la fabricación de etanol, permitió que los inventarios iniciales disminuyeran notablemente en 6.9%, el problema se agravo mas aun en el 2007, ya que las reservas cayeron en mas del 50% (26.2 millones de toneladas) debido al gran incremento de utilización de maíz para etanol en 34%, equivalente a casi 16 millones de toneladas. Las proyecciones indican que el nivel mas bajo se tendrá en el 2010, con un stock de 14.7 millones de toneladas, pero si comparamos las existencias con el año 2005 nótese que se tenían existencias de casi cuatro veces mas (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Proyecciones sobre las estadísticas de maíz en Estados Unidos**

Concepto	CIFRAS ACTUALIZADAS			PROYECCIONES							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Superficie sembrada	33.1	31.7	34.8	36.0	36.0	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4
Inventarios iniciales	53.7	50.0	23.8	16.8	15.8	14.7	16.3	17.0	17.8	18.4	19.1
Producción	282.3	267.6	306.5	322.1	326.0	334.0	338.0	342.0	346.0	350.0	354.0
Oferta total	336.0	317.6	330.2	338.9	341.8	348.8	354.2	359.1	363.7	368.5	373.0
Consumo total domestico	231.7	241.6	264.9	276.6	280.7	284.1	286.8	289.7	292.5	295.3	298.2
Exportación	54.4	57.2	48.9	47.0	47.0	48.9	50.8	52.1	53.3	54.6	55.9
Demanda total	286.1	298.7	313.8	323.6	327.7	333.0	337.6	341.8	345.8	349.9	354.1
Inventarios finales	49.9	18.9	16.4	15.2	14.1	15.7	16.7	17.3	17.9	18.6	18.9

Fuente: USDA con datos de del Servicios de Información Económica (ERS/USDA), proyecciones realizadas en Noviembre de 2007.

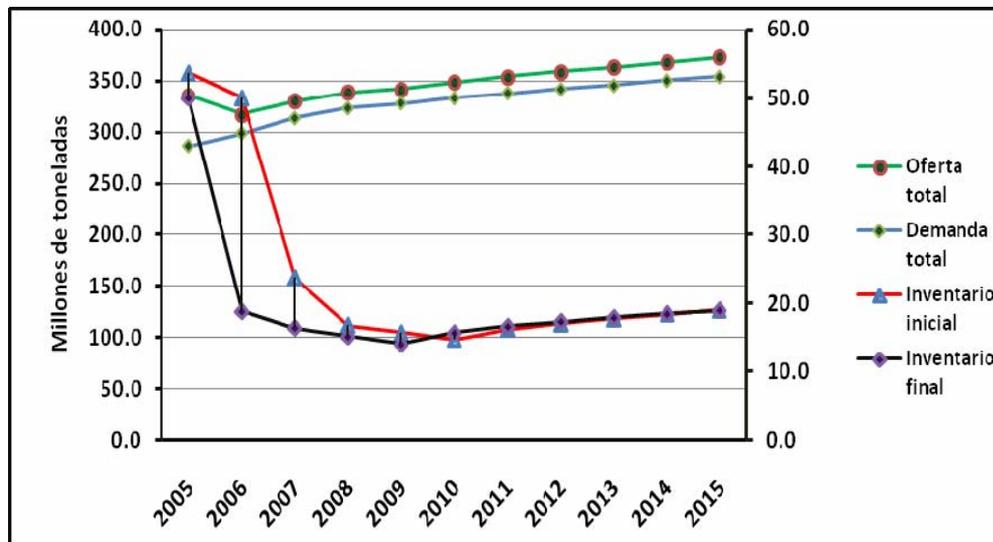
\*Nota: el consumo total domestico incluye el uso humano, industrial, residual y forrajero. También la superficie sembrada esta expresada en millones de hectáreas y todos los demás conceptos en millones de toneladas.

Por otro lado, si se analiza otro indicador muy importante como la producción de este maíz, nos podemos dar cuenta que según las proyecciones del USDA, se tendrá un crecimiento del 10% del 2008 al 2015, si la producción se incrementa también se incrementara la oferta como se muestra en el grafico de abajo (Figura 18). En cuanto al consumo domestico obsérvese que se tuvo un crecimiento del 10% en el 2007, con respecto al año anterior, es decir, en un año el aumento porcentual del consumo fue igual al aumento de la producción pronosticada en 7 años. Según las proyecciones dentro del consumo domestico el aumento para el consumo forrajero será lento, mientras el industrial (incluye etanol) se hallará muy dinámico.

Por otra parte, las exportaciones sufrieron su peor caída en el 2007, asimismo en el segundo capítulo nos indica que las exportaciones mundiales de cereales cayeron en este mismo año, de acuerdo a lo anterior se deduce que el mayor destino de maíz para etanol en este año, permitió que la oferta

hacia la exportación disminuyera lo que trajo como consecuencia que las exportaciones mundiales de cereales también hayan disminuido, y la teoría económica nos indica que cuando la oferta es menor que la demanda, los precios de los productos tienden a aumentar, este impacto repercutió en México, ya que buena parte del maíz que se utiliza en nuestro país es importado de Estados Unidos. De la misma forma las exportaciones no son tan alentadoras para los próximos años, ya que las proyecciones nos indican que en 2008 y 2009 tendrán su peor caída.

