



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**“ETANOL: ANÁLISIS DE LAS REPERCUSIONES Y PERJUICIOS
DEL USO DE AGROCULTIVOS COMO FUENTES DE ENERGÍA”**

T E S I S

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

PRESENTA

Cristóbal Escartín Baños

**Asesor de Tesis:
Dr. Benjamín García Páez**



México D.F. 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*“No para siempre en la tierra, solo un momento aquí,
Aunque sea de oro se rompe,
Aunque sea de jade se quiebra,
Aunque sea plumaje de quetzal, se desgarrar,
No para siempre en la tierra, solo un momento aquí...”*

...Netzahualcóyotl...

A mis padres, que con su apoyo durante toda la carrera me impulsaron hasta el final;

A mi esposa, quien nunca dejó de apoyarme moralmente y cuya llegada a mi vida me dio un alimento de seguir adelante;

A mi hija, quien me dio la suficiente inspiración para no decaer;

A mi asesor, quien constantemente me encamino en el sendero profesional;

A quienes leyeron este trabajo y me apoyaron para poder mejorarlo.

Índice

Introducción

Capítulo I SUSTENTABILIDAD Y SITUACION ENERGETICA

- Desarrollo sustentable y el crecimiento económico.....9
- La Situación de los hidrocarburos y el gas natural; la disponibilidad de los recursos energéticos fósiles..... 12
- Las energías renovables.....16

Situación Energética en México

- La producción de petróleo.....20
- Las energías renovables25
- La bioenergía26

Capítulo II HERRAMIENTAS DE ANALISIS ECONOMICO

Producción y avance tecnológico

- La producción.....30
- Las economías de escala.....33
- El avance tecnológico.....35
- Frontera de posibilidades de producción.....35
- Externalidades en la producción.....37
- Externalidades e ineficiencia.....38

El mercado

- El monopsonio.....41
- El costo social del monopsonio.....42
- Fuentes de poder del monopsonio.....42

Crecimiento económico y medio ambiente.....43

- Análisis de impacto ambiental.....46
- Análisis de rentabilidad.....46
- Análisis costo-beneficio.....47
- Cuestiones teóricas y su relación con el medio ambiente.....48

Capítulo III LA INDUSTRIA DEL ETANOL EN MEXICO

- Antecedentes.....50
 - Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos.....50
 - ¿Qué es el etanol?.....52
- Los cultivos en juego: el maíz y la caña de azúcar.....53

- Situación del maíz.....55
 - El etanol de maíz.....60

- Producción de etanol de maíz, el caso del Estado de Sinaloa.....64
- El caso de Destilmex (Grupo Zucarmex).....67
- El caso de Mexstarch S. A. de C .V.71
- Situación de la caña de azúcar.....74
 - El etanol de la caña de azúcar78

Capítulo IV LA PRODUCCION DE ETANOL Y COSTOS DE PRODUCIRLO

- La producción y costos.....81
- Brasil : una lección de bioenergía para México.....82
- Las agroindustrias del maíz y la caña de azúcar.....87
 - La situación industrial del maíz.....87
 - La situación industrial de la caña de azúcar.....89
- Los costos en general para producir etanol.....92
 - La materia prima.....93
 - Las inversiones.....93
 - La energía93

Capítulo V IMPLICACIONES DE LA PRODUCCION DE ETANOL EN MEXICO

- Implicaciones con la producción de etanol.....95
 - La reducción de los GEI (Gases de Efecto Invernadero).....97
 - Cambios en el uso del suelo.....97
 - El consumo de agua.....101
 - La transferencia de tecnología.....105
- Las materias primas.....109
 - Precios.....109
 - Variación de precios.....110
- Mercado de las gasolinas.....112
- La población del sector agrícola.....119
- El medio ambiente.....124

CONCLUSIONES.....132

Bibliografía

Anexo Estadístico

Introducción

En los últimos años el planeta tierra ha registrado incrementos de temperatura en la superficie terrestre, provocando variaciones de importancia en el clima. Una mínima variación de apenas 0.5 grados en la temperatura global a traído consigo cambios en los ecosistemas del mundo.

Este es un fenómeno netamente humano, causado principalmente por la combustión de energéticos fósiles y no renovables, como el petróleo y la energía nuclear, además de otras que en su proceso de obtención, incluyen la quema de hidrocarburos, fuente principal de la alta emisión de gases contaminantes causantes de el llamado “Efecto de invernadero”, el culpable del cambio climático.

Para la reversión o al menos la disminución de este efecto, los gobiernos del mundo están poniendo en marcha proyectos y programas que lleven a la disminución de estos gases de efecto invernadero. Esta preocupación mundial se refleja en la elaboración de este trabajo tratando de impulsar una de las iniciativas más próximas que contribuirá a la disminución de los efectos del cambio climático. La obtención de energía a partir de organismos naturales vivos, jugara un papel importante en los próximos años, y a partir de entonces será común para nosotros escuchar la palabra bioenergía en cualquier lugar.

El Etanol, un biocombustible producido a partir cultivos ricos en azúcares y almidón como el maíz y caña de azúcar, entre otro cultivos, es para muchos una solución rápida y económica para llevar a cabo este trabajo de la disminución de la emisión de gases tóxicos. La producción de Etanol promete ser un sustituto de la gasolina en el mediano plazo, y ofrece una buena alternativa, tanto para retener el cambio climático, como para mejorar el bienestar de la población agrícola, y es a diferencia de los hidrocarburos, una fuente de energía renovable.

Por estas y otras razones en este trabajo, se informa porque es un imperativo iniciar el proceso de transición de las energías fósiles y no

renovables a las energías renovables, esta investigación pondera los beneficios y perjuicios que el etanol trae consigo.

En México este tema es nuevo, y las primeras empresas en el tema ya están poniendo cartas en el asunto, asegurando que este biocombustible se enfila como un catalizador del desarrollo sustentable para muchas naciones.

No obstante, este biocombustible ha estado rodeado de críticas que ponen por un lado las bondades de este combustible verde y por otro lado los perjuicios ambientales que representa su producción. Es importante señalar que este alcohol ha sido producido desde hace varias décadas en México, sin embargo el destino final era principalmente la industria de las bebidas alcohólicas, pero también en algunos casos dedicados a la autogeneración de energía eléctrica en los ingenios azucareros.

La producción de biocombustible en México, nace a iniciativa de los países por contrarrestar los efectos del cambio climático.

Según los estudiosos la producción de etanol en México debe estar fuertemente regulada, ya que las deficiencias que presenta el campo mexicano, así como las agroindustrias del maíz y la caña de azúcar, limitan su difusión de forma acelerada para combatir el cambio climático. Además de que la infraestructura para su fabricación no es la adecuada, haciendo necesarias altas inversiones, aunque cabe destacar que los ingenios que tradicionalmente han producido el alcohol etílico (nombre común), llevan ventaja, pues cuentan ya con capacidad instalada, por lo que las inversiones en estos ingenios es más baja, destinada a solo modernizar y reestructurar las instalaciones.

Entrar al mercado del etanol requiere de competitividad y productividad, primero en el campo mexicano ya que los rendimientos de producción por hectárea deben de estar a la altura de los grandes productores. En segundo lugar, la productividad en la obtención del etanol. Claro está, que para la obtención del etanol, México aun está muy limitado en sus procesos de obtención (fermentación y destilación), respecto de otros países que

históricamente lo han producido, como lo es Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea.

Un primer problema que enfrenta el país, es la seguridad alimentaria, ya que desde hace tiempo México dejó de ser autosuficiente en la producción de maíz, por lo que tiene que importar el faltante; no es el caso de la caña de azúcar la cual por el contrario, presenta excedentes de producción. Para los demás cultivos en cuestión, México aun tiene poco conocimiento por lo que encontramos más limitado su uso como materia prima.

Un segundo problema, es la falta de regulación y normatividad ambiental, ya que la producción de etanol representa también una buena disponibilidad de tierras fértiles, agua y tecnología que permitan su producción a estándares internacionales. Pero la falta de esta legislación ambiental puede desencadenar en grandes problemas sociales por las diferentes regiones de influencia, las mafias agropecuarias y las ganancias que esta agroindustria generará.

Los biocombustibles, por un lado, ofrecen una alternativa real a los combustibles derivados del petróleo, generando empleos y elevando la productividad en la agricultura, pero, por otro, hay quienes advierten que son una amenaza real para la seguridad alimentaria y la biodiversidad.

Estas y otras razones hacen que el tema merezca una minuciosa revisión y análisis en cuanto a las consecuencias que pueda traer para un país como el nuestro, que no es pionero, si no amateur en el terreno de los biocombustibles, es necesario saber más sobre lo que implica producir este alcohol, que ha desatado una euforia mundial.

Así mismo el interés por elaborar una investigación de este tipo, nace a raíz de lo que el mundo enfrenta en el ámbito energético. Los países del mundo están tomando iniciativas que permitan disminuir la dependencia del petróleo e incrementar la variedad de fuentes de energía.

El camino que la mayoría sigue es el de los biocombustibles, especialmente el bioetanol y el biodiesel, etiquetándolos como las mejores alternativas para el combate a las emisiones de GEI. Sin embargo, el interés que se deposita en las demás fuentes de energía renovables es mínimo, principalmente por los altos costos que representan las inversiones en plantas eólicas, plantas geotérmicas o plantas de generación de electricidad a través de la energía solar, o según la materia prima a utilizarse.

Bajo esta visión este trabajo de investigación alerta de que “todo depende del cristal con que se mira”, es decir, en la realidad no todos los proyectos persiguen un afán por el cuidado del medio ambiente, sino más bien siguen la obsesión del dinero. Desgraciadamente muchos de los inversionistas pasan por alto el tema ambiental, y los estados del mundo poco hacen para enfrentar estos desafíos para el crecimiento económico.

Así que la intención de esta elaboración también es sumarse a los archivos y documentos existentes que insinúan la otra cara de los biocombustibles. Para México este tema es de vital importancia ya que los orígenes de la industria del etanol, como muchas otras, se encuentra en el sector agrícola pobre del país, por lo que dirección que esta industria tome, impactara directamente en los sectores más pobres del país.

La investigación se limita al análisis de solo dos cultivos, sabemos que hay una gran variedad de ellos como materia prima, pero en este caso es el maíz y la caña de azúcar, los cultivos que atraen toda nuestra atención, en el primer caso por lo “polémico” que podría ser su uso; y en el segundo caso, por el reto que representa para la agroindustria de la caña de azúcar.

La principal aplicación del etanol, es la energía que como combustible puede dotar al país. Si bien el etanol representa una alternativa que permita, aumentar los beneficios de los productores de estos “agroenergéticos”, aumentar la efectividad de los combustibles como la gasolina y el diesel, y en el mediano plazo la posibilidad de la sustitución de los mismos, además de que para los procesos productivos que incluyen estos combustibles, representa una

disminución de costos y mayor efectividad; ¿es esta la línea que debemos de seguir?

Hasta el momento el mundo habla y habla de los beneficios del etanol, pero sin en cambio ¿Cuál sería la razón que frenase esta posibilidad?

En México las primeras empresas interesadas en el tema empiezan a producir el etanol, esto significa que, son las empresas privadas las que llevarán la pauta del nuevo orden energético.

Sobre la producción del etanol en México, resulta que una de las materias primas (el maíz), es un alimento básico para la dieta diaria de la población mexicana, a la par del problema de que el país no produce lo suficiente para su autoconsumo. Los nuevos productores de maíz que entraran al mercado del biocombustible, harán que el precio del grano aumente, entonces, ¿En realidad es un benéfico para la población del sector agrícola, la producción de etanol?

La posibilidad de ampliar el portafolio de fuentes de energía, proteger al medio ambiente y apoyar el desarrollo económico y social del país son razones de peso suficiente para considerar seriamente la necesidad de una política pública de fomento de la bioenergía en México.

La presente investigación plantea la siguiente hipótesis:

La producción de etanol en México a base de maíz, caña de azúcar o cualquier otro cultivo, crea tantos perjuicios, como los beneficios que se le atribuyen, pues muchos de los proyectos en este sentido dejan a un lado los impactos ambientales, a sabiendas de que en varios casos las externalidades que se producen, impactan sobre la biodiversidad y los ecosistemas en las áreas de influencia.

Este hecho pone en entre dicho la producción de combustibles verdes, asociado a la baja productividad de la caña de azúcar y a los déficit históricos en el caso del maíz, por lo que México debe avanzar primero en suprimir estas desventajas, para luego entrar de lleno al mercado del etanol. Por lo que si México produce etanol, debe hacerlo a escala experimental y no a gran escala,

ya que aunque ésta producción sea para exportación los impactos en los precios, ambiente y sociedad (rural principalmente), deteriorarán el nivel de vida es éstas personas.

Por otra parte, esta investigación persigue como objetivo principal evaluar la viabilidad económica-social y ambiental de la producción de etanol en México.

Es de vital importancia mostrar al lector que la producción de etanol, no es en realidad una opción de desarrollo sustentable para México en el corto y tal vez en el mediano plazo, pues para su cometido, antes habrá devastado parte de los ecosistemas en las zonas que se producirá, mediante la sobreexplotación de suelos, mantos acuíferos y problemas como la erosión y la deforestación.

En esta investigación se exponen los elementos y características que hacen del etanol una alternativa energética eficiente, de la aplicación de este como un combustible, además de su contribución en la retención del cambio climático.

Por otro lado se muestran también lo que implica producirlo, ya que en el país actualmente no está conforme a las circunstancias requeridas para su fabricación, en las condiciones ideales.

A mayor abundancia, entre los objetivos específicos que esta investigación se propone se encuentran los siguientes:

- Enterar a la población lectora de lo que es el etanol, sus características, sus aplicaciones, sus beneficios y demás cosas relacionadas a este tema en México.
- Tratar de hacer que esas personas que leen este trabajo, tomen conciencia de la problemática actual sobre el cambio climático, y así adoptar una cultura por el cuidado del medio ambiente.

- También mostrar porque el etanol se puede convertir en un problema social y económico, que lleva a la población a un menor bienestar.
- Por último, pretendo que los lectores comprendan que la transición energética debe de suceder ahora, porque si no se le da la importancia, cuando las reservas de petróleo estén por agotarse, las inversiones de urgencia para cambiar nuestras fuentes de energía, pueden ser muy altas.

En el marco de las premisas anteriores, la presente investigación se reporta con la siguiente estructura capitular. En el capítulo primero se ejercita una valoración teórica sobre el papel que cumple la energía bajo cualquiera de sus formas en el crecimiento y el desarrollo económico sustentable. Así mismo se revisan diferentes conceptos, estructuras de mercado, a fin de evaluar la organización industrial en el sector energético. En el capítulo segundo se caracteriza la industria del etanol en México con el propósito de inducir en el lector el concepto de etanol y cual es su estado de arte en México. En el capítulo tercero el esfuerzo de investigación desciende al análisis de costos de fabricación del etanol en función de diferentes tecnologías subrayando el liderazgo que juega Brasil en la región. El capítulo cuarto, se dedica al análisis costo beneficio social de la producción de etanol en México, es decir, no solo se traen a discusión variables económicas y financieras, sino también la dimensión medioambiental y ecológica sin cuya valoración no debería de tomarse ninguna decisión de política pública. Finalmente, la investigación presenta las conclusiones más relevantes a las que se arriban.

No esta de sobra pronunciar que no obstante el beneficio recibido a raíz de las observaciones y recomendaciones de mis sinodales, las inferencias del trabajo de tesis aquí plasmadas y quizás los juicios de valor que se emiten, son de mi entera responsabilidad.

CAPITULO I SUSTENTABILIDAD Y SITUACION ENERGETICA

Desarrollo sustentable y crecimiento económico

Hablar de crecimiento económico, es hablar de impacto ambiental, y es que este último concepto constituye el costo mayor de crecer, ya que grandes extensiones de selvas, bosques, zonas acuíferas y demás, se están perdiendo, por lo que muchos especialistas lo consideran elemento clave del desarrollo, pero si no fuese así, como se conseguirían los recursos para hacerlo. Sin embargo mucho se ha dejado de lado la importancia de este tema, a pesar de que nos afecta a todos por igual, el impacto ambiental no es parte del todo a la hora de diseñar la política macroeconómica de los países, y ni mucho menos en los intereses de los inversionistas y empresarios, ni en los productores y por falta de cultura moral ni en los consumidores, quienes en parte son provocadores de altos índices de contaminación.

Los problemas medioambientales tienen de hecho antecedentes históricos y son abundantes al momento de revisar la historia, pero no ha sido sino hasta finales de siglo XX cuando el interés en preservar al máximo los recursos naturales de la tierra, y tratar de mantener estables los equilibrios en los ecosistemas, que se ha iniciado a trabajar en políticas económico-ambientales, que tienen como objetivo un mayor crecimiento y desarrollo económico de las regiones habitadas por el hombre, al mismo tiempo que se sostenga o mantenga bajo control la explotación de los recursos naturales, y en su caso la iniciativa de regenerar los acervos ambientales. Es entonces en el quehacer de la economía ambiental trabajar en el análisis de las relaciones que existen entre la calidad del medio ambiente y el comportamiento económico de las personas, sea individual o colectivamente, en todos sus aspectos.

En esta época, como en ninguna otra el hombre ha utilizado “irracionalmente” los recursos naturales, deteriorando la disponibilidad de los mismos, razón por la cual hoy en día los patrones de consumo de insumos esta cambiando, principalmente en el sector energético.

Para disminuir esta agresión al medio ambiente, como se dijo antes, las políticas de desarrollo deben de incorporar y tomar en cuenta el impacto ambiental que estas provocaran. Lograr un “desarrollo sustentable” implica entre otras cosas crecer pero mantener los acervos medioambientales, es decir, *Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.*¹

El alcance de la definición explica la interdependencia entre la economía y el medio ambiente, sin embargo debe de incorporar tres partes primordiales: el ambiente, la economía y la sociedad, esta ultima porque cuando existe un bienestar o un equilibrio económico, por lo regular trae consigo un bienestar social, pero ambos directamente relacionados con la situación ambiental, ya que puede haber una bonanza económica, con poco impacto ambiental, o en su caso más visto y por lo regular lo que se vive en el mundo, a costa de un gran deterioro ambiental.

Las condiciones actuales respecto a los patrones de consumo han llevado en muchos casos al límite del agotamiento de ciertos recursos naturales, (y para efecto de este trabajo, el agotamiento de los hidrocarburos), debido al uso excesivo de recursos, la grave contaminación y la degradación ambiental, que muestran como las sociedades del mundo están destruyendo los sistemas que son pilares para la vida y que sustentan las actividades económicas. Por lo anterior es necesario que se reordenen las alternativas de sustentabilidad, de forma que se camine en dirección a mitigar los problemas ambientales cada vez más complejos y perpetrar una transición ordenada mediante un desarrollo que distribuya equitativamente los beneficios del progreso económico, delimitando el uso ecológico para poder asegurar su perseverancia en el largo plazo. Al mismo tiempo se debe de lograr una mejoría en la calidad de vida de los habitantes, para que una vez haber crecido económicamente, se logre el desarrollo.

¹ El término se empleó por primera vez en el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): *Nuestro Futuro Común* ONU (1987-12-11), con anterioridad se definió como “Desarrollo sostenible”, en la Conferencia de Estocolmo, Suecia, de la ONU sobre el medio ambiente en 1972.

La ausencia de desarrollo constituye una patología, pero es cada vez más cierto que la presencia de éste de acuerdo a patrones y pautas tradicionales y convencionales de crecimiento, es también una patología debido a sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la calidad de vida. El crecimiento implica un incremento en tamaño y volumen, que expresa un fenómeno cuantitativo, mientras que el desarrollo al procurar la realización y alcances de las potencialidades humanas es un fenómeno cualitativo. En ciertas fases el desarrollo requiere del crecimiento, particularmente local. Sin embargo ningún sistema puede prolongar el crecimiento de manera infinita, mientras que el desarrollo es concebible en largos periodos bajo ciertas pautas y patrones².

De la misma forma el hecho de que algún sistema haya alcanzado la sustentabilidad, es decir, que se encuentre bajo las condiciones del desarrollo sustentable, no quiere decir que los recursos se han convertido en infinitos o que el sistema perdurara por siempre, simplemente se alude al hecho de que se ha emprendido a mantener una duración de la vida, consistente con su escala de tiempo y espacio. El desarrollo sostenible ha sido empleado desde hace más de 30 años en un esfuerzo de integrar todo tipo de necesidades dispares, como la erradicación de la pobreza, el desarrollo económico, el mejoramiento de las leyes y normas que afectan a la sociedad o para la conservación o restauración de los recursos naturales, previamente dañados por actividades del hombre.

El desarrollo energético sostenible será muy difícil aspirar si no se pasa por estrategias energéticas sostenibles. Las tendencias energéticas actuales como las energías renovables crean propuestas para lograr a las metas del desarrollo sostenible. Para lograr una nueva propuesta energética se tiene que contemplar:

- Uso eficiente de la energía, en especial por parte del consumidor final.
- Aumento del uso de las fuentes de energía renovables

² SALDIVAR V. Américo, "De la economía ambiental, al desarrollo sustentable; alternativas frente a la crisis de gestión ambiental", FE, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), México, pág. 59.

- Uso de nuevas tecnologías para reducir el consumo de combustibles fósiles.

El desarrollo sostenible es indispensable para que la humanidad pueda lograr un mundo duradero. La pobreza es uno de los problemas mayores y más urgente del mundo. El vínculo pobreza-energía no ha sido suficientemente atendido a pesar de que la energía tiene una importancia vital para satisfacer las necesidades básicas de la humanidad, en particular, nutrición y salud. Un gran número de personas no disfruta de los beneficios de las fuentes de energía y aparatos modernos.

La situación de los hidrocarburos y el gas natural; la disponibilidad de los recursos energéticos fósiles

Cada momento en el mundo algo se produce, por lo tanto es demandada cada vez más energía, misma que cada vez está más próxima a agotarse si se habla de fuentes de energía no renovable, y en caso específico el petróleo. ¿Qué es lo que está sucediendo con este importante residuo geológico?

Desde antaño la economía mundial se ha visto impulsada por la energía petrolífera, sin embargo ahora no se descarta la posibilidad de que a mediados del siglo XXI este hidrocarburo pueda agotarse, debido a la alta extracción de los depósitos de este, pero siendo realistas, mientras esto aun no ocurra la importancia de contar con este insumo en el futuro se vuelve vital para las economías, y principalmente las que carecen de yacimientos de petróleo. La verdad de esta situación es que la demanda de este combustible fósil sigue en ascenso, debido a la carrera de grandes potencias como EU por seguir siendo la potencia económica, pero también ³de otras emergentes, como es el caso de China e India.

El interés por asegurar la provisión en el futuro a causado una gran movilización de intereses y estrategias para conseguirlo en todo el mundo, los EU han optado por una estrategia diplomático-militar para incursionar en los

³ BARBOSA, Fabio. *“El petróleo en los hoyos de Dona y otras áreas desconocidas del golfo de México”*, primera edición 2003, Editorial Miguel Ángel Porrúa, p. 95-96.

⁴ GARCIA Reyes, Miguel y Ronquillo Jarillo, Gerardo. *“Estados Unidos, petróleo y geopolítica: las estrategias petroleras como un instrumento de reconfiguración geopolítica”*, Editorial Plaza y Valdés, enero del 2005, México, p. 86

territorios que contienen estos depósitos, no obstante y como es de esperarlo, los países que mantienen bajo su control estas áreas se ven obligados a resistirse, y a tener que enfrentar guerras injustas y acciones diplomáticas agresivas con la intención de arrebatarse el preciado producto.

Hoy en día los yacimientos de crudo que se encuentran en tierra se están agotando, al igual que los que se encuentran en los mares en agua poco profundas, lo que significa que los grandes yacimientos se encuentran ahora a una mayor profundidad, y el problema aquí es que no se cuenta con la tecnología necesaria para lograrlo, de hecho en la actualidad ni siquiera existe la tecnología para hacerlo³.

En el mundo se consumen aproximadamente 82 millones de barriles de crudo al día y en equivalencia unos 31 millones de barriles de gas natural, 43 millones de barriles equivalentes de carbón y 17 millones de barriles equivalentes de todas las demás fuentes juntas⁴.

Sin embargo tan solo el principal consumidor de petróleo en el mundo, los EU, consume 20 millones de barriles, a la vez que los EU solo poseen el 3% de las reservas probadas mundiales, en tanto que en el medio oriente, Arabia Saudita, Irak, Kuwait e Irán, poseen el 50% de las reservas probadas mundiales, lo que explica de manera clara el interés de EU por intervenir en esa parte del mundo.

Los últimos estudios realizados en el planeta dan como resultado que el 80% de los yacimientos descubiertos se encuentran en América del norte (Estados Unidos, Canadá y México); 7.2% en Europa y 6.7% en Asia⁵, y aun con esto las reservas “recuperables” se encuentran en tan solo unas regiones en el mundo y refiriéndonos a yacimientos en los que los volúmenes calculados se enormes.

El caso del gas natural, es un caso más prometedor en el futuro, ya que debido a la situación actual de grandes emisiones de contaminantes causados

⁵ Op. Cit. P. 6

la combustión del petróleo y sus derivados, se espera que la demanda del gas natural sea superior a la del crudo, además claro de que en este sentido influyen dos razones para justificar la demanda del gas natural; una es su bajo precio y la otra es la relativa abundancia del mismo respecto al petróleo y a las demás fuentes de energía. Según los informes la existencia de reservas probadas de este hidrocarburo es de 3000 trillones 952 billones 800 mil millones de pies cúbicos⁶.

En el futuro no cabe duda de que los hidrocarburos seguirán siendo importantes, sin embargo competirán ahora con las nuevas fuentes de energía de la forma siguiente: debido a que para la generación y distribución de las energías alternativas, los costos aun son altos, como es el caso de la solar, la eólica, la de las mareas y la biomasa, el hidrogeno, y también algunas que ya están dejándose de producir por resultados desalentadores como lo es la energía nuclear. Por otro lado cada vez se avanza mas en la modernización de la tecnología necesaria para la exploración y perforación en zonas de alta profundidad, aquí cabe destacar que Brasil es el líder mundial en tecnología de perforación a gran profundidad⁷.

La disponibilidad de petróleo y gas natural en el presente, pero mas importante para el futuro, depende entonces de la velocidad con que evolucione la tecnología utilizada en el sector petrolero, ya que los nuevos desafíos en el mundo es llegar a los yacimientos ubicados en el mar en aguas profundas, por lo que garantizarlo representa un gran desafío en todas las áreas encontradas en el mundo.

Muchos países desarrollados y países del tercer mundo se volverán altamente dependientes energéticamente, una de las principales causas es que la evolución en la tecnología y formas de abastecimiento, es mas lenta que la forma en que evoluciona la demanda de energía, además que la inversión en el sector no da suficiente empuje.

⁶ BARBOSA, Fabio, Idem

⁷ Op. Cit. P. 99

Actualmente el ritmo de consumo de las energías fósiles, han puesto un límite finito de estas fuentes de energía, según como sigue⁸:

- El carbón perdurara al ritmo actual aproximadamente 500 años
- El petróleo, unos 42 años al ritmo actual de consumo
- El gas natural, unos 70 años al ritmo actual de consumo

Sin embargo la ubicación de las reservas de petróleo se ubican en un reducido número de países, al igual que las del gas natural, siendo el Medio Oriente y Venezuela las partes más importantes respecto al petróleo y; Rusia la reserva más importante respecto al gas natural.

Algunos autores han hablado de una posible crisis energética y ambiental, aproximadamente en el 2025, año en que se estima la población del mundo ascienda a los 8.000 millones de habitantes. Si se mantiene el ratio de consumo específico de energía por habitante, el consumo anual para esas fechas será del orden de 13.000 millones de toneladas equivalentes de petróleo, es decir, un 30 % más de lo actual. Lo cual supone que mantendríamos la situación de miseria para una parte importante de la humanidad, pues no se habría desarrollado energéticamente el tercer mundo⁹.

Para la crisis pronosticada en el 2025, la situación puede ser la siguiente: [Menéndez Pérez, 2001].

- Japón y La Unión Europea, se encontraran en una situación de mayor dependencia energética que Estados Unidos.
- El petróleo se encontrará en el Medio Oriente, Venezuela y talvez, Nigeria, México y Rusia. Para entonces los yacimientos del mar del Norte se habrán agotado.
- El gas natural se encontrara en Rusia y Noruega, y en menor medida Argelia y Libia. No se descartan los países de América Latina.

⁸ Menéndez Pérez, Emilio. *“Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo, una economía impulsada por el sol”*, Editorial Catarata, Madrid, España, 2001. p. 40

⁹ Op. Cit. p. 57

No obstante es tiempo de tomar decisiones que lleven a situaciones aceptables para todos, y es aquí en donde las iniciativas de las energías renovables cobran mayor importancia para desarrollarlas, pero además de eso, se debe tener conciencia de hacer un uso racional y un buen ahorro de energía.

Las energías renovables

A raíz de lo explicado anteriormente la preocupación en el mundo de cómo garantizar el abasto de energía para toda la planta industrial y para la población, ha hecho que se emprenda una intensa búsqueda de nuevas fuentes de energía debido a que en muchos países la reserva de los hidrocarburos es mínima y en la mayoría de países esta posibilidad no existe. Sin embargo algunos otros países ya practican el uso de nuevos tipos de energía pero sin lugar a dudas el costo de producirla a gran escala hace que esta aun no representen la principal fuente de energía, además de las repercusiones que pueden surgir impactando de forma aun no específica.

Hablar de energías alternativas no es otra cosa que buscar sustitutos a la convencional ya sea por que estas representan un menor efecto contaminante, porque son renovables o porque su disponibilidad aunque limitada, no es de preocuparse de que se acabe en el largo plazo.

Debido a que en la actualidad el modelo económico hegemónico significa lograr cada vez un progreso y un crecimiento mayor, trae consigo también una mayor demanda de energía, si estas energías se agotan se entra en lo que se conoce como “crisis energética”, misma que es cada vez mas inminente. Actualmente se trabaja en la producción de energías como la energía eólica que es la energía cinética o de movimiento que contiene el viento; la energía hidráulica, consistente en la captación de la energía potencial de los saltos de agua; la energía oceánica o mareomotriz, que se obtiene bien de las mareas, o bien a través de la energía de las olas; la energía solar recolectada de forma directa en forma de calor a alta temperatura en centrales solares de distintas tipologías, o a baja temperatura mediante paneles térmicos domésticos, o bien

en forma de electricidad mediante el efecto fotoeléctrico mediante paneles fotovoltaicos; la energía geotérmica producida al aprovechar el calor del subsuelo en las zonas donde ello es posible; y la biomasa, por descomposición de residuos orgánicos o bien por su quema directa como combustible. En capítulos posteriores nos adentraremos en el estudio de este tipo de energía que es el tema en cuestión de este trabajo.

La utilización por el ser humano de estas fuentes, requieren procesos de concentración, esfuerzo extra que incidirá en su valoración económica desde luego, y si esta valoración se realiza con los criterios actuales, resulta que relativamente los costos son superiores que los generados por los combustibles fósiles. Sin embargo sobre las energías convencionales no se carga, por ejemplo, ningún concepto de costo por el agotamiento de los recursos, y además de su propia dispersión, en cambio las energías renovables, la mayoría de ellas están situadas a las cercanías de los usuarios finales, lo que prácticamente significaría reducir la carga de transporte en las grandes infraestructuras de distribución energética, cuyo proceso requiere altas inversiones.

Una razón más para optar por las energías renovables es que estas presentan una moderada intensidad espacial y tomando en cuenta los procesos de transformación, éstas tienen una baja incidencia ambiental, pero no por ello significa ignorarlas. En muchos países ya se valora esta ventaja desde el punto de vista económico, frente a la incidencia en el ambiente, en una región o simplemente de manera global, que supone la utilización de los hidrocarburos o de la energía nuclear.

De la misma forma en la actualidad los gobiernos subsidian la producción de bioenergía mediante inversiones en tecnología, mismas que van disminuyendo en la medida en que maduran las tecnologías de empleo en estas energías.

Debido a que las demás fuentes de energía renovables están teniendo menor dinamismo que el impulso que se le está dando a la biomasa, solo nos referiremos a ellas de forma general.

La energía solar. Es en si la base de las energías renovables, debido a que esta es la causante de los vientos, ciclos de agua, el crecimiento de la vegetación, los climas, y la misma radiación solar. Esta energía se concentra a través de paneles y celdas solares¹⁰, entonces una vez recibida la tecnología adecuada puede transformarla en energía eléctrica por ejemplo, significando un ahorro en la producción de esta energía a base de hidrocarburos, pero en contradicción, la tecnología solar es aún demasiado cara como para que las familias más pobres, pero más numerosas, puedan adoptarla para uso común en los hogares, y así ser autosuficientes en la provisión de energía domestica.

La energía hidráulica y mini hidráulica. Se refieren al aprovechamiento de la fuerza cinética del agua. La primera se refiere a cuerpos de agua de gran volumen y la segunda a caudales de ríos; en ambos casos el agua se conduce hacia una posición de inferior nivel, en donde es recibida por turbinas acopladas a motores eléctricos en donde se transforma la energía cinética del agua en energía eléctrica. La cantidad de producción de ésta última depende de la altura del salto de agua y de la cantidad y velocidad con que el agua pase a través de la turbina¹¹.

Debido a la problemática del agotamiento del agua en algunas regiones del planeta, esta opción es considerada por algunos sectores “no tan renovable”; además los mini hidráulicas se diferencian de las hidráulicas por los costos de generación de la mini son en muchos casos superiores a los de la hidráulicas de media y alta potencia, además de que las mini hidráulicas representan un bajo impacto ambiental.

La energía eólica. Esta energía aprovechada gracias a la velocidad del viento, el problema de esta fuente de energía es que los costos para instalar las plantas generadoras de energía, aun son muy costosos como para competir con los hidrocarburos.

¹⁰ En países como México ubicados en el ecuador, el índice de captación de radiación solar es muy alto, por lo que esta opción energética representa una gran posibilidad, sobre todo para las regiones en donde el acceso a la energía eléctrica es muy difícil.

¹¹ Para más información consulte Castro M. y Sánchez, C. “Energía Hidráulica”, Progrensa, Sevilla, España

La biomasa. Se refiere a toda la materia que biológicamente es renovable, tal como la madera, la celulosa, el carbón vegetal, etc., la biomasa es capaz de transformarse en energía útil, que representa un muy bajo costo, razón por la cual en países como el nuestro se sigue utilizando en las zonas rurales, no obstante la biomasa no solo se limita a la leña o al carbón vegetal, debido a diferentes métodos bioquímicos es posible extraer la energía manifestada en estado líquido por ejemplo, si hablamos del proceso de fermentación.

La mayor parte de biomasa utilizada actualmente es la leña, que se emplea para producir calor y es utilizada en su gran mayoría por la población de escasos recursos y que vive en zonas rurales. Pero además de esto hoy en día se están desarrollando métodos que puedan incluir los cultivos que puedan ser una opción de producir energía, razón por la cual se les ha llamado “cultivos energéticos”, y tienen el fin de convertirse en biocombustibles líquidos.

Este es el principal motivo del intenso desarrollo de tecnología y métodos en el mundo para lograr satisfacer la demanda de esta sociedad volcada en la movilidad. Los combustibles de automoción suponen una de las partidas más importantes de los consumos energéticos de nuestra sociedad, ya que de la biomasa se obtienen líquidos empleados como combustibles en vehículos de usos convencionales. Básicamente se está trabajando en dos alternativas con opción comercial:

- La producción de biodiesel que se realiza a partir de la obtención de aceites de semillas oleaginosas que tratadas con un alcohol (por ejemplo metanol), se originan dos productos: glicerina y metiléster. Este último tiene un comportamiento similar al de gas oíl, en los motores de combustión diesel.
- La producción de alcohol que se realiza a partir de diferentes materias primas que tienen azúcares fáciles de extraer y de transformar, tales como son: semillas de cereal y maíz, tubérculos, caña de azúcar, etc. Y mediante un proceso de fermentación se obtiene el etanol, utilizado en los motores de encendido por chispa, mezclado con la gasolina o utilizado como único combustible.

Un estudio de La Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en Ingles), revelo que la situación del consumo de energía en el mundo que provenía de la leña se estimaba en un 6%, a finales de la década de los años 80^{as}, misma que ha estado en aumento, y que se estima que para el año 2050, esta representa cerca del triple, estimándose en un 17%¹². La mayoría de las regiones en las que se utiliza la leña como fuente de calor, principalmente en el continente africano, en donde además de contar con una ineficiente generación de energía, tiene a la par el problema de que existe una alta demanda de leña, pero la oferta es limitada por el clima que presenta el continente.

Desde tiempos remotos la biomasa Ha sido la forma de uso primordial en los países en vías de desarrollo, como fuente de calefacción y como combustible utilizado para la preparación de alimentos, en contraste los países en desarrollo la biomasa ha venido teniendo cada vez un papel más relevante en la producción de energía a gran escala, mediante técnicas avanzadas que permiten una aportación significativa a la producción de su energía primaria. Cabe destacar que Brasil es la gran excepción en este ámbito, ya que este país en vías de desarrollo es pionero en la producción de biocombustibles, además de que es el primer productor de bioetanol, utilizado como combustible para el consumo automovilista.

La situación mundial energética se aproxima cada vez a una crisis respecto a los combustibles fósiles, pero también parece ser que el progreso en materia renovable mostrara un auge, al menos en el mediano y largo plazo.

SITUACION ENERGETICA EN MEXICO

La producción de petróleo

Hoy en día las reservas de crudo probadas de México se están agotando, o al menos aquellas a las que se es posible llegar de una manera relativamente más fácil, es decir, nuevos estudios de exploración que se han hecho en las

¹² El artículo original se puede consultar en <http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s0y.htm#TopOfPage>

regiones del Golfo de México prometen un nuevo potencial petrolero para México, sin embargo también representan un gran reto, ya que para llegar a los nuevos yacimientos encontrados, significa fortalecer toda la tecnología de exploración.