**Figura 18. Indicadores sobre la producción del maíz**



Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 16

\*Nota: lado derecho oferta y demanda total, lado izquierdo inventario inicial y final.

En el gráfico anterior (Figura 18) se muestran la oferta y la demanda total se puede apreciar que a lo largo de toda la campaña que se está pronosticando tiene la misma distancia, esto nos indica que aunque la producción crezca también lo hará la demanda.

### 5.2.2. Proyecciones de porcentajes de utilización de maíz para la producción de etanol

Tomando como referencia las proyecciones de utilización de maíz etanol que se calcularon en el apartado anterior y las proyecciones de producción de maíz que se muestran anteriormente resulta el cuadro siguiente:

**Cuadro 17. Proyecciones de porcentajes de utilización de maíz para la producción de etanol**

CONCEPTO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Producción de maíz (ton.)	322.09	326.02	334.03	337.96	342.03	345.96	350.03	353.97
Utilización de maíz para etanol (ton.)	77.4	81.1	84	86.6	88	88.9	90.9	92.6
Porcentaje (%)	24.03	24.9	25.15	25.624	25.73	25.7	25.97	26.16

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 15 y 16

En el 2007 la utilización del maíz para la producción de etanol fue de 21 % para el 2015 tendría un crecimiento del 5.16%, equivalente a 29,342857 toneladas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los precios de los cereales se incrementaron con más intensidad en el 2006, y más aún en el 2007, no solamente en el mercado internacional, sino que también en México. Los países que utilizan cereales para la producción de etanol son naciones que han desempeñado y desempeñan un papel significativo en el mercado de las exportaciones, al incrementar el destino de cereales como trigo y maíz para la obtención del etanol, permitió que las exportaciones decrecieran afectando a los países importadores como el caso de México, lo que contribuyó al incremento de precios. Dentro del grupo de cereales el maíz es el más cultivado más importante como materia prima para la producción del bioetanol, por lo tanto el aumento significativo de este grano jugó un papel trascendental para el incremento del precio, no solo para el mercado de este tipo de cereal, sino que también para los demás como para el sorgo y trigo. De los tres sectores donde se utilizan los cereales como son piensos, consumo humano e industrial (etanol), el que tuvo un mayor acrecentamiento fue el industrial, ganando terreno a los otros dos sectores.

Con esta investigación se puede señalar que el aumento del uso de cereales como materia prima para la producción de etanol, especialmente el maíz jugó un rol importante para que los precios de los cereales se incrementaran en una manera rápida en los últimos dos años, mientras el otro insumo importante como la caña de azúcar no tuvo un impacto significativo para que los productos derivados de este cultivo aumentaran al menos para el 2007, al contrario el precio de la azúcar sufrió un decremento significativo por el aumento de la producción, de esto se puede deducir que si quiere aumentar el mercado de bioetanol para la sustitución de gasolina es

conveniente utilizar materia prima que no ponga en riesgo la soberanía alimentaria internacional, otra alternativa para la producción de etanol puede ser por medio de desperdicios forestales, aunque para este proceso se necesita una tecnología muy avanzada y en la actualidad no se puede producir a gran escala.

Por otra parte la investigación permitió comprobar parte de la hipótesis ya que el mayor destino de materia prima para la producción de etanol contribuyó que los precios se incrementaran, aunque no hay que olvidar que también los otros factores que se presentaron en el principio de este trabajo como el cambio estructural en India y China, el aumento de precios de los combustibles fósiles, las condiciones climáticas, se prestaron para una mayor volatilidad en los precios agrícolas.

Asimismo se puede concluir que el fuerte incremento de la producción de etanol en Estados Unidos, que es producido por el maíz, afectó la superficie cultivada de otros granos, el uso del producto en el mercado interno y los precios de las exportaciones. Además las perspectivas en este país no son muy favorables ya que las proyecciones indican que la expansión en este país seguirá en los próximos años, lo cual podría seguir incrementándose el precio de maíz en los próximos años pero no como la misma fuerza de los dos últimos años.

Por otra parte se recomienda que en nuestro país no se destine materia agrícola (maíz, sorgo) para la elaboración de bioetanol como se muestran en los tres escenarios presentados por la Secretaría de Energía, ya que el maíz a lo largo de la historia ha sido un cultivo muy importante para la dieta mexicana y sobre todo para las poblaciones rurales, aunque con un programa eficiente se puede aumentar la superficie de caña de azúcar para producir este combustible renovable, sin afectar la superficie sembrada de otros cultivos.