Desde antaño el petróleo ha significado para México una oportunidad para hacer crecer su desarrollo económico, y su desarrollo social, históricamente ha representado para la economía ingresos ya sea por la renta impositiva o por la captación de divisas, pero que actualmente, la carga impositiva que recae en Pemex (la compañía petrolera mexicana, en poder del estado), han hecho que esta empresa se vea en problemas financieros, causando un atraso tecnológico en la paraestatal debido más que su incapacidad de invertir, a su incapacidad de retener esos recursos financieros, que quedan en manos del fisco mexicano, que retiene aproximadamente el 60% de los ingresos de Pemex.

Una parte importante de este caso es que la importancia de Pemex, es tal que sigue representando una pieza clave en el presupuesto del país, sin en cambio, su importancia porcentual en el PIB de México ha venido disminuyendo desde hace años, lo que da muestra de que su crecimiento y su capacidad para empujar la economía ahora está entre dicho, y son otros sectores los que ahora están tomando cartas en el asunto.

En estudios recientes sobre exploración, se han encontrado yacimientos con capacidades extraordinarias de reservas de petróleo equivalente del orden de 59 000 millones de barriles de petróleo crudo equivalente¹³, lo que significa una nueva y gigantesca reserva petrolera. Pero tomando en cuenta que México es un país exportador de petróleo, esta reserva, aun sin inicios de extracción, pudiera no ser tan prometedora para la economía mexicana.

Según un estudio de Roberto Flores López, integrante del Grupo de Ingenieros Constitución de 1917, en un conferencia presentada en el año 2000

¹³ BARBOSA Fabio, *“El petróleo en los hoyos de Dona y otras áreas desconocidas del golfo de México”*, Editorial Miguel Ángel Porrúa, 2003, p. 82-83

sobre “Los Hoyos de Dona”, dijo que las reservas según su estudio realizado, alcanzan solo los 43 000 millones de barriles crudo equivalente. [Barbosa 2003]. México puede optar por dos tendencias a seguir:

La primera esta clara y concisa, la de pugnar por la consolidación del control de los recursos energéticos (el caso del petróleo y el gas natural) del país en manos del estado, recordemos que la posible privatización de Pemex esta a la vista. La segunda se refiere a procurar el desarrollo de sustitutos de dichos energéticos, ya que incluso países como Brasil, que en el terreno de energías renovables tiene gran avance, se está preparando para una futura escasez de petróleo, mediante la expansión de sus programas de biocombustibles.

Diversificar las opciones de fuentes de energía, es un tema crucial para el futuro del país, ya que una característica histórica de México, es que alrededor del 90% de su producción primaria de energía tiene como origen los hidrocarburos, quedando rezagadas las demás fuentes y un cambio estructural en la composición de la obtención de energía seria por lo tanto difícil.

Cuadro 1

Estructura porcentual de la producción de energía según fuente (Petajoules)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Carbón	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3	1.9	1.9	2.0	2.2
Hidrocarburos	88.3	88.8	89.4	90.0	88.9	89.1	89.7	89.9	91.0	90.8	90.3	90.0
Petróleo crudo	68.9	69.0	70.2	68.7	67.3	68.2	69.7	70.1	71.3	71.5	70.8	68.8
Condensados	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.4	1.3	1.5	1.7	1.7	1.3
Gas natural	17.6	18.1	17.6	19.7	20.3	19.5	18.6	18.5	18.2	17.5	17.7	19.9
Electricidad	5.4	5.3	4.8	4.3	5.3	5.1	4.6	4.4	3.8	4.1	4.4	4.6
Nucleoenergía	1.2	1.0	1.2	1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1
Hidroenergía	3.5	3.7	2.9	2.6	3.6	3.5	3.0	2.7	2.0	2.4	2.6	2.9
Geoenergía	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
Energía eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	4.1	3.8	3.7	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	3.3	3.2
Bagazo de caña	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9
Leña	3.0	2.8	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética de la Secretaria de Energía

Sin embargo al observar la tabla anterior se puede obtener otro enfoque, resulta que la participación en la producción por parte de los hidrocarburos, dan detalle de que se está dependiendo cada vez mas de esta fuente de energía a

pesar de su declive; y en contraste en materia de sustitutos renovables, estos están perdiendo terreno en la aportación energética, ¿Qué significa esto?

La cuestión es que ahora si tomamos en cuenta la importancia que se le está dando a las fuentes renovables de energía, lógica por el mismo ambiente que se vive, las tasas de crecimiento de las mismas, si bien no están en constante aumento, han pasado en la mayoría de tasas decrecientes a tasas crecientes (véase tabla2), sobre todo la energía eólica, dando un salto impresionante de 2005 a 2006, pasando de 0.1 a 0.5 petajoules respaldado seguramente por las plantas de generación eléctrica La Venta I y la Venta II que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a instalado en la región del Istmo, específicamente en el estado de Oaxaca; de una forma parecida se comporta la hidroenergía, sin embargo no se da el caso en la situación de la biomasa, en cuyo caso presenta una disminución, (véase cuadro 2).

Cuadro 2

Producción de Energía Primaria (variación porcentual)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total	9.3	4.5	3.7	-1.2	2.8	0.8	-0.8	4.5	2.5	2.9	-0.7
Carbón	10.7	-0.8	5.1	2.2	11.2	-1.5	-1.3	-12.4	3.1	8.6	6.8
Hidrocarburos	9.8	5.3	4.3	-2.4	3.1	1.4	-0.5	5.8	2.2	2.4	-1.0
Petróleo crudo	9.5	6.3	1.5	-3.2	4.2	2.9	-0.2	6.3	2.8	1.9	-3.6
Condensados	-0.2	-0.1	-1.6	-14.4	4.6	5.3	-11.4	25.6	16.4	3.0	-23.2
Gas natural	12.4	2.1	16.0	1.5	-0.9	-4.1	-1.1	2.4	-1.2	4.3	11.2
Electricidad	7.2	-5.8	-6.4	22.0	-1.7	-9.7	-5.2	-9.6	10.5	11.4	4.3
Nucleoenergía	-8.0	31.4	-10.7	7.8	-16.6	7.0	10.6	7.4	-12.4	17.1	1.3
Hidroenergía	13.5	-15.9	-6.7	32.9	1.8	-14.7	-11.2	-20.8	24.1	9.5	9.0
Geoenergía	0.5	-4.5	3.7	-0.6	5.6	-6.4	-1.6	9.6	8.2	10.3	-9.0
Energía eólica	-17.7	-19.6	24.4	21.6	33.9	-14.5	1.4	-27.9	17.3	-17.2	794.0
Biomasa	0.3	3.1	1.4	-1.6	-1.2	1.3	-1.4	0.1	0.6	3.3	-2.1
Bagazo de caña	-0.7	10.0	3.4	-7.4	-4.3	5.6	-4.7	0.9	3.0	12.7	-6.6
Leña	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía

En primer lugar, el petróleo ha dejado de verse solo como una estrategia nacional para el desarrollo, sino que ahora también se le ve como un recurso político y diplomático, utilizado como voz internacional, como garantía que cimiente mejores condiciones que las presentes en la sociedad ; en segundo lugar esto tiene que ver con la geopolítica y con los equilibrios regionales del

continente, y principalmente con los intereses geopolíticos de los Estados Unidos, por lo que si esto le funciona al país del norte, entonces ellos no sufrirán por la escasez de petróleo (importa el 17% de su petróleo de Canadá; el 45% de México; el 11% de Venezuela; el 10% de Arabia Saudita; el 9% de Nigeria y el 5% de Argelia)¹⁴, mas sin en cambio México previsiblemente sí.

A pesar de que otro rumbo tome el actual debate de Pemex y se resuelva que la paraestatal opte por ir en busca de los prometedores yacimientos en las aguas profundas del golfo de México, no podrá enfrentar la crisis energética que se avecina en el país, ya que para llevar a cabo todo el proceso desde la exploración, hasta la comercialización de los hidrocarburos, ya en sus formas de consumo final, la capacidad instalada de refinerías no será suficiente por lo menos en los próximos 10 años, periodo que se le ha concedido de existencia a las reservas probadas; adicionalmente el financiamiento de dicho proceso no dejara de ser polémico, además de que llegar hasta los recursos en aguas profundas implicara un incremento en los precios y sus efectos en la economía social, pero ir por este lado significa que se está subordinando o haciendo a un lado la visión energética del país a mediano y largo plazo.

Es este el momento de analizar en conjunto con la reforma energética del país, la instrumentación de políticas que fomenten la utilización de energías renovables y limpias. En el caso de que las reformas a aplicar a Pemex permitan un incremento sustancial de recursos, la mejor determinación sería el fomentar la investigación y desarrollo de esas otras fuentes de energía, en vez de ampliar salarios, prestaciones y en general el gasto corriente de la empresa, ya que esto si puede comprometer el futuro del país. Un primer paso en este sentido, el de buscar los siguientes vectores energéticos del país, se ha dado, con la aprobación el pasado 1° de febrero del 2008 de la Ley para la Promoción y Desarrollo de los bioenergéticos, que de forma general, se aprueba la producción de biocombustibles para su consumo nacional, con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permiten garantizar el apoyo al campo mexicano.

¹⁴ Chautard, Sophie, *Géopolitique et pétrole*, Studyrama, Paris, 2006

Las energías renovables

México es uno de los países con gran potencial en el aprovechamiento de sus recursos naturales algunos estos son ocupados como fuentes de energía. Actualmente se cuenta con capacidad instalada para la generación de energía en su fase primaria, que después sufre un proceso de transformación para generar energía eléctrica, que es el fin primordial de la utilización de estas fuentes de energía, es decir, poder llevar energía calorífica a la población a través de la energía eléctrica y de forma sustancial en zonas de marginación, a través del aprovechamiento de la biomasa.

Debido a la gran variedad de climas que presenta el territorio nacional, es favorable también contar con diversos recursos renovables que pueden convertirse en catalizadores de desarrollo regional, principalmente en las zonas de alta marginación, en donde la distribución de redes eléctricas o ductos de gasolinas no pueden llegar, por tal motivo el tema “renovables” es fundamental en las políticas que tengan que ver con el abasto energético del país. De forma general vamos a mencionar que las energías que se renuevan y que son de importancia en México son las siguientes (SENER 2006):

- La hidroenergía: utilizada para la fabricación de electricidad y que aporta el 2.9% de la producción de energía.
- La geotermia: también utilizada para la producción de electricidad, con una aportación respectiva del 0.6%.
- La eólica que a pesar de su gran avance en el ramo por parte de CFE principalmente, solo contribuyo con el 0.4% del total de la producción de energía; y por ultimo
- La biomasa: que incluye el bagazo de caña y la leña, siendo esta ultima la de mayor aportación con un 2.3%, mientras que el bagazo de caña solo el 0.9%.

Cuadro 3 **Generación de energía eléctrica en México**

Fuente	Porcentaje	MW (Mega Watts)
Termoeléctricas	62.5%	24094.3
Hidroeléctricas	25%	9619.2
Nucleoeléctricas	6.7%	2600
Carboeléctricas	3.5%	1364.9
Geotermoeléctrica	2.2%	837.9
Eólica	0.01%	2.2
Total	100%	38518.5

Fuente: Secretaría de Energía, 2005

La bioenergía

A pesar de que en el país desde antes ha sido utilizada la biomasa como fuente energética, la utilización de esta para fuente de energía y para fines de la producción de biocombustibles, es apenas de temprana edad, y que para cuyo efecto se está enfocando la mirada en cultivos agrícolas, entre los que destacan en México: el maíz, la soya, el sorgo, la caña de azúcar y la remolacha azucarera entre las más importantes, ya que no son las únicas posibilidades.

Para efecto de este trabajo daremos un panorama general de las opciones de cultivos utilizados como fuente de energía para México y que de alguna forma tiene inconvenientes. Sin embargo este trabajo se centrara en el estudio del maíz y la caña de azúcar, siendo las opciones más rápidas y viables en el corto plazo, debido a que en el primer caso, el país es gran productor de maíz, aunque en la actualidad es deficitario, lo cual es interesante recalcar ya que el maíz es un grano que se incluye en la dieta diaria de millones de mexicanos, y que la conversión de suelos que producen maíz para consumo humano, a suelos que produzcan maíz para uso energético, representa externalidades negativas para la población; y en el segundo caso la caña de azúcar se centrara en el análisis porque en México ya existe capacidad instalada, en manos de los ingenios azucareros para producir alcohol, y que necesitan

menos inversión para la producción del etanol. Sin embargo la demanda estimada por algunos estudios realizados, presuponen que la capacidad de México para producir etanol para autoconsumo, está limitada por lo que no se descarta la idea de que en México se produzca etanol, y una parte sea destinado a la exportación, principalmente para los Estados Unidos, cuya demanda por el biocombustible está en constante crecimiento.

Para Omar Masera Cerutti¹⁵, actual presidente de la Red Mexicana de Bioenergía, en México, existe un alto potencial del recurso desaprovechado, y que el país podría llegar a ahorrar millones de dólares en importación de gasolina al año si empieza a mezclar la que consume con 10 y hasta 20% de etanol. Para lograr esto es necesario crear en México una estrategia integrada que incluya al biodiesel, etanol, leña, biogás y residuos agrícolas, además que se requiere invertir en desarrollo científico-tecnológico y que hace falta un marco regulatorio, metas claras, incentivos e inversión en infraestructura y leyes específicas.

La bioenergía en México puede convertirse en un catalizador del desarrollo sustentable rural, y es necesario reordenar la disponibilidad de suelo, pero sobre todo minimizar la competencia con otros usos del suelo, evitar la competencia con cultivos para alimentos, debe de existir una “ordenada” deforestación para el establecimiento de cultivos bioenergéticos.

El otro lado que debe de dar impulso al proyecto bioenergético nacional es la voluntad del gobierno para crear los respectivos programas basados en esquemas financieros viables a largo plazo, de buscar el uso de las tecnologías más eficientes, pero sobre todo de trabajar en conjunto con otras fuentes renovables para asegurar la transición energética, necesaria y que varios países como Brasil, Estados Unidos, China, India, Colombia, Filipinas, Tailandia, UE y Suecia, han empezado a realizar. En estas naciones lo que se está produciendo ahora es en gran medida el bioetanol, en 90%, y 10% en biodiesel, y que si bien en un inicio esperan la incorporación de éstos con los

¹⁵ MASERA Cerutti Omar, *“La bioenergía en México: un catalizador del desarrollo sustentable”*, México, Red Mexicana de Bioenergía, Mundi-Prensa 2006.

productos tradicionales similares, gasolina y diesel, prevén que para el 2020 el consumo de combustibles fósiles sea casi nulo¹⁶.

Para México el tema de la bioenergía es de gran seriedad, no solo por el potencial nacional, sino también por el interés que varios países, ponen en él (España, EU y Argentina han revelado un enorme interés sobre Chiapas), y que están dispuestos a invertir, en pocas palabras, el gobierno debe de establecer los lineamientos que no permitan un despilfarro o una mala explotación de los recursos renovables, de otra forma al abrir paso a la inversión extranjera en la materia, México podría encontrarse en situaciones similares de a quien cederle los derechos del “oro verde”, situación actual que se vive con el petróleo, el “oro negro”.

El aprovechamiento de la bioenergía en México responde bien a un conjunto de necesidades de nuestro país:

- Diversificación energética. México tiene actualmente una dependencia desproporcionada de los combustibles fósiles, y el problema es que el petróleo, el más importante está en decadencia.
- Promoción del desarrollo rural. Uno de los grandes pasivos sociales de México está en su sector rural.
- Cuidado del medio ambiente. En muchos sentidos, el aprovechamiento de la bioenergía tendrá beneficios ambientales en aire, suelo y agua.
- Desarrollo económico general. La actividad económica alrededor del cultivo, cuidado, transformación, transporte y venta de los biocombustibles y la tecnología asociada a estas actividades puede apoyar significativamente al crecimiento de la economía mexicana con sus consecuentes efectos positivos de empleo y recaudación fiscal.

¹⁶ André Eckermann miembro de la empresa paraestatal germana –GTZ-- Primera Reunión Internacional del Foro de Bioenergéticos de Chiapas

El aprovechamiento de la bioenergía en México no tiene barreras tecnológicas significativas ya que la tecnología para aprovecharla y transformarla en combustibles, calor o electricidad existe en el mercado y se puede aprovechar en muchas formas: en forma de combustibles fósiles, líquidos y gaseosos, de calor o de electricidad

El potencial de la bioenergía en México es significativo. De acuerdo al estudio “La Bioenergía en México” publicado por la Comisión Nacional Forestal, cerca del 50% de las necesidades actuales del país se pueden cubrir con las distintas formas de bioenergía.

Además desde el punto de vista económico, la actual alza de precios del petróleo es provechosa para las energías alternativas ya que, permite que se amplíe la brecha entre los costos de producción del etanol por ejemplo y la gasolina convencional.

CAPITULO II

HERRAMIENTAS DE ANALISIS ECONOMICO

La producción y el avance tecnológico

Antes de seguir en este capítulo, es importante mencionar que las relaciones entre las maquinas y el hombre han llevado avances espectaculares en materia de la tecnología. La combinación entre la investigación y la práctica de los conocimientos desarrollados y obtenidos a través de la historia, han hecho que los procesos de producción lleguen a tal punto que pareciera ser el límite de la innovación, sin embargo el intelecto humano es tan poderoso que pronto llega a límites sobre límites en el campo de la tecnología.

En este apartado se detallan en forma breve los aspectos que se deben de considerar en la y que son esenciales en las formas de producción de las empresas y que son pie del desarrollo económico de las naciones.

La producción

Cuando se habla de fabricar, es necesario hablar de los factores que se necesitan para la producción de los productos o servicios, según sea el caso, dicho factores se pueden dividir en tres categorías principales.

1. El trabajo
2. La materia prima
3. El capital

Cada categoría podría tener divisiones más estrictas, sin embargo eso se deja para estudios más estrictos, profundizando en cada una. Algunas bibliografías definen también a la categoría de “materia prima”, como Tierra. Dicha relación existente entre los factores de producción se puede resumir en una función de producción, en la cual el producto está en función de los factores, es decir:

$$Q = F (K, L),$$

En donde Q es el producto; K es el capital y L es el trabajo.

Es importante señalar que los factores y los productos son flujos. Por ejemplo el productor de etanol utiliza cierta cantidad de trabajo *cada año* para el corte de la caña de azúcar, para producir cierta cantidad de litros durante ese año. La función de producción permite combinar los factores de producción en diferentes proporciones para obtener un producto de muchas formas, por esa razón existen empresas intensivas en capital o trabajo.

La ecuación anterior se aplica a una tecnología dada, es decir, a un determinado estado de los conocimientos sobre los distintos métodos que podrían utilizarse para transformar los factores en productos. A medida que la tecnología es más avanzada y la función de producción varia, una empresa puede obtener más producción con una misma cantidad de factores, teóricamente esta situación se puede encontrar representada en las curvas “isocuantas¹⁷” de producción

Las isocuantas muestran la flexibilidad que tienen las empresas, cuando toman decisiones de producción, normalmente pueden obtener un determinado nivel de producción sustituyendo un factor por otro.

Cuando pueden alterarse dos factores, un directivo deseara considerar la posibilidad de sustituir uno por otro. La pendiente de cada isocuanta indica como puede intercambiarse la cantidad de un factor por la cantidad de otro sin alterar el nivel de producción, conocida como la Relación Marginal de Sustitución Técnica (RMST). Esta es análoga a la Relación Marginal de Sustitución (RMS) en la teoría del consumidor, que expresa la cantidad de un bien a la que se está dispuesto a renunciar, para obtener una unidad mas de otro.

En la actualidad las empresas buscan la máxima producción con los mínimos factores invertidos basándose en el desarrollo tecnológico, la innovación de las tecnologías hoy en día es primordial para la sobrevivencia de las empresas en los mercados cada vez más competitivos.

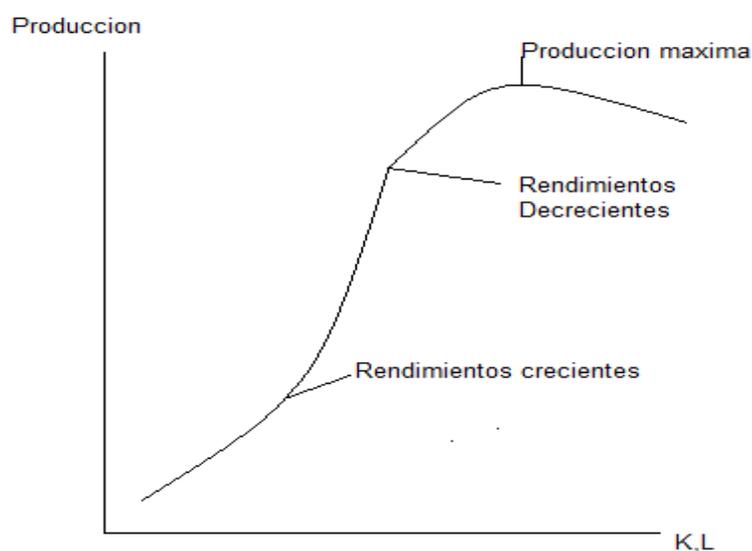
¹⁷ Curvas que muestran todas las combinaciones posibles de factores que generan el mismo nivel de producción.

En este sentido las empresas gozan de un cambio tecnológico constante, pero, que algunas veces es difícil adoptarlos, por el alto costo de la tecnología de punta para los procesos de producción.

En reserva de lo anterior, queda también el desarrollo del trabajo, es decir, el aumento de su productividad. La productividad del trabajo obedece también al ritmo del desarrollo de nuevas tecnologías que permiten utilizar los factores de producción de forma más eficiente. Sin embargo una mala administración de los factores puede desencadenar en rendimientos decrecientes para la empresa.

Esto obedece a una conocida ley en economía: Ley de los Rendimientos Decrecientes. Principio según el cual, cuando aumente el uso de un factor mientras los demás permanecen constantes, la producción adicional obtenida acaba disminuyendo.

Figura 6 **Función de Producción**



Hay un punto en el cual un aumento de un factor de producción, empieza a generar rendimientos decrecientes, estos terminan con un punto máximo de producción, a partir del cual los rendimientos de la empresa empiezan a ser negativos.

Las economías de escala

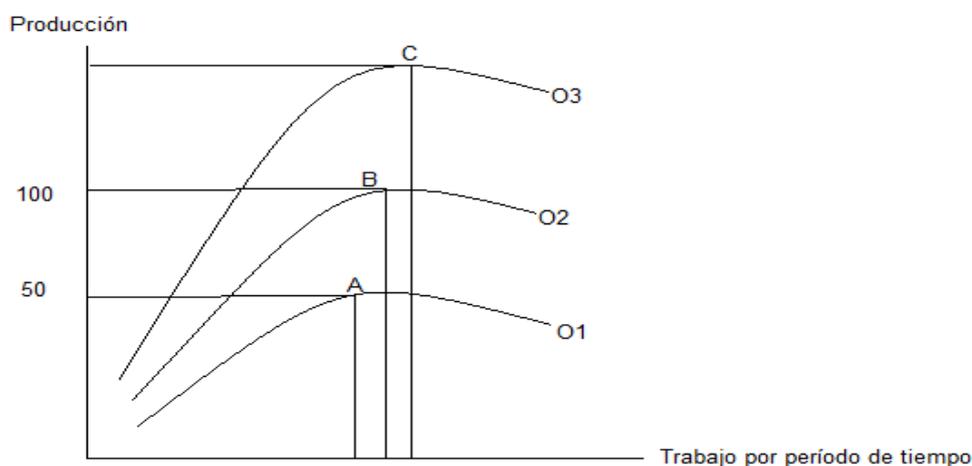
Las empresas en mercados altamente competitivos la productividad de trabajo y la mejora tecnológica son cruciales para poder mantenerse en la competencia. Sin embargo la productividad de trabajo depende de las innovaciones tecnológicas.

A largo plazo todos los factores de producción son variables, por eso las empresas deben de tener una forma de cómo mantener y aumentar la producción. Una forma de aumentarla es modificar la escala de operaciones incrementando todos los factores de producción en la misma proporción, pero al momento de aumentar las cantidades de factores.

- Si la producción aumenta en más del doble cuando se duplican los factores, existen rendimientos crecientes de escala;
- Si la producción se duplica, con un aumento proporcionalmente igual de los factores, existen rendimientos constantes de escala;
- Si la producción aumenta proporcionalmente menos que el doble del aumento de los factores, existen entonces rendimientos decrecientes de escala.

El efecto de la mejora tecnológica, que muchas veces es la responsable también de la existencia de economías de escala puede ilustrarse mejor en el siguiente grafico.

Figura 7 **Productividad del trabajo**



La productividad del trabajo (la producción por unidad de trabajo), puede aumentar si mejora la tecnología, incluso aunque los rendimientos del trabajo en un proceso de producción determinado sean decrecientes. Cuando nos desplazamos del punto A de la curva O1, al B de la O2 y al C de la O3, con el paso del tiempo aumenta la productividad del trabajo.

El cambio tecnológico es un factor facultado para promover la expansión del producto de una economía. El progreso tecnológico se refiere a los cambios que se dan en los procesos de producción, a la creación de nuevos productos o servicios y a su introducción para dinamizar el proceso de producción. El efecto que tienen las tecnologías en el proceso productivo es que gracias a su introducción se manufacturan la misma cantidad de bienes y servicios, o incluso una cantidad mayor de ellos con el mismo número de insumos¹⁸.

Visto desde esta perspectiva el cambio tecnológico también influye en el crecimiento económico, en la forma de producción, pues la innovación de procesos de producción da como resultado aumentos en los inventarios.

La frontera de posibilidades de producción de las empresas, expresa las distintas combinaciones que pueden producirse de dos bienes, dadas unas cantidades fijas de factores.

Para que una economía sea eficiente no solo debe de producir los bienes con un costo mínimo, sino que también debe producirlos en combinaciones que se ajusten a la disposición de los individuos a pagar por ello¹⁹. En el mercado del etanol por ejemplo los productores deben de ajustarse a las preferencias de los consumidores de adquirir gasolina pura en lugar de etanol o adquirir la mezcla de etanol y gasolina; además debe de considerar que el parque vehicular actual no está en las condiciones necesarias para adoptar de forma pronta el etanol, por lo que los esquemas de introducción deben de considerar estos aspectos.

¹⁸ Norton, George W. y Alwang, Jeffrey. Economía del desarrollo agrario. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 1994, pp. 97-98.

¹⁹ Pindyck Robert y Rubinfeld Daniel, "Microeconomía", 5a edición, Prentice Hall, 2033, pp. 604

El avance tecnológico

Un factor clave en la producción resulta ser la tecnología para producir, es decir, las técnicas utilizadas mediante la combinación de conocimiento y maquinaria para optimizar los procesos de producción.

Justo como debe suceder en la producción, la tecnología también debe de tener un progreso, de otra forma las maximizaciones de producción estarían estancadas y solo se lograría aumentarla a través de la intensidad de trabajo. El cambio tecnológico es un factor facultado para promover la expansión del producto de una economía. El progreso tecnológico se refiere a los cambios que se dan en los procesos de producción, a la creación de nuevos productos o servicios y a su introducción para dinamizar el proceso de producción. El efecto que tienen las tecnologías en el proceso productivo es que gracias a su introducción se manufacturan la misma cantidad de bienes y servicios, o incluso una cantidad mayor de ellos con el mismo número de insumos²⁰.

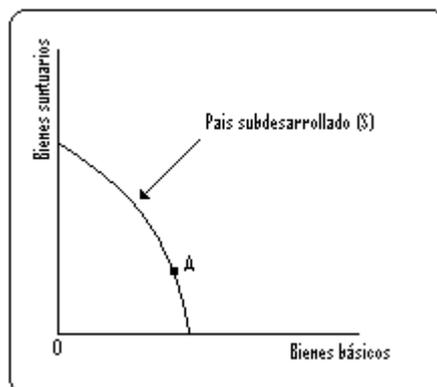
El progreso tecnológico también fomenta el crecimiento económico por medio de cambios en la forma de producción, por ejemplo, la especialización, la cual es muchas veces resultado de la introducción de nuevas tecnologías y nuevos conocimientos.

Frontera de posibilidades de producción

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

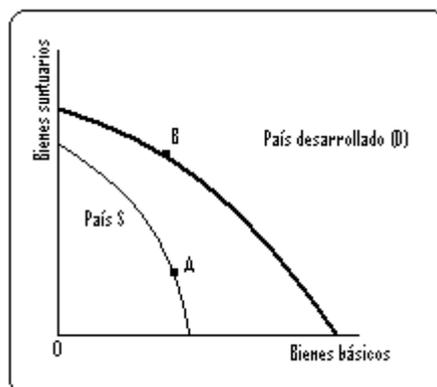
²⁰ Norton, George W. y Alwang, Jeffrey. Economía del desarrollo agrario. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 1994, pp. 97-98.

Figura 8 **La frontera de posibilidades de producción de un país subdesarrollado**



En esa gráfica observamos que en el eje de las abscisas están representadas las demandas de bienes alimentarios de una economía subdesarrollada (pobre), por lo tanto las demandas de bienes suntuarios se expresan en el eje de las ordenadas. El punto "A" nos indica que el país en cuestión demanda más bienes básicos para satisfacer sus necesidades y por lo tanto tiene que dedicar la mayor parte de sus recursos a la producción de estas mercancías y servicios.

Figura 9 **La frontera de posibilidades de producción de un país desarrollado**



En este segundo gráfico se muestran dos fronteras de posibilidades de producción, pero en este caso se ha agregado la de un país desarrollado, el cual tiene una renta más alta. La primera curva es la perteneciente al país pobre (S) y la segunda representa la expansión de la frontera debido a un aumento de la dotación de factores o una mejora en la tecnología disponible, esta segunda frontera es la representación del país rico (D). El punto "B" indica

que el país con mayor renta está en condiciones de adquirir mayor cantidad de bienes de lujo, es decir, demanda más bienes suntuarios y obliga a la oferta a responder en dimensiones similares. Dentro de nuestro análisis de la frontera de posibilidades de producción es oportuno mencionar la relación de la misma con el coste de oportunidad. El coste de oportunidad está asociado a la pérdida o renuncia de una cosa cuando elegimos otra, es decir, es el valor de los bienes y servicios a los que renuncia por obtener otra cesta.

Las externalidades en la producción

Un aspecto clave en la producción del etanol en México, se refiere a los impactos que esta provoca, sobre todo el impacto que produce al ambiente, por tal motivo, la producción de este biocombustible debe de estar bajo tutela de una estricta normatividad que no comprometa los recursos naturales para las nuevas generaciones.

Las externalidades pueden definirse como efectos de la producción y del consumo que no están reflejados directamente en el mercado. Estos efectos pueden ser costos o beneficios que surgen de forma involuntaria, los cuales no se ven forzosamente reflejados en el mercado. En caso de que las externalidades existan, el precio de los bienes no es sinónimo del costo social de ese producto. Las externalidades pueden ser negativas o positivas, en el consumo o en la producción. Existen externalidades en el consumo cuando a un consumidor le afectan directamente el consumo o la producción de otros.

Además de estas externalidades de consumo éstas también pueden surgir en la producción cuando las posibilidades de producir de una empresa están influenciadas por las decisiones de una empresa o de un consumidor.

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

gozar de este servicio. En los párrafos siguientes se advierte de los efectos de las externalidades, según la teoría económica.

Externalidades e ineficiencia

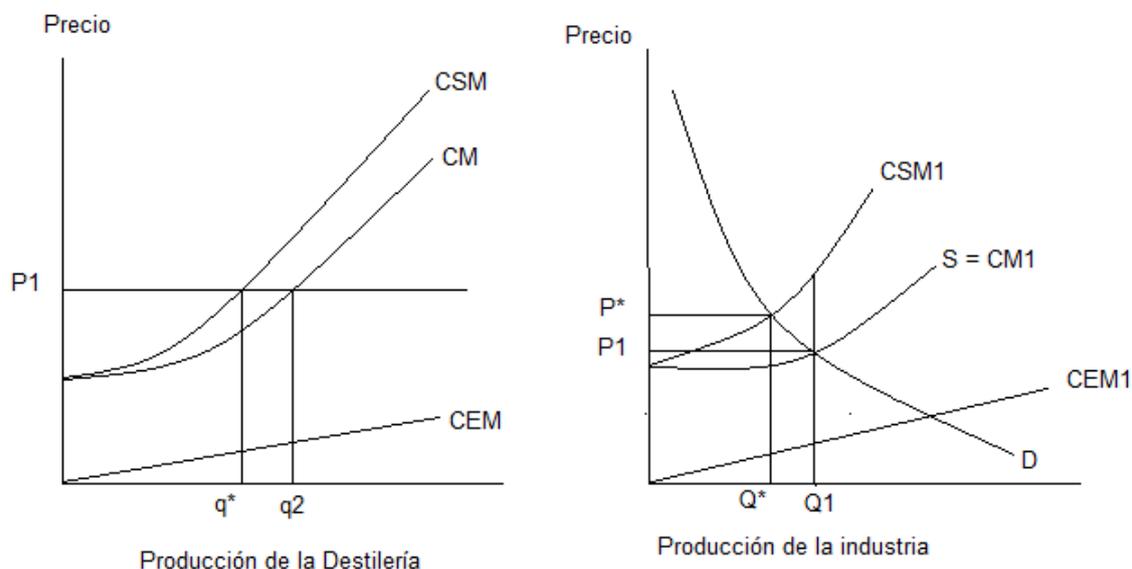
Como la mayoría de veces las externalidades no pueden reflejarse en los precios de mercado, estas pueden ser una fuente de ineficiencia económica. El problema de las externalidades en la producción de biocombustibles puede tener dos opiniones contrapuestas:

- Por un lado podemos afirmar que el efecto causado por la producción de etanol es positivo, debido a que su producción ayuda a disminuir el impacto de los Gases de efecto Invernadero (GEI), causados por la quema de los hidrocarburos y demás energías fósiles.
- Por otro lado la producción del biocombustible representa un impacto, debido que para su producción, es necesaria la destrucción de biosfera, mediante la deforestación y erosión de los ecosistemas.

Como las externalidades no pueden reflejarse en los precios de mercado, pueden ser una fuente de ineficiencia. Cuando existen externalidades negativas el costo social marginal (CSM) es mayor que el costo privado marginal (CPM) y la diferencia es el costo externo marginal (CEM), es decir:

En la siguiente figura se muestran las decisiones de una destilería de producir etanol en un mercado competitivo. En el siguiente panel se muestran la oferta y la demanda del mercado. Suponemos que todas las destilerías provocan externalidades similares.

Figura 10



El precio del etanol es P1 y se encuentra en el punto de intersección de las curvas de oferta y de demanda. La curva CM del primer panel indica el costo marginal de producción de una destilería representativa. Esta maximiza los beneficios produciendo la cantidad de q1, en la que el costo marginal es igual al precio (que es igual al ingreso marginal, porque la empresa considera dado el precio). Sin embargo cuando varía la producción de la empresa también varía el costo externo impuesto. Este costo externo viene dado por la CEM²¹ del primer panel.

Desde el punto de vista social, la empresa produce demasiado. El nivel de producción eficiente es aquel en el que el precio del producto es igual al costo social marginal de producción (costo marginal de producción + costo externo marginal, por deforestación y demás impactos).

La curva de costo social marginal (CSM), corta a la recta de precios en el nivel de producción q*, como en este caso solo hay una destilería, el precio de mercado del producto no varía. Sin embargo la destilería produce una cantidad excesiva (q2) en la que produce más deforestación e impactos.

²¹ La curva tiene pendiente positiva en el caso de la mayoría de los tipos de contaminación: cuando la empresa produce más y se deforestan mas tierras, y se consume más agua por ejemplo, se aumenta el daño adicional causado por la destilería.

En el siguiente panel, cuando muchas destilerías producen el etanol, la curva CM1, es la curva de la oferta de la industria. El costo externo marginal correspondiente al nivel de producción de la industria, CEM1, se obtiene sumando el costo marginal de todos los perjudicados (personas y ambiente), correspondiente a cada nivel de producción. La curva CSM1 representa la suma del costo marginal de producción y el costo externo marginal al que se enfrentan todas las destilerías. Por consiguiente $CSM1 = CM1 + CEM1$.

Entonces el nivel de producción eficiente de la industria es aquel en el que el beneficio marginal de una unidad adicional de producción es igual al costo social marginal. Como la curva de demanda mide el beneficio marginal de los consumidores, el nivel de producción eficiente es Q^* , que se muestra en el punto de intersección de las curvas de costo social marginal (CSM1) y de demanda (D). Sin embargo el nivel de producción de la industria competitiva es $Q1$, que se encuentra en el punto de intersección de la curva de demanda y la curva de oferta (CM1). El nivel de la industria es claramente demasiado alto.

En este ejemplo cada unidad de producción necesita cierta cantidad de tierra, agua, fertilizante y demás factores, que degradan el ambiente. Por lo tanto independientemente de que examinemos la contaminación de una empresa o de toda la industria, la ineficiencia económica es el exceso de producción que hace que se pierdan más recursos naturales. La causa de la ineficiencia es la fijación incorrecta del precio del producto, es decir, el precio de mercado $P1$, es demasiado bajo: refleja el costo privado marginal de producción de las empresas, pero no el costo social marginal. Las empresas solo producirán de manera eficiente con un precio más alto, P^* .

EL MERCADO

La situación actual sobre la producción de etanol en México obedece a un tipo de mercado en el que existen varios oferentes, pero solo un comprador, “el Monopsonio”, por lo que daremos un pequeño detalle de los efectos del monopsonio.