## ANEXOS

### INDICES DE PRECIOS DE CEREALES, AZÚCAR Y DE ALIMENTOS MUNDIAL

AÑO	CEREALES	AZÚCAR	ALIMENTOS
2002	97	88	94
2003	101	91	102
2004	111	92	114
2005	106	127	117
2006	124	190	127
2007	172	129	157

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

### INDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR E INDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR AGROPECUARIOS EN MEXICO

AÑO	Índice de precios al consumidor agropecuarios	Índice de precios al consumidor
2002	100.2	100.5
2003	106.9	105.1
2004	115.4	111.7
2005	122.0	116.4
2006	125.9	120.7
2007	133.1	126.1

Fuente: Banco de México (BANXICO)

### PRODUCCIÓN DE ETANOL Y PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES

AÑO	PRODUCCION TOTAL	PRODUCCION EN E.U.	PRODUCCION EN BRASIL
2004	40.8	12.9	15.1
2005	46.0	14.8	16.0
2006	51.1	18.4	17.0
2007	49.7	24.6	19.0

Fuente: elaboración propia con datos de F.O. Licht

**PARTICIPACIÓN DE PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ETANOL AÑO 2007**

<b>PAIS</b>	<b>BILLONES DE LITROS</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>U.S.A.</b>	<b>24.6</b>	<b>49.5</b>
<b>Brasil</b>	<b>19.0</b>	<b>38</b>
<b>U.E.</b>	<b>2.2</b>	<b>4.4</b>
<b>China</b>	<b>1.8</b>	<b>3.6</b>
<b>Otros</b>	<b>2.1</b>	<b>7</b>

Fuente: elaboración propia con datos de F.O. Licht

## BIBLIOGRAFIA

- Banco de México. 2008. "Índice de precios al consumidor y agropecuarios". Applus México, S. A. de C. V. Certifica que la elaboración de los Índices y la es conforme con los requisitos de la Norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 ISO 9001:2000. D.F., México. Disponible en [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)
- Botello, Blanca E. 2008. "México mintió a la FAO". D.F., México. Disponible en [www.cronica.com.mx](http://www.cronica.com.mx)
- FAO. 2007. "Perspectivas alimentarias, análisis del mercado mundial". Sistema Mundial de Información y Alerta de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. 2008. "Aumento de los precios de alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas". Conferencia de alto nivel sobre la seguridad alimentaria mundial: los desafíos del cambio climático y la bioenergía. Roma, Italia. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. 2008. "Precios internacionales de productos básicos". Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org>
- Honty, Gerardo y Gudynas, Eduardo. 2007. "Agrocombustibles y Desarrollo Sostenible en América Latina". Centro Latino Americano de Ecología Social. Montevideo, Uruguay. Disponible en [www.agrocombustibles.org](http://www.agrocombustibles.org)
- ICCA. 2004. "Análisis de estudios de la cadena de etanol". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Nicaragua.
- INFOASERCA. 2006. "Etanol un elemento reciente en la dinámica económica mundial". *Claridades Agropecuarias*. Noviembre. No. 159. DF, México.

- INFOASERCA. 2007. "El impacto de los biocombustibles en las proyecciones agrícolas para Estados Unidos 2007-2016". *Claridades Agropecuarias*. Junio. No. 166. DF, México.
- INFOASERCA. 2007. "Perspectiva del uso del maíz para la producción de etanol". *Claridades Agropecuarias*. Abril. No. 164. DF, México.
- INFOASERCA. 2008. "El alza de precios de alimentos". *Claridades Agropecuarias*. Abril. No. 176. DF, México.
- Perrin, Ricardo K. 2008. [Ethanol and Food Prices]. "Etanol y precios de alimentos". University of Nebraska. Lincoln, Estados Unidos.
- Renewable Fuels Agency. 2008. "Historic U.S. fuel ethanol production". Estados Unidos. Disponible en [www.ethanolrfa.org/industry/statistics/](http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/)
- Rosegrant, Mark W. 2008. [Biocombustibles y precios de granos]. "Biofuels and Grain Prices". Washington, D.C. Disponible en [www.ifpri.org](http://www.ifpri.org)
- SAGARPA. 2008. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. D.F., México. <http://www.sagarpa.gob.mx/>
- SAGARPA. 2007. "Balanza de disponibilidad-consumo de productos agropecuarios 2006-2007". Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D.F. Disponible en [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- SENER. 2006. "Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el transporte en México". D.F., México. Disponible [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)
- SIAP. 2007. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. D.F., México. Disponible en [www.siap.gob.mx/](http://www.siap.gob.mx/)

USDA. 2008. United States Department of Agriculture. Estados Unidos.  
Disponible en [www.usda.gov/wps/portal/usdahome](http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome)

Vergagni, Gustavo. 2004. "La industria del etanol a partir del maíz". Maizar.  
Buenos Aires, Argentina. Disponible en [www.maizar.org.ar](http://www.maizar.org.ar)

Von Braun, Joachim .2007. "La situación alimentaria mundial: nuevos factores y  
acciones necesarias". Washington, D.C. Disponible en [www.ifpri.org](http://www.ifpri.org)

Von Braun, Joachim. 2008. [Biocombustibles, precios de alimentos y los  
pobres]. "Biofuels, International Food Prices, and the Poor". Washington,  
D.C. Disponible en [Disponible en www.ifpri.org](http://www.ifpri.org)