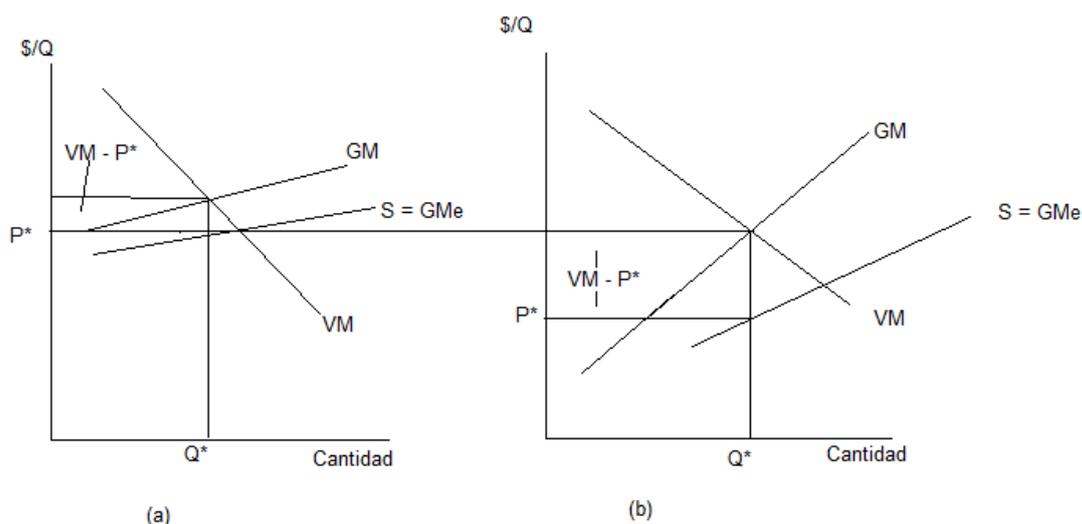
El monopsonio

Los mercados en los que compiten pocas empresas con su “porción de poder de monopsonio”, son mucho más frecuentes que el monopsonio puro. Sin embargo si en México se produce el etanol para dedicarlo a las gasolinas, entonces tenemos dos casos especiales.

Por un lado PEMEX es un “monopolio natural”, facultado constitucionalmente para producir las gasolinas y diesel dentro del territorio nacional. Una vez que las plantas productoras de etanol inicien operaciones, PEMEX establecerá el otro extremo de los mercados monopólicos, es decir, se convertirá en el único comprador del etanol en México, por lo que se estará en la situación de un monopsonio puro.

En un mercado competitivo, el precio y el valor marginal son iguales, sin embargo, el comprador que tiene poder de monopsonio, puede comprar un bien a un precio inferior a su valor marginal. El grado en que se fija un precio inferior al valor marginal depende de la elasticidad de la oferta a la que se enfrenta el comprador.

Figura 11 **Poder de Monopsonio**



El poder de monopsonio depende de la elasticidad de la oferta. Cuando la oferta es elástica, (a), el gasto marginal y el gasto medio no se diferencian

mucho, por lo que el precio es cercano al que está vigente en un mercado competitivo. Cuando la oferta es inelástica (b), ocurre lo contrario.

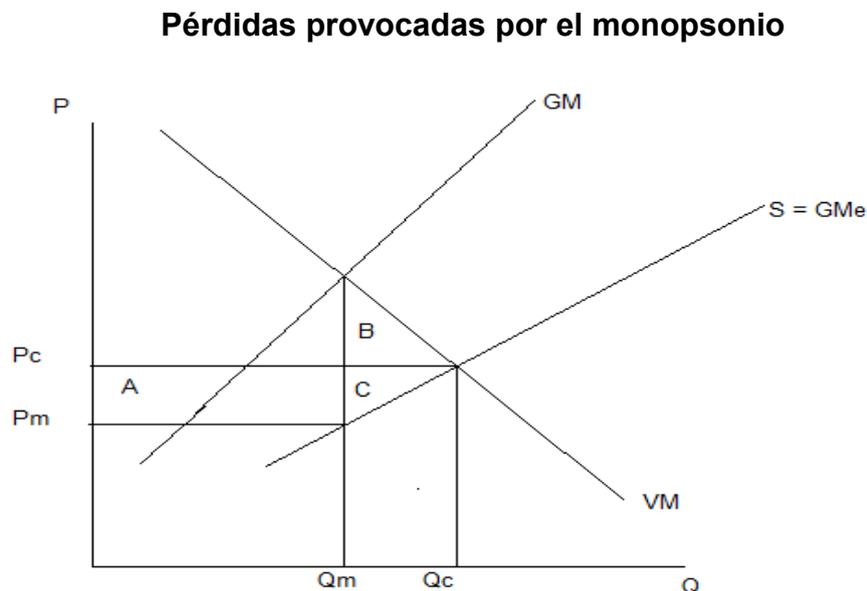
Las fuentes del poder de monopsonio son:

- La elasticidad de la oferta del mercado. Un monopsonista se beneficia porque se enfrenta a una curva de oferta con pendiente positiva, por lo que el gasto marginal es superior al gasto medio. Si solo hay una empresa con poder de monopsonio, su poder depende únicamente de la elasticidad de la oferta del mercado.
- Número de compradores. Es el caso de la mayoría de los mercados monopsonistas, en los que existen muy pocos compradores.
- Relación entre compradores.

El costo social del monopsonio

Cuando existe un monopsonio, los precios son más bajos y las cantidades compradas son menores, es de esperar que mejore el bienestar del comprador y empeore el de los vendedores.

Figura 12



El monopsonio, provoca una pérdida irrecuperable de eficiencia. El rectángulo y los triángulos muestran las variaciones que experimenta el

excedente del consumidor y del productor, desplazándose del precio y la cantidad competitivos, P_c y Q_c , al precio y cantidad de monopsonio P_m y Q_m .

Como tanto el precio y la cantidad son menores, el excedente del consumidor experimenta un aumento representado por, $A - B$. el excedente del productor disminuye en $A + C$, por lo que hay una pérdida irrecuperable de eficiencia representada por los triángulos B y C .

CRECIMIENTO ECONOMICO Y MEDIO AMBIENTE

Todo crecimiento económico está basado en el consumo de recursos naturales, ya sea que se trate de bosques, selvas y aguas, o que se trate de la tierra, de donde se extraen los alimentos para la población.

De cualquier forma, esta extracción de recursos naturales debe ser acorde al nivel de crecimiento, de modo que persista la naturaleza, y no solo eso, sino que en la esencia del desarrollo sustentable, los recursos deben renovarse si así se puede lograr.

El problema en la actualidad es que la naturaleza sufre una sobreexplotación de sus recursos, razón por la cual ha llevado a los investigadores a estudiar el caso, para así proponer modelos que impliquen la sustentabilidad, es decir, crecer económicamente sin perder las reservas naturales. La mayor parte de los análisis que se han realizado para medir el impacto de las políticas de protección del medio ambiente sobre el crecimiento económico a través de indicadores como el PIB, pasan por alto el hecho de que algunos problemas medioambientales significativos en el ámbito internacional (efecto invernadero o destrucción de la capa de ozono), pueden provocar una reducción a largo plazo del PIB, con lo que la realización de políticas ambientales evitaría esos costos en términos de crecimiento económico. Así el efecto invernadero podría afectar gravemente a la agricultura mundial, porque conduciría según los análisis científicos, a una alteración de la climatología en el ámbito planetario, que favorecería el surgimiento de condiciones extremas (menos lluvias y más concentradas, extensión de zonas

desérticas, etc.). Por otra parte probablemente produciría un aumento en el nivel de los mares, deshielo de los glaciares, etc.

Al respecto existen varios estudios centrados principalmente en el cambio climático, que es el problema “rector”, por así decirlo, de los demás que pueden surgir. Estos estudios coinciden en que se deben de tener en cuenta a la hora de realizar valorizaciones sobre los efectos que la política medio ambiental puede tener en el PIB, los efectos positivos que dichas políticas provocan, siguiendo el enfoque de los costos evitados, lo que puede llevar a que lo que en principio pueden ser efectos perniciosos de las medidas económicas de protección del medio ambiente se tornen en positivos, habida cuenta de las implicaciones positivas que la conservación del entorno natural tiene sobre la economía, especialmente a largo plazo.

Cuadro 11 Costos asociados al cambio climático

Estudio	Pérdida de renta anual porcentual	Sectores afectados	Comentarios
Nordhaus (1991)	1%	Agricultura, áreas costeras, energía y otros sectores.	Los costos imputables a otros sectores y áreas costeras son del 97% de los costos totales en que se incurre. Se refiere solo a EU, una extrapolación de los costos del resto del mundo dan 1.8% anual.
Cline (1992)	1.1%	Agricultura, áreas costeras, energía, pérdida de biodiversidad, salud, y otros sectores.	Los costos imputables en áreas costeras son de 4.6%, frente a

			los derivados de la agricultura 28.5% y otros sectores 21%. En los costos derivados de la salud o agricultura, Cline no incluye perspectivas de adaptación de ambos al cambio climático, lo que explica su importancia en del análisis.
Fankhauser (1993)	1.3%	Agricultura, áreas costeras, energía, pérdida de biodiversidad, salud, y otros sectores.	Los costos imputables a pérdida de biodiversidad (22.1%) y a salud (45.3%) son las más significativas.
Ayres y Walter (1991)	2.1%-2.4%	Los de Fankhauser más valor a las tierras perdidas y gastos de defensa de las áreas costeras	Este análisis es el único realizado desde el principio para el conjunto de la tierra. Es el más amplio en su consideración de cuales son los costos a incluir.

Fuente: FERNANDEZ Antonio Valentín, "Economía y política medioambiental: situación actual y perspectivas en la Unión Europea, p.p. 208

Todos estos estudios están sujetos a la gran incertidumbre que rodea las previsiones acerca del cambio climático, sin embargo todos coinciden en que los efectos impactaran la agricultura, la fuente de la alimentación; la salud y la energía.

Análisis de impacto ambiental

El análisis de impacto ambiental (AIA) pretende básicamente identificar y estudiar las principales repercusiones ambientales de una determinada actuación. Este tipo de análisis suele centrarse en el estudio de los efectos futuros de una iniciativa concreta.

Para estudiar las posibles consecuencias ambientales no basta con considerar los efectos físicos, sino que se tiene que analizar también, como reaccionara y se adaptara la población ante estos hechos. Cuando el análisis se centra en los efectos que tendrá una determinada actuación, sobre el conjunto o sobre una parte de la economía se habla de análisis de impacto económico. Este análisis puede referirse a cualquier ámbito, pero sea cual sea el nivel de análisis, para llevarlo a cabo es imprescindible conocer cómo funcionan los sistemas económicos y que interrelaciones existen entre sus diversos componentes.

Análisis de rentabilidad

Un análisis de rentabilidad consistiría en estimar el costo de cada una de las alternativas que existen en ese momento, con el propósito de comparar los costos que representaría cada una. Este análisis parte de la definición de un cierto objetivo y calcula el costo que supondría alcanzar ese objetivo, a través de los distintos procedimientos alternativos que existen.

Está claro que en los estudios costo-eficiencia el principio de equimarginalidad es fundamental. Para lograr un programa de control eficaz, las autoridades deberían elegir técnicas que impliquen el menor costo marginal de reducción y combinarlas siguiendo el principio de equimarginalidad. Hay muchos casos en los que no conocemos la valoración exacta de un objetivo, pero una vez analizada la eficacia del costo podremos decir (al menos en

términos relativos) si compensa aplicar alguna alternativa con que contamos. El análisis podría permitirnos afirmar algo así como “no conocemos exactamente el valor monetario de los beneficios, pero parece que es superior a los costos de algunas de las alternativas que hemos analizado, de modo que aplicaremos tal o cual alternativa”.

Análisis Costo-Beneficio

El análisis costo-beneficio es para el sector público lo que el análisis de pérdidas y ganancias es para una empresa privada. Pero el análisis costo-beneficio, se suele utilizar para la toma de decisiones en el sector público y tiene en cuenta el conjunto de la sociedad, además se aplica regularmente a políticas y programas cuyos resultados no tienen un valor de mercado, el ejemplo de este tema, la mejora de la calidad del medio ambiente.

A medida que el análisis ha evolucionado y madurado, los procedimientos de medición han ido cambiando. La importancia y el papel del análisis en la toma de decisiones públicas relativas a los recursos naturales y el medio ambiente han sido objeto de continuas discusiones.

Este análisis implica la medición, suma y comparación de todos los beneficios y costos de un proyecto o programa público concreto. El análisis supone básicamente cuatro pasos:

- Describir en detalle el proyecto o programa
- Precisar los recursos que requiere el programa y los resultados que producirá
- Estimar el costo de los recursos y los beneficios sociales de los resultados
- Comparar los beneficios con los costos

Sin embargo sea cual sea el análisis para estimar los costos que los proyectos y programas representan para la naturaleza, estos no resolverán o no darán solución a los impactos, si antes no se elaboran los proyectos, de tal forma que el impacto ambiental sea un punto central, ya que todos los proyectos analizan antes que nada los beneficios y las utilidades, dejando de lado los costos ambientales, para retomarlos una vez aprobados los proyectos.

Cuestiones teóricas y su relación con el medio ambiente²²

- Gastos públicos medioambientales y su relación con el empleo: la evidencia disponible parece indicar que el gasto medioambiental público es relativamente intenso en mano de obra lo que ha llevado a algunos países a utilizar dicho gasto como medio para impulsar la demanda en situaciones recesivas. Con toda una política de este tipo deberá ser cuidadosamente estudiada por dos razones. Primero, existe un consenso general de que estas políticas de demanda pueden acentuar los desequilibrios a mediano plazo si la economía no tiene muchos recursos ociosos; segundo: la efectividad de estos gastos ambientales a la hora de crear empleo, está sujeta a una ola de condiciones, entre las que están el hecho de que muchos proyectos de ejecución tienen un periodo muy largo, de que se debe de estudiar la demanda de gastos de la sociedad.
- Políticas laborales en creación de empleos medioambientales: pueden ser tanto directas como indirectas. Las primeras se refieren a subvenciones para la creación de empleo directa, de modo que el sector público otorga ayudas a organismos locales, ONG's, y otras instituciones para que creen puestos de trabajo. Segundo, las indirectas, que consisten fundamentalmente en políticas de formación y de reciclaje de la mano de obra que eduquen, desde una perspectiva empresarial, a desempleados para el desempeño de trabajos en sectores medioambientales.
- Uso de políticas medioambientales que eviten efectos adversos en el empleo: esto pasa por una mayor utilización de instrumentos económicos (en general más eficientes que las medidas de regulación en términos del costo que imponen las empresas) y por un mayor énfasis en el estudio de la relación entre efectividad y costo de las medidas medioambientales que se vayan a adoptar.

²² FERNANDEZ Antonio y Bolaños Valentín, "Economía y Política Medioambiental, Situación actual y perspectivas de la Unión Europea, Ediciones Pirámide, 2002, Madrid España.

- Estrategias encaminadas a la consecución de un desarrollo sostenible: a largo plazo implicaría un cambio completo en las estructuras productivas, tal como existen en la actualidad (en este caso los efectos sobre empleo son difíciles de estimar, aunque se puede suponer que esta economía sería más intensiva en mano de obra que la actual), aunque a corto plazo puede implicar el desarrollo de sectores (equipamiento medioambiental, reciclaje, técnicas forestales, energías renovables, turismo ecológico, etc.) que conllevarían creación de empleo.

CAPITULO III LA INDUSTRIA DEL ETANOL EN MEXICO

Antecedentes

Son cada vez más los países que se están incorporando a la transición energética que el mundo acontece, de lo no renovable a lo renovable. En este sentido México ha emprendido también el deseo de lograr esta hazaña, y el objetivo primordial, poder abastecer la demanda energética nacional basándose en la bioenergía.

Sin embargo para México el tema es novedoso, y apenas se esta legislando para poder establecer leyes que permitan el desarrollo de estas alternativas energéticas, por esta razón los antecedentes de la producción de etanol en México queda rezagada a solo la producción de “alcohol etílico” que los ingenios azucareros producen, con destinos de comercialización y autoconsumo energético. Hasta 2005 La Comisión Reguladora de Energía (CRE) había otorgado 313 permisos para autoabastecimiento en diversos ingenios azucareros del país que les permite utilizar el bagazo de caña como energético primario para generar electricidad. En algunos de ellos, es exclusivamente el bagazo de caña, el utilizado como energético primario para generar electricidad; en otros casos participa conjuntamente con hidrocarburos (combustóleo y diesel).

En México este sector abarca más de 700 mil hectáreas cuya producción se canaliza a través de 58 ingenios azucareros. Durante la zafra 2004-2005, la producción de etanol en México fue de 59.3 millones de litros, un precario nivel si se compara con lo que produce Brasil, Estados Unidos o Argentina, cuya producción en conjunto representa más del 58% del etanol mundial.

Ley de Promoción y desarrollo de los bioenergéticos : esta ley aprobada el 1° febrero del 2008²³ tiene como fin incentivar la inversión en el ramo de los biocombustibles principalmente, bajo los siguientes lineamientos que a manera de resumen considero importante mencionar:

²³Para mas información sobre la ley, visitar la página www.diputados.gob.mx

- Se pretende contribuir a la autosuficiencia energética, en base a las energías renovables
- Incrementar el desarrollo de la agroindustria para la producción de biocombustibles
- La obtención de combustibles limpios y la promoción de las energías renovables
- A partir de la bioenergía, impulsar la producción agrícola y aumento de empleo, no dejando de lado la productividad agrícola
- Fomentar las cadenas productivas que estén relacionadas con los biocombustibles
- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero
- Establecer las bases para impulsar y promocionar apoyos a la producción, tecnificación, comercialización y empleo de los bioenergéticos.

Desde el punto de vista legal, lo bioenergéticos no fueron materia de regulación hasta principios del 2008, cuando fue publicada dicha ley, en el Diario Oficial de la Federación (La Ley de los Bioenergéticos). Tanto el gobierno federal como varios gobiernos estatales apuestan por los bioenergéticos, fomentando y apoyando programas de cultivo, considerando que permitirán un desarrollo sustentable del país, crearan empleos, atraerán inversión extranjera e incluso fomentan la exportación hacia los Estados Unidos. Los bioenergéticos también son una opción para PEMEX como oxigenante en sus gasolinas y se ve factible que la producción de etanol ayude a disminuir la importación de gasolinas.

La Ley de los Bioenergéticos es reglamentaria de los artículos 25 y 27 fracción XX, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto la promoción y desarrollo de los bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y al desarrollo sustentable como condiciones que permiten garantizar el apoyo al campo mexicano²⁴.

²⁴ BONILLA Calzada Iris, "Los bioenergéticos en México: el marco legal", Revista Energía a Debate, año 5, tomo V, numero 29, noviembre-diciembre de 2008.

Dentro de las iniciativas de reforma energética en el sector petrolero presentadas el 8 de abril del 2008 por el Ejecutivo Federal, se encuentra la propuesta para conferir a la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la atribución para ordenar las medidas de seguridad e imponer en el ámbito de su competencia, las sanciones administrativas previstas en la Ley de los Bioenergéticos, por infracciones a las disposiciones de dicha ley y sus disposiciones reglamentarias en las actividades reguladas, así como para regular el transporte y distribución de biocombustible que se realice por medio de ductos, así como el almacenamiento de los mismos. Sin embargo, en las modificaciones propuestas por el Ejecutivo para la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, se considera que la SENER regulará y promoverá el desarrollo y uso de fuentes de energía alternas a los hidrocarburos. (BONILLA Calzada, p.p. 37)

¿Qué es el etanol?

De manera rápida quisiera enterarles mas del tema que esta causando euforia en el mundo, este el etanol o bioetanol como muchos lo prefieren llamar, por tener su origen biológico. El bioetanol también llamado etanol de biomasa, es un alcohol que se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar o remolacha, entre otros cultivos, y que en sus condiciones primarias puede ser utilizado como combustible. El etanol, comúnmente conocido como "alcohol etílico", puede ser utilizado como combustible puro o mezclado con gasolinas, que ayuda a reducir el consumo de derivados de petróleo, el combustible resultante se conoce como gasohol (en algunos países, "alconafta"). Dos mezclas comunes son E10 y E85, que contienen el etanol al 10% y al 85%, respectivamente. El etanol es utilizado también como oxigenante de las gasolinas estándar, remplazando al Metil tert-butil éter (MTBE). Por ejemplo para el uso que en país se le daría, sería el de sustituir el MTBE que actualmente Pemex importa, para así ahorrar ese gasto que se emplea.

El bioetanol proviene de diversos cultivos ricos en azúcares, almidones y celulosa, y es extraído de manera más fácil, por así decirlo, de la caña de azúcar y del maíz. Una importante razón por la que actualmente se limita la sustitución total de los combustibles fósiles por el bioetanol, es que para la

mayoría de procesos usados en la producción del biocombustible se consume más energía como insumo, que la que este proporciona, sin embargo la tendencia a modernizar la tecnología en el mundo avanza a gran velocidad, y en los escenarios de mediano y largo plazo, se incluye ya la producción a gran escala.

Para utilizar la biomasa con fines energéticos, es necesario apropiarla según los requerimientos para los sistemas convencionales existentes. La razón principal por la que etanol despierta tanto interés, es por sus ventajas principales al utilizarlo²⁵:

1) Como oxigenante (en proporción del 3% al 5% en la gasolina)

- Brinda una mayor oxigenación en las mezclas de combustible
- Disminuye la producción de Monóxido de Carbono (altamente tóxico)
- Mejora el octanaje de la gasolina

2) Como combustible (en proporción del 5% al 23% en la gasolina)

- Sus emisiones contienen menos compuestos azufrados
- Contribuye a disminuir la lluvia ácida
- Reduce la presencia de compuestos aromáticos y de plomo en los gases de la combustión
- Minimiza el riesgo en su manejo y almacenamiento al ser menos inflamable y tóxico que los combustibles derivados del petróleo

Los agrocultivos en juego: el maíz y la caña de azúcar

En el mundo, la alimentación de la población esta basada en 20 cultivos principales, de los cuales los cereales: maíz, trigo y arroz, además de la caña de azúcar, representan aproximadamente el 61% de la producción agrícola mundial²⁶, lo cual nos da una idea de la importancia global que representan estos cuatro cultivos, teniendo también una idea de la extensión de tierras que

²⁵ Estudio realizado por Destilmex: Sinaloa hacia la Bioenergía, junio del 2006

²⁶ Guillen Solís Omar, "El uso de cultivos energéticos en México", La Jornada, México, 17 de junio del 2007.

se necesitan para su cultivo. Hoy en día las iniciativas del mundo para utilizar el etanol como combustible, están provocando que el uso de suelo se este cambiando de tierras de cultivo para productos alimentarios tradicionales a tierras de cultivo con fines no alimentarios, enfocándolos a la producción de energía. La primera reacción, ya vivida en algunas zonas del mundo, es la polémica que causa este cambio de uso de suelo, dando paso a crisis alimentarias.

La fabricación de etanol a base de granos como el maíz, leguminosas, uvas, etc., refleja desde hoy, ya el efecto que provoca, manifestándose en la crisis alimentaria, a razón de la desmedida compra y el desmedido uso de grano de maíz por los Estados Unidos para la producción de etanol, lo cual representa un terrible efecto negativo. Sin embargo el bajo interés de los países en otro tipo de cultivos, es obvio, debido a que su cosecha es mucho menor, razón por lo cual si se cumple la crisis alimentaria que se pronostica, los responsables directos serian el maíz y la caña de azúcar, paralelamente a los aumentos de producción de etanol por parte de los Estados Unidos a base de maíz, y por otro lado Brasil (1er productor de etanol a base de caña de azúcar) y los demás países que pretenden producirlo a base de caña de azúcar (México dentro de ellos).

En el caso de México, las empresas que ya iniciaron la construcción de plantas productoras de etanol y las que están por construirlas, deben de tomar en cuenta, que las experiencias internacionales han dejado huella suficiente para tomar con delicadeza el tema. En el caso de Estados Unidos por ejemplo, cuando inicio la producción de etanol a base de maíz, esta no era rentable²⁷, hasta que ahora en la actualidad ha logrado abatir ese reto. Pero tanto en al caso del maíz y la caña de azúcar mexicanos, ambos presentan bajas productividades, a pesar de que la caña de azúcar presenta superávit en la producción nacional, pero no así en el caso del maíz, grano que ha venido incrementando su déficit en producción²⁸:

²⁷ “Producción y uso de etanol combustible en Brasil”. Respuestas a las preguntas más frecuentes.

UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar), Pág. 14

²⁸ Tarjeta Informativa para prensa: Acciones para la competitividad de maíz, frijol, caña de azúcar y leche, Aguascalientes, Ags. 23 de febrero de 2007. SAGARPA

Situación del Maíz

- Producción promedio de 21 millones de toneladas de maíz amarillo en grano (93 por ciento maíz blanco y siete por ciento maíz amarillo)
- Aporta el 5.3 por ciento del PIB agropecuario y genera el 29.3 por ciento del valor de la producción agrícola nacional.
- El 85 por ciento de la producción se obtiene bajo condiciones de temporal, con una alta dependencia de las condiciones climáticas. En la producción de este grano prevalece el minifundio.
- De los 1.9 millones de productores, el 85 por ciento tiene predios menores de cinco hectáreas.
- En maíz blanco permite cubrir la demanda interna; en maíz amarillo se requieren importar siete millones de toneladas por año y tres millones de toneladas de maíz quebrado para cubrir la demanda de los sectores ganadero e industrial.

El incremento en el uso del maíz amarillo para la producción de etanol, reducirá la disponibilidad de este grano a nivel mundial, por lo que se esperan precios más altos y una mayor superficie sembrada.

En México es factible aumentar la producción tanto de maíz blanco como amarillo, con incrementos en la productividad y reconversión productiva, a través de acciones de tecnificación del riego, inducción al uso de la tecnología a través de semillas mejoradas y paquetes tecnológicos, acceso a insumos a precios competitivos, esquemas de financiamiento y administración de riesgos, entre otros. Todo esto si México pretende llegar a competir en los mercados del etanol, sin embargo la producción de etanol en México se obtiene básicamente de la caña de azúcar, producida por los ingenios azucareros instalados, diferencia importante respecto del maíz.

La importancia alimentaria, económica y social del maíz en el país, lo convierten en un grano estratégico, en comparación con los demás granos de importancia (arroz, sorgo y trigo), en el periodo de 1996-2006 la producción de

maíz registro una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 2.0%²⁹, contrariamente al comportamiento del maíz, la TMAC de los demás cultivos mencionados fue negativa, y se estima que para el periodo 2007-2012 la TMAC será de 1.6%. Además en el mismo periodo el maíz ocupó el 51% de la superficie sembrada y cosechada totales en promedio anual; generó el 7.4% del volumen de producción agrícola total, representando el 30% del valor total de la producción.

Cuadro 4

Volúmen de la producción nacional de los principales cereales 1996-2006, año agrícola, (riego +temporal) (miles de toneladas)

Año	Maíz	Trigo	Sorgo	Cebada	Arroz	
					Palay	Avena
1996	18026.0	3375.0	6809.5	585.8	394.1	121.5
1997	17656.3	3656.6	5711.6	470.7	469.5	96.5
1998	18456.4	3235.1	6474.8	410.8	458.1	88.8
1999	17708.2	3020.9	5720.3	454.1	326.5	133.1
2000	17559.0	3493.2	5842.3	712.6	351.4	32.5
2001	20134.3	3275.5	6566.5	761.6	226.6	88.9
2002	19299.1	3236.2	5205.9	736.6	227.2	60.1
2003	20703.1	2715.8	6759.1	1081.6	273.3	94.1
2004	21689.0	2321.2	7004.4	931.5	278.5	98.9
2005	19341.1	3015.2	5524.4	760.7	291.1	127.1
2006	21962.6	3249.0	5504.3	856.6	331.6	130.3
TMAC	2.0	-0.4	-2.1	3.9	-1.7	0.7

Fuente: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON-SIAP)

Se debe tomar en cuenta que México además de ser el cuarto productor mundial de maíz³⁰, es también uno de los principales consumidores del mismo, lo que quiere decir que la gran parte de la producción es utilizada para la demanda interna, que consta de la alimentación humana, el consumo industrial

²⁹ Datos obtenidos de FAO. Dirección de Estadística. FAOSTAT

³⁰ Los principales productores de maíz en el mundo son: los EU con el 40%, China 19%, Brasil 6% y México con el 3%

y el consumo para la alimentación animal. Aunque se cubre la demanda de maíz blanco con la producción nacional, el país es deficitario en maíz amarillo, específicamente grano amarillo No. 2, que tiene diversos usos, principalmente el pecuario, por lo cual se tienen requerimientos de importación superiores a los 5 millones de toneladas en promedio anual.

Aditivo a lo anterior, la participación del volumen obtenido de maíz en la producción total de cereales es creciente, ya que en 1996, la participación del maíz fue de 61.5%; en 2002 su contribución alcanzó 67%. En tanto que en 2006 llega al nivel máximo alcanzado de 68.6% de la producción total de cereales.

Hay dos variedades³¹ importantes de maíz en el país: el maíz blanco y el amarillo o forrajero. Por lo general el maíz blanco se produce exclusivamente para el consumo humano, debido a su alto contenido de nutrientes; mientras que el amarillo se destina al procesamiento industrial y a la alimentación animal. El maíz blanco participa en la producción total de maíz con alrededor del 94%; y el amarillo participa con alrededor del 6%.

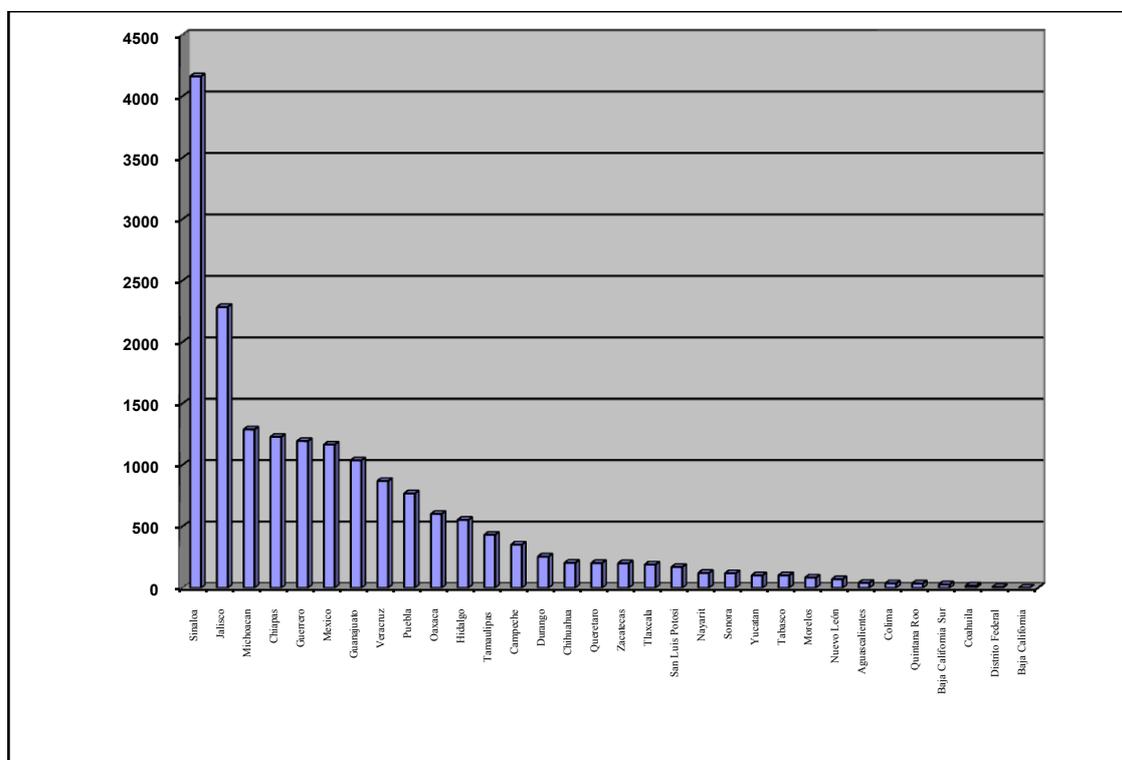
Prácticamente en todo el país se produce maíz, sin embargo los estados de mayor interés son:

- Respecto al maíz blanco: Sinaloa (23%), Jalisco (13%); Michoacán, Chiapas y Guerrero participan con el 7% cada uno, estos estados producen el 57% (2005) de la producción total;
- Respecto al maíz amarillo: Chihuahua (35%), Jalisco (25%), Tamaulipas (21%) y Chiapas (13%), juntos producen más de 94%.

³¹ Otras variedades que cataloga el Centro de Investigación para el mejoramiento de Maíz y Trigo, son: el maíz cerero o ceroso; el maíz cristalino; el maíz dulce; el maíz dentado; el maíz palomero; el maíz sedimentado y el maíz truncado.

Gráfico 1

Producción de maíz blanco en 2005, riego + temporal (miles de toneladas)

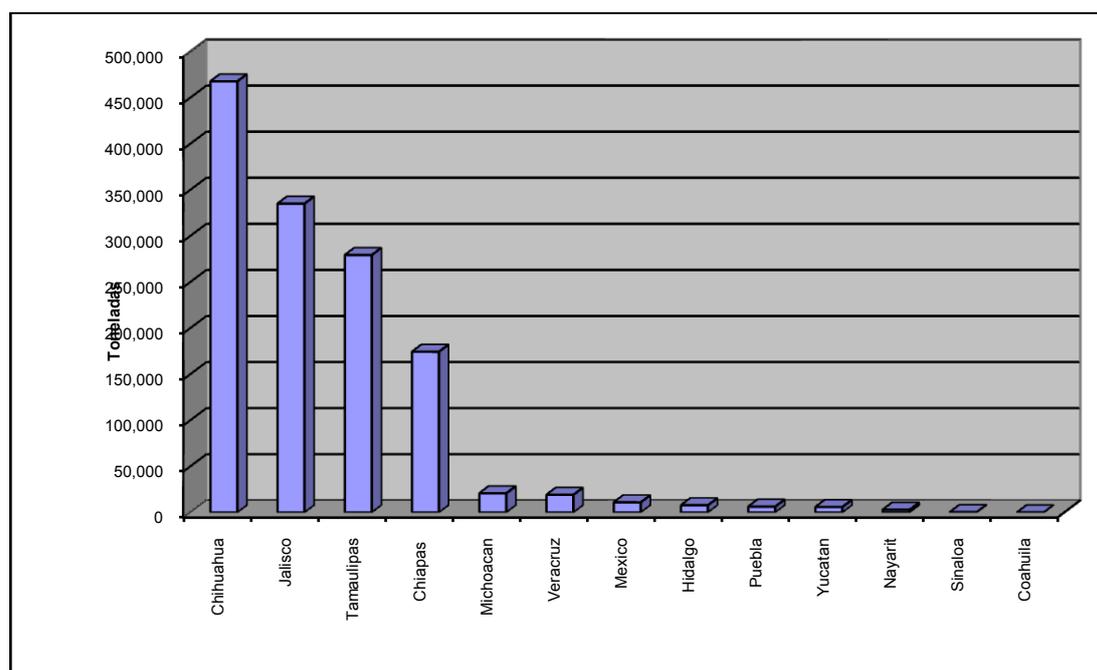


Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP-SAGARPA.

Cabe mencionar que en la producción de maíz el estado de Sinaloa es el único estado que presenta superávit. Empresas interesadas en el ramo bioenergético han puesto sus ojos en este estado para producir etanol a base de maíz³², y es aquí en donde las primeras empresas que desean producir el biocombustible han empezado a realizar actividades, empresas ligadas al comercio energético del norte de México y del sur de los Estados Unidos. Similar al estado de Sinaloa, el estado de Jalisco también se enfila como uno de los pioneros en biocombustibles en México, sin embargo, a pesar de ser un importante productor de maíz, la viabilidad de utilizarlo como insumo principal está entre dicho, y más bien la caña de azúcar sería el recurso principal.

³² Ver “Ley de promoción y Desarrollo de los bioenergéticos: Capítulo III, Art. 11, Fracción VIII: que dice que solo la SENER podrá otorgar permisos para la producción de etanol de maíz, solo en caso de que existan inventarios excedentes de producción de maíz interna para satisfacer el consumo nacional.

Gráfico 2 Producción de maíz amarillo (riego mas temporal), 2005



Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP-SAGARPA.

En el caso del maíz amarillo, son solo cuatro estados de la republica los que prácticamente producen el maíz amarillo en México, pues estas cuatro entidades producen alrededor del 94%.

En el estado de Sinaloa se obtienen los rendimientos más altos a nivel nacional, lo cual se explica por la calidad del suelo, así como por el uso intensivo de capital que existe en el estado; esto se traduce en la utilización de maquinaria y equipo, además de la asistencia técnica y semillas altamente productivas. Sin embargo a pesar de que la superficie cosechada en este estado es menor en 2.3 veces a la de Chiapas (entidad que a ocupado el primer lugar en superficie cosechada en el periodo 1996-2006), su rendimiento por hectárea no es el mejor, mientras el de Sinaloa (un rendimiento anual promedio de 7.2 ton/ha), es incluso superior al rendimiento alcanzado en el mismo periodo en Argentina con 5.712 ton/ha; China 4.912 ton/ha; Brasil 3.022 ton/ha. El nivel nacional del país deteriora el de Sinaloa al tomar en cuenta el promedio nacional.

El etanol de maíz

El etanol, ahora un producto mundialmente consolidado para usarlo como combustible, ya sea para usarlo mezclado con la gasolina o utilizado como combustible en motores de ignición por chispa. El cada vez mayor incremento en la utilización de etanol derivado principalmente de plantas feculentas y azucareras, trae consigo una demanda importante de productos agrícolas relacionados con la energía y por ende, influye en el comportamiento de los mercados de productos básicos.

En el año 2000 la producción mundial aproximada de etanol³³ fue de 30 mil millones de litros (unos 7900 millones de gal), y para 2006 la producción ya era de casi 51 mil millones de litros (unos 13400 millones de gal), casi el doble. Se prevé que para el 2010 el consumo mundial de etanol alcance los 54 mil millones de litros, correspondientes alrededor del 1% del consumo mundial de petróleo y según las estimaciones del Consejo Mundial de Energía realizadas en 2005, en 2010 la producción superara los 70 mil millones de litros³⁴.

Sabemos de antemano que los principales productores de etanol en el mundo son Brasil y Estados Unidos; en menor medida China e India. Brasil y Estados Unidos producen casi el 70% de la producción mundial, siendo Brasil el mayor productor hasta 2005 (ya que en ese año EU produjo 37 millones de galones más que Brasil equivalente al 0.9% de la producción)³⁵, prácticamente producen la misma cantidad, sin embargo algo importante que distingue la producción de estos dos países, es que EU produce etanol de maíz, Mientras Brasil lo produce de caña de azúcar.

Respecto a EU, el programa para producir etanol a base de maíz no ha dado siempre los mejores resultados, ya que al inicio tenía que proveer más energía (fósil), para producir el etanol, que la energía (biocombustible) que obtenía. Esos resultados fueron incluso negativos al principio del programa estadounidense, sin embargo gracias a la biotecnología, EU a obtenido

³³ RFA: Renewable Fuels Association

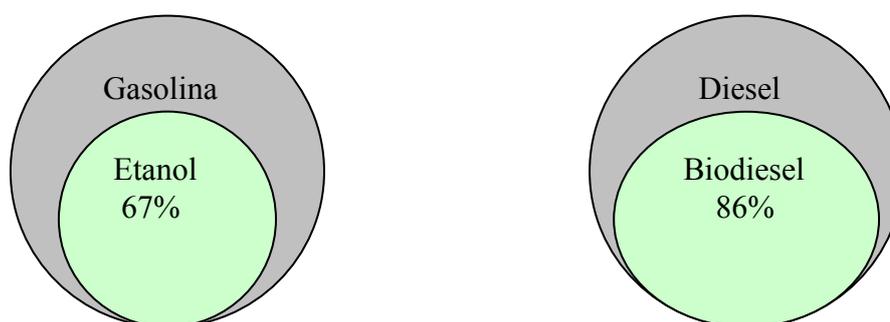
³⁴ FAO, Perspectivas Alimentarias. <http://www.fao.org/docrep/009/j7927s/j7927s01.htm>

³⁵ U.S. International Trade Association

resultados eficientes, respecto al balance de energía utilizada en la producción de etanol de maíz, siendo 1:1.3 y 1:1.8³⁶.

De acuerdo con la U.S. Energy Information Administration (Administración de la Información de la Energía de los EU), el contenido energético en un galón de bioetanol, es inferior, comparado con un galón de gasolina, al igual que galón de diesel comparado con un galón de biodiesel, es decir:

Figura 1



El contenido energético de un galón de etanol representa solo el 67% del contenido energético que tiene su similar de gasolina, para el biodiesel solo el 86% de un galón de diesel.

El etanol producido de maíz puede arrojar más consecuencias de mayor impacto que el etanol de caña de azúcar, debido principalmente a que el maíz es un alimento esencial, no solo en México, sino en la mayor parte del mundo, consecuencia que se traduce en el encarecimiento de este cereal, y al mismo tiempo el aumento de otros alimentos. Aun con esto en los EU la producción de etanol de maíz continuara con una tendencia alcista, impulsada por los altos precios del petróleo crudo, que aun se registran, en combinación con los relativamente bajos precios del maíz, sumado al fuerte apoyo que el gobierno da a la producción de este biocombustible.

Desde que se promulgó la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act), en 1990, la industria del etanol de maíz en EU se ha venido desarrollando exitosamente, a

³⁶ Producción y Uso de etanol combustible en Brasil, respuestas a las preguntas mas frecuentes, UNICA. pág. 14

tal grado de imponer legislación estatales que prohíben o restringen el uso del Metil Tri Butil Éter (MTBE), y últimamente el programa del presidente Bush que en 2007 “desafió” a la nación, a la cual al mismo tiempo pidió apoyo para su objetivo de reducir el consumo de gasolina en un 20% en los próximos 10 años, conocido como el programa “20 en 10”, debido a que según el su país sufre de una fuerte adicción al petróleo³⁷. Dicho programa se basa en cuatro prioridades:

- Reducir drásticamente la dependencia del petróleo extranjero
- Promover el uso de diversas fuentes de energía
- Reducir las emisiones de carbono de la producción y consumo de energía, y;
- Establecer una fuerte bioindustria interna

De esta manera EU pretende lograr la sostenibilidad de la seguridad energética, el problema es que pone en riesgo la seguridad alimentaría de varios países; adicionalmente se prevé un incremento anual de la capacidad de producción de etanol de 2.4 billones de galones, lo que se traduce en un aumento en la demanda de maíz de 2.15 billones de bushels, lo que en 2007 significo un 34% mas que la temporada 2005/06³⁸. En 2006 había registradas 97 plantas de etanol en EU, mientras en ese mismo año estaban en construcción otras 35 (Renewable Fuels Association), todas ellas a base de maíz, lo cual nos da la idea de la magnitud del potencial con que cuenta ese país para producir etanol, y la voraz demanda de maíz.

Una situación especial en EU es el otorgamiento de subsidios a la producción agropecuaria, que históricamente ha realizado. En el mismo sentido el rápido crecimiento de la producción de etanol en EU se debe principalmente a la suma de tres importantes factores:

- Los petro-precios altos de los últimos años

³⁷ Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (EERE), del Departamento de Energía de EU (EOD)

³⁸ Declaraciones de Bush sobre Energía: 26 de abril de 2006.

Un bushel equivale a 0.025401 de tonelada métrica. 1 galón = 3.79 litros en EU

- Los incentivos fiscales que se otorgan a nivel estatal y federal desde 1978. hoy en día el incentivo es de 51 centavos de dólar por galón de etanol, crédito que puede aplicarse tanto al impuesto federal sobre las ventas del combustible (que debe contener etanol), como al impuesto sobre la renta. Además existe un nuevo crédito de 10 centavos por galón para ayudar a los pequeños productores y agricultores; así como prestamos y concesiones por \$85 millones para los negocios con el etanol³⁹.
- La Ley de Energía (agosto del 2005), que fija un estándar de combustibles renovables mediante el cual se hace obligatorio que la gasolina que se comercialice, tenga un contenido mínimo de etanol o biodiesel del doble actual⁴⁰

Finalmente, dentro del plan del presidente Bush se incluyen las negociaciones entre Brasil y EU, para crear padrones universales de etanol (lo cual permitiría convertirlo en un “commodity” negociable en las bolsas de mercaderías⁴¹).

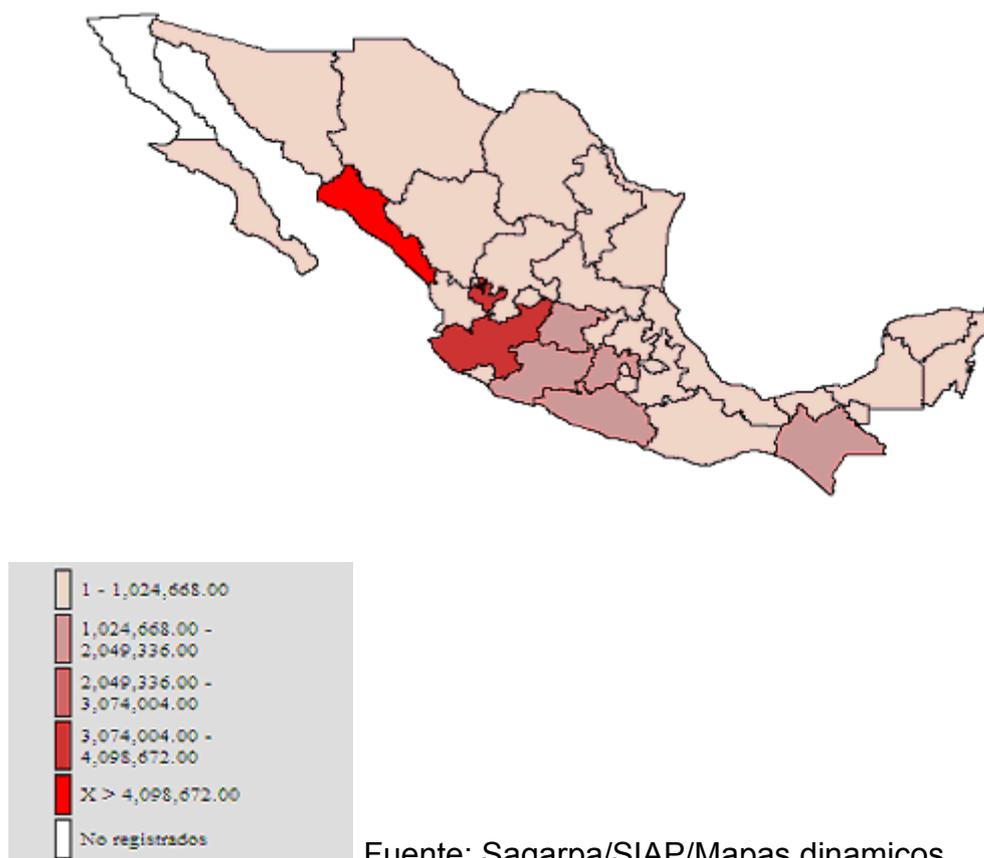
Producción de etanol de maíz en México, el caso del Estado de Sinaloa

Solo basta mirar este mapa georeferencial de la producción de maíz, para corroborar lo anterior. Practicamente en todo el país se produce maíz, pero a excepción de Sinaloa y Jalisco, los demás estados de la república son incapaces de obtener excedentes. Mapa georeferencial de la producción de maíz. Mexico 2006 (riego + temporal)

³⁹ Declaraciones del presidente de los EU sobre Energía, Abril 25 del 2006.

⁴⁰ Renewable Fuel Association, EU

⁴¹ Esto se discutió entre representantes gubernamentales de Brasil, EU, China, India, La Unión Europea y Sudáfrica, en febrero del 2007, según Gabrielli, José Sergio; presidente de Petrobras.



Fuente: Sagarpa/SIAP/Mapas dinamicos.

De hecho, de acuerdo con la clasificacion anterior, solo el Estado de Sinaloa se encuentra en el quinto rango (mayor a 4,098,672 toneladas), con una produccion en 2006 de 5,132,809 toneladas, el 21.83% aproximadamente de la produccion total, seguido de Jalisco ubicado en el cuarto rango (de 3,074,004 – 4,098,672 toneladas) con 3,251,375 toneladas, aproximadamente el 13.83% del total, es decir, en estos dos estados se produce el 35% de la produccion nacional (Sagarpa 2007).

Cabe mencionar que la produccion de maiz en Sinaloa, es tan alta como la produccion total de paises como Egipto, Etiopia o Vietnam, con una produccion anual de 5.98, 4.8 y 4.56 millones de toneladas, respectivamente.⁴²

Una situacion que diferencia a Sinaloa de los demas estados, es que el rendimiento por hectarea obtenido cuadruplica el promedio nacional mientras este es de 2.82 toneladas por hectarea, en Sinaloa este valor es de 8.76

⁴²http://www.agropanorama.com/news/001_enero2008/05_28a100/01_global_ProduccionMundialMaiz.htm, datos para el 2007/08

ton/ha. (ver cuadro 5), sin ser el mayor sembrador y cosechador del grano, tal como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 5 Rendimiento de maíz por hectárea

Estado 2007	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (ton/ha)
Sinaloa	590,716	585,670	8.76
Baja California Sur	4,691	4,556	6
Sonora	25,732	25,620	5.62
Jalisco	618,688	592,763	5.49
Nayarit	53,718	53,713	4.24
Guanajuato	421,982	358,298	3.84
Tamaulipas	188,710	179,958	3.52
Morelos	29,307	29,268	3.5
México	581,654	574,183	3.49
Querétaro	117,503	108,062	3.48
Chihuahua	277,569	248,071	3.42
Michoacán	483,734	465,521	3.37
Colima	15,334	15,334	2.83
Promedio Nacional			2.82
Guerrero	481,212	475,569	2.74
Hidalgo	262,084	232,925	2.54
Tlaxcala	124,441	124,416	2.31
Chiapas	671,617	662,680	2.3
Aguascalientes	49,510	21,298	2.22
Veracruz	546,285	464,759	2.08
Puebla	591,213	510,570	1.85
Campeche	161,938	91,777	1.79
Durango	205,561	167,948	1.73
Distrito Federal	6,235	6,085	1.56
Tabasco	85,701	59,313	1.55
Zacatecas	344,102	254,957	1.5
Oaxaca	596,013	560,435	1.37
Nuevo León	61,056	59,206	1
San Luís	259,866	188,471	0.93

Potosí			
Coahuila	31,420	27,246	0.88
Yucatán	165,198	158,324	0.88
Quintana Roo	64,582	26,283	0.6

Fuente : Elaboracion propia con datos de Sagarpa/SIAP 2007

En el cuadro anterior podemos observar en orden descendente a los estados cosechadores de maiz en el pais, divididos por la fila correspondiente al promedio nacional, a partir de esta fila se encuentran todos los estados con un rendimiento menor a la media nacional. Es clara la diferencia existente entre los rendimientos obtenidos, pero los casos como el estado de Oaxaca que a pesar de destinar una superficie mayor de hectáreas a la siembra de maiz que Sinaloa, presenta un rendimiento por debajo del promedio nacional, lo mismo sucede con Chiapas, Veracruz y Puebla, con magnitudes de hectáreas que rondan las de Sinaloa.

Son 18 los estados de la república los que se ubican por debajo del rendimiento medio nacional, cuya diferencia con el primer sito del cuadro, es alrededor de 6 toneladas por hectarea, dicho de otra forma, en estos estados se estan dejando de producir 6 de las 8 toneladas posibles por hectárea que se pueden obtener, o por lo menos un numero cercano. Mientras en los Estado Unidos el promedio de rendimiento es de 8.2 toneladas por hectarea, algo no muy halagador para todos los demas estados distintos de Sinaloa. Algo que hay que resaltar es que los altos rendimientos son obtenidos en siembra de “riego”, por lo que el problema esta en la siembra de temporal, en donde los rendimientos no llegan ni a una tonelada.

El estado de Sinaloa representa en México la opción mas viable para la producción de etanol a partir de maíz o sorgo⁴³, de tal forma que este estado tiene el potencial de convertirse en un gran generador de bioenergéticos para México y el mundo, obteniendo un combustible de alto nivel, además de obtener de estos granos, siguiendo los proyectos de algunas de las empresas interesadas, los llamados “Destilados Secos de Granos Solubles” (Distillers

⁴³Debido a que en Sinaloa existen excedentes en la producción de maíz y sorgo, empresas como Mexstarch y Destilmex han tomado estas opciones como pilares para el establecimiento de sus plantas.

Dried Grains with Solubles, DDGS por sus siglas en ingles), alimento utilizado en la industria cárnica, caracterizado por su alto contenido proteínico.

Los DDGS se producen durante el proceso de destilación del grano, aquí las grasas y las proteínas se concentran en un producto final parecido al “afrecho” de malta de las cervezas. Los DDGS concentran el triple de las proteínas y las grasas que en el grano original (contiene de 25 a 28 por ciento de proteína y de 8 a 19 por ciento de grasas), el cual es digerible por el ganado de manera mas fácil, debido a que ya ha pasado por un proceso enzimático y otro fermentativo, además si se consume fresco, el beneficio para el ganado bovino es superior, por lo que tiene una gran aceptación en la industria de engorda del ganado. Se planea que los DDGS sustituirán importaciones de pasta de soya o canola, fuentes proteicas en alimentos balanceados, al menos en Sinaloa⁴⁴.

La producción de etanol: El caso de Destilmex (Grupo Zucarmex)

Zucarmex, es uno de los principales productores de azúcar en México. La compañía procesa caña de azúcar y vende azúcar estándar. Actualmente posee cuatro ingenios en la República Mexicana: Pujilic (Chiapas), Mahuixtlán (Veracruz), El Higo (Veracruz) y Melchor Ocampo (Jalisco).

Destilmex (empresa encargada de la producción de etanol), de Grupo Zucarmex, ha elegido el estado de Sinaloa como sede de plantas productoras de etanol, y esto se debe principalmente a dos cosas:

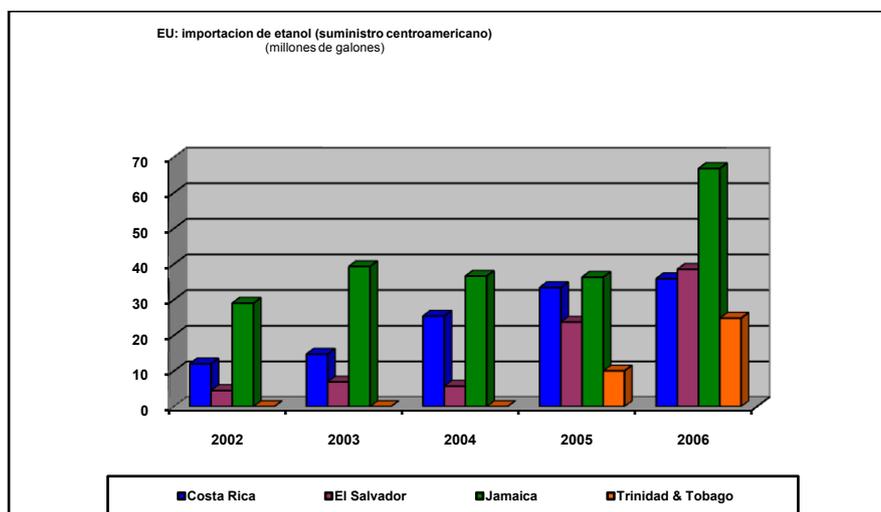
- Primero, el estado es el mayor productor de maíz en el país (ver mapa anterior), con tasas de rendimiento por hectárea competitivas, logrando excedentes en la producción que, bajo los lineamientos de la Ley y Promoción de los Bioenergéticos, le permiten destinar parte de su producción a la elaboración de etanol.
- Segundo, la cercanía del estado con el mercado de etanol al sur de los EU, por lo que la ubicación es estratégica si geográficamente tomamos en cuenta las Terminales de combustible de Óregon, las refinerías de la Bahía de San Francisco y las refinerías de Los Ángeles.

⁴⁴ Destilmex: Sinaloa hacia la bioenergía, junio del 2006

La experiencia de Destilmex en el terreno del etanol se remonta a 15 años, actualmente cuenta con una planta de alcohol, ubicada en el ingenio Pujilic, en el estado de Chiapas, con una producción diaria de 60,000 litros de etanol, producido a partir de mieles incristalizables de caña de azúcar.

Destilmex planea la producción etanol en un primer plano, destinado a la exportación hacia el país del norte, integrándose a la competencia con países como Jamaica, Costa Rica, El Salvador y Trinidad & Tobago, países con los que puede “empezar” a competir por capacidad, ya que estos pequeños proveedores apenas superan los 30 millones de galones.

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia con datos de RFA: Renewable Fuels Association

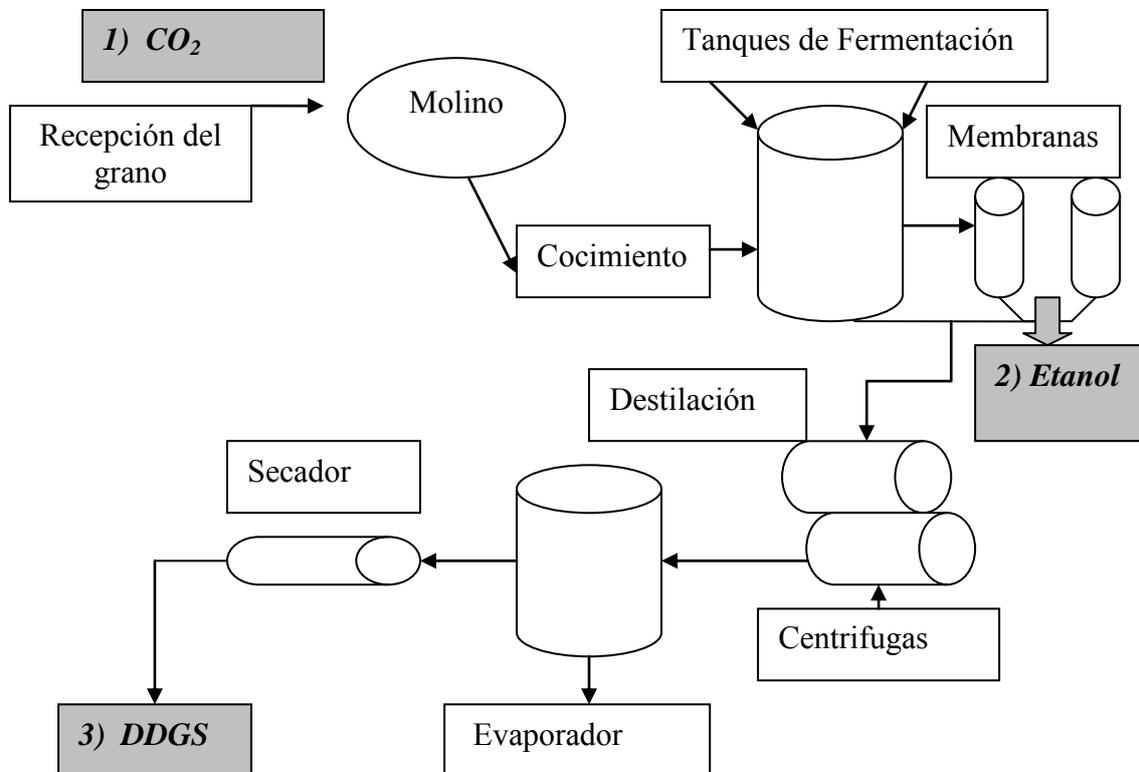
Brasil es el principal proveedor de etanol de EU, país que en 2006 exportó 433.7 millones de galones, México aun está muy lejos de competir contra dicho país, pero no quiere decir que sea el único caso, tal como se ve en el gráfico Trinidad & Tobago, también es nuevo, y que las empresas mexicanas como Destilmex toman como ejemplo.

Destilmex producirá el etanol a partir del grano de maíz mediante un proceso conocido como “de molienda en seco” y su proyecto se constituye por tres procesos esenciales:

1. La recuperación de CO₂,

2. La extracción de etanol y,
3. La obtención de los DDGS

Figura 2



Fuente: Tomado de Destilmex: Sinaloa hacia la bioenergía, junio del 2006

Según Destilmex, ya cuenta con cartas compromiso de compra de etanol con la empresa Aventine Renewable Energy Inc., por la totalidad de la capacidad de producción de la planta, para introducirla al mercado estadounidense, alrededor de 30 millones de galones al año (punto 2) en el diagrama anterior). De la misma forma los DDGS, están destinados para comercializarse con los productores pecuarios, que se encuentran en un área en donde anualmente la producción es de 320,000 cabezas de ganado bovino, 2.4 millones de cerdos y 30 millones de pollos (punto 3) del diagrama). Respecto al punto 1), este es con la intención de emitir "bonos verdes"⁴⁵.

⁴⁵ Los "bonos verdes" o bonos de carbono son un mecanismo desarrollado para reducir la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) mediante el cual, en un esquema de mercado, empresas de países industrializados pagan a otras, la mayoría en naciones menos desarrolladas, por su reducción en las emisiones de GEI, por lo cual expiden certificados. El valor en el mercado de los bonos verdes es muy alto y Agro finanzas quiere enfocarse a financiar proyectos sustentables y del cuidado del medio ambiente. Revisar Protocolo de Kyoto de la ONU

Esta empresa pretende exportar etanol a Nuevo México, Arizona y California, esperando recaudar 70 millones de dólares, bajo este lineamiento deberá de tener una capacidad de producción de 30 millones de galones y 100 mil toneladas de DDGS por año, sin embargo esta primera planta de etanol de maíz en Sinaloa, ubicada en el municipio de Navolato⁴⁶, aun sigue en espera de concretar licencias y permisos oficiales, a pesar de que el gobierno federal ya le ha otorgado 50 millones de pesos, destinado a los productores que abastezcan la planta, a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)⁴⁷. Pero tal parece que las trabas legales con que se ha encontrado Destilmex no son un freno al proyecto, ya que las negociaciones con los que podrían comprar el etanol, tienen ya un importante avance, y algunos ya concretados. Entre los socios de Destilmex aparecen nombres de empresas tan importantes como Cargill (que posee 15% de las acciones de Zucarmex) y Aventine Renewable Energy, dos de las mayores 10 productoras de combustible en EU, además de las japonesas Mitsubishi y Mitsui. Los productos destinados a la industria alimenticia y pecuaria, serán negociadas con las empresas de engorda de ganado de la zona, además de empresas como Bachoco. Lala, y Corrales Santa Cecilia, con quienes tiene ya cartas compromiso⁴⁸

Por el lado de los productores de maíz, la empresa les ofrece contratos en dos periodos:

1. Agricultura por contrato durante los 2 primeros años, es decir, la empresa comprara por anticipado la cosecha, algo común en Sinaloa.
2. A partir del tercer año los productores se podrán convertir en socios de la empresa con 9% de las acciones.

El fin de este esquema es conseguir la cosecha de unos 5,000 productores, que cultivan alrededor de unas 30, 000 hectáreas, de donde se podrá suministrar las 270,000 toneladas de maíz anuales que se necesitan para

⁴⁶ Existe un segundo proyecto de la misma empresa, una segunda planta que será construida en Topolobampo, ahí en el mismo estado.

⁴⁷ La Jornada, septiembre 29 del 2008

⁴⁸ La Jornada, Octubre 10 del 2007

destilar el volumen de etanol previsto. Puede ser que por algún inconveniente no consiga el maíz, Destilmex esta dispuesto a comprar sorgo⁴⁹.

La producción de etanol: El caso de Mexstarch S. A. de C .V.

Mexstarch pertenece a Grupo Empresarial Dharma. Es proveedor de granos industrializados para la industria alimentaria, al igual que Destilmex, la empresa Mexstarch tiene un proyecto de producción de etanol de maíz en el estado de Sinaloa, las razones son similares a las de Destilmex, y la principal es el excedente de la producción de maíz en el estado, por lo que es innecesaria la revisión de estas razones.

La única diferencia existente entre estas empresas es la capacidad de producción claro, pero adicionalmente la producción de mas coproductos como son: aislados proteínicos o pastas proteínicas, con grado alimenticio y destinadas de igual forma a la industria alimenticia y al sector pecuario; fibra alimentaria o salvadillo, con el mismo destino; aceite de maíz, y vinaza. Adicionalmente Mexstarch, producirá el etanol de maíz a través de un proceso “de molienda húmeda” del grano.

La ubicación de este proyecto, está ubicado en el municipio de Ahome, Sinaloa. Esta planta tendrá la capacidad de producir 39, 000,000 de litros anuales, es decir, alrededor de 10 millones de galones de etanol, 20 millones menos que la capacidad de la planta de Navolato, propiedad de Destilmex.

De acuerdo con los contratos tanto de compradores de los productos, como los contratos con los productores de la materia prima, Mexstarch tiene:

- Por el lado de los productores: un programa integral de desarrollo de proveedores en alianza con la Asociación de Agricultores del Río Fuerte Sur⁵⁰. Del mismo modo, la compra del grano de maíz, se realizara bajo

⁴⁹ Op. Cit.

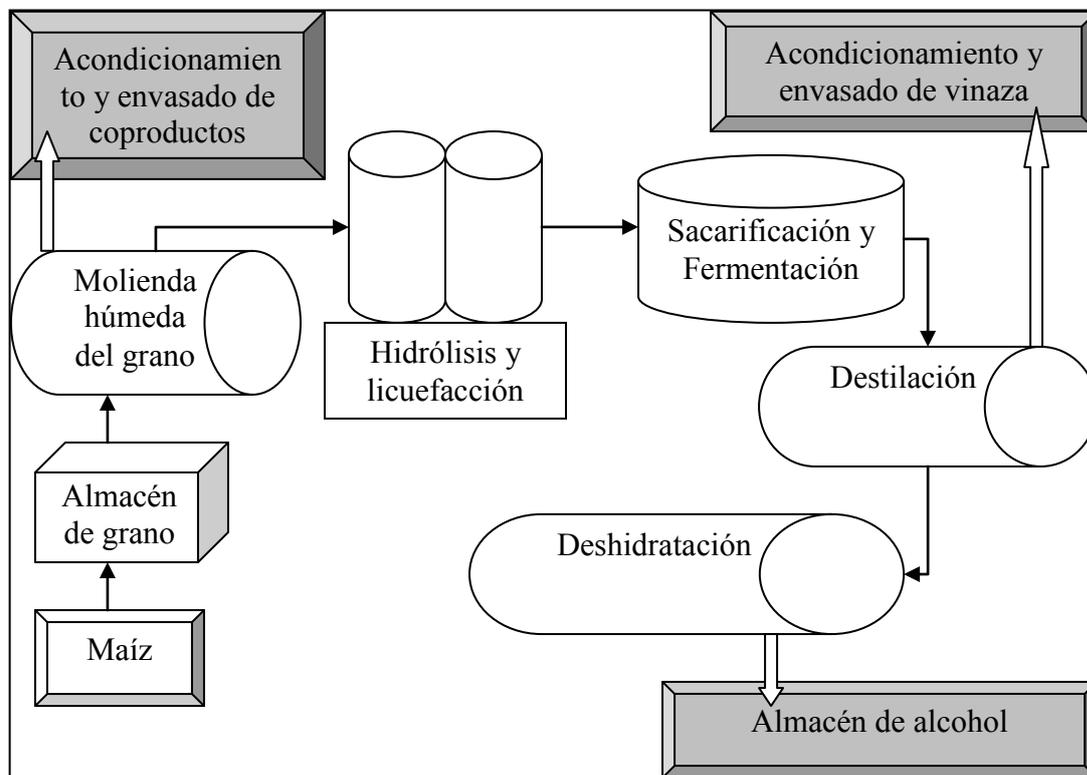
⁵⁰ AARFS A.C. es una organización sin fines de lucro, integrada por 2,500 productores agrícolas pequeños propietarios del norte del estado de Sinaloa, México, de los cuales 1,700 son socios afiliados y 800 socios activos

lineamientos de agricultura por contrato, en este caso con coberturas para administrar el riesgo de incrementos de precios.

- Por el lado de los compradores: Mexstarch ha establecido negociaciones con la empresa ALCOTRA S.A. de capital Belga, esta se encargara de comerciar el etanol en el mercado de los EU; los demás clientes, a quienes se les venderá los coproductos son la empresa Pecuaria Mochis S.A. de C.V. y la empresa Industrializadora de Productos Alimenticios S.A. de C.V.

El proceso de producción de la empresa Mexstarch es el siguiente:

Figura 3



Fuente: Tomado de “Construcción y operación de una planta productora y comercializadora de Etanol en el norte de Sinaloa”, Mexstarch S.A de C.V

La producción de etanol por parte de Mexstarch, es realizada bajo un proceso de molienda húmeda⁵¹, dividida de igual forma en tres procesos:

⁵¹ Construcción y operación de una planta productora y comercializadora de Etanol en el norte de Sinaloa”, Mexstarch S.A

- En el primero se obtienen los coprodutos como los DDGS, fibras y salvadillo;
- En el segundo proceso se obtienen el aceite de maíz y la vinaza, para finalmente;
- En el tercer proceso obtener el alcohol que se mezclara con el combustible.

El proyecto de Mexstarch también ha recibido ayuda del la SAGARPA a través del mismo mecanismo que Destilmex, y la cantidad en este caso es de \$ 25 millones de pesos en 2006. Además, como proceso innovador, Dharma Energetics está inscrita en el programa de incentivos de CONACYT, que en 2006 aprobó apoyos por 5.5 millones de pesos, bajo el programa de acelerador de empresas Avance. Sin embargo la producción de etanol de maíz en México, para introducirlo al mercado estadounidense, tiene varios obstáculos, entre ellos los ya mencionados subsidios a la producción del biocombustible, ya que de entrada éstos serian menores que los otorgados en los EU; un segundo caso es el costo de producción unitario, pues en México estos aun presentan problemas para poder competir de lleno contra los países exportadores de etanol hacia el país del norte; y tercero es el transporte, tema en el que México también presenta problemas.

Situación de la caña de azúcar

Este segundo insumo importante para la producción de etanol en el mundo y ahora para México, tiene una diferencia importante respecto al maíz, la abundante producción de caña de azúcar logran la producción de excedentes, mismos que se espera podrán destinarse a la producción de etanol.

En abril del 2007 se presenta el Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (PRONAC/SAGARPA 2007-2012), programa que pretende elevar la producción de la caña de azúcar en el país, siguiendo el objetivo de consolidar la una agroindustria integrada y competitiva, para poder sostenerse en los mercados edulcorantes y de los bioenergéticos, de manera rentable y sustentable. Dicho programa se compone de cuatro lineamientos primordiales:

- Elevar la producción de la caña de azúcar

- Fortalecer la política comercial
- Incrementar la producción de azúcar
- Aumentar la inversión y el empleo

En conjunto estos cuatro lineamientos deben de lograr para el 2012:

- Aumentar en alrededor de 7 millones de toneladas la producción de caña de azúcar
- Superar la meta de 54 millones de producción de caña de azúcar
- Lograr una producción de 6.24 millones de toneladas de azúcar

Es necesario sin embargo la reconversión⁵² de alrededor de 76 mil hectáreas de temporal a riego, más un incremento de 26 mil hectáreas a la superficie industrializable, además de cambios en las escalas productivas, eficientes y competitivas en lo ya existente.

En lo referente al etanol de caña de azúcar, en el PRONAC se incluye:

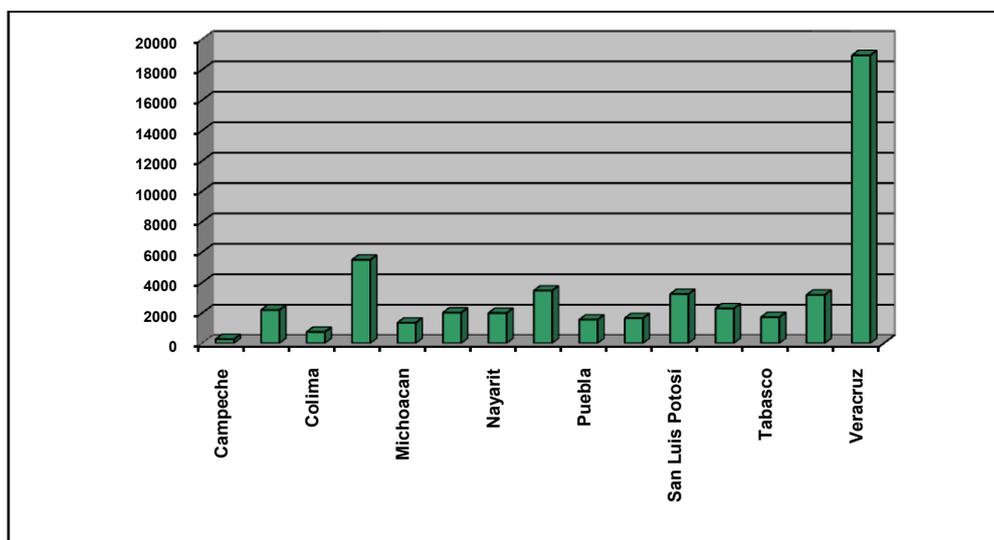
“Determinar el Sistema de Pagos de la Caña de Azúcar para Producción de Etanol, Sucroquímica y Derivados Establecer un sistema de pago a la caña de azúcar diferenciado a la producción de edulcorante que contemple el comportamiento de la producción y de los precios del etanol, sucroquímica y derivados a nivel internacional y permita a nuestro país competir con éxito”

Si bien el estado de Sinaloa es el lugar idóneo para la instalación de plantas de etanol de maíz, el estado de Veracruz lo es para el etanol de caña de azúcar, ya que en este territorio se producen alrededor de 19 de los 50 millones de toneladas de caña de azúcar del país, no por su productividad por hectárea, pero si por su magnitud de tierras destinadas a la siembra y cosecha de la caña de azúcar, esta situación coloca al estado como un “Edén” de los inversionistas del etanol, aquí se encuentran 22 de los 58 ingenios azucareros del país, esto es importante ya que muchos de los inversionistas nacionales y

⁵² Una de las principales trabas a la producción de etanol, es exactamente lo que plantea este programa, el cambio de uso de suelo, sin embargo para muchos, solo se está incorporando tierra “semi-utilizada” al sector productivo.

extranjeros, tomaran en cuenta la capacidad instalada de estas empresas azucareras para asociarse en el negocio del etanol.

Gráfico 4 Producción de caña de azúcar en México, 2006 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

En el caso de la caña de azúcar, Veracruz es el estado que se perfila como “potencialmente” productor de etanol de caña de azúcar, seguido del estado de Jalisco. Ambos estados se encuentran ya bajo fuertes impulsos e iniciativas de los gobiernos locales, estatales y federales, además del respaldo de inversionistas privados para producir etanol, sin embargo es en Guadalajara en donde se arrancara con el proyecto mejor dotado, en el cual contribuyen el gobierno federal, PEMEX y el sector privado.

Los rendimientos alcanzados en la producción de caña, son variados en los 15 estados principales productores de este cultivo, y Veracruz no es exactamente uno de los mas altos, apenas se logra con una mínima diferencia por encima del promedio nacional sin embargo es importante tomar en cuenta la tierra destinada para este fin.

Cuadro 6

Producción de caña de azúcar en México, 2006				
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento
	Miles de Ha		Miles de ton	Ha / Ton
Campeche	8.21	7.23	267.49	37.01
Chiapas	26.12	26.09	2190.94	83.97
Colima	8.50	8.50	742.88	87.45
Jalisco	69.07	66.83	5488.87	82.14
Michoacán	17.83	15.66	1348.50	86.12
Morelos	17.63	15.68	2014.01	128.43
Nayarit	29.63	28.71	1986.80	69.19
Oaxaca	56.54	55.70	3459.76	62.12
Puebla	13.12	12.60	1550.77	123.11
Quintana Roo	25.82	25.82	1644.44	63.68
San Luís Potosí	60.60	53.40	3235.17	60.58
Sinaloa	33.21	23.62	2288.78	96.91
Tabasco	28.25	25.77	1717.52	66.65
Tamaulipas	58.41	46.93	3183.05	67.83
Veracruz	263.93	250.31	18941.27	75.67
TOTAL	716.86	662.85	50060.25	75.52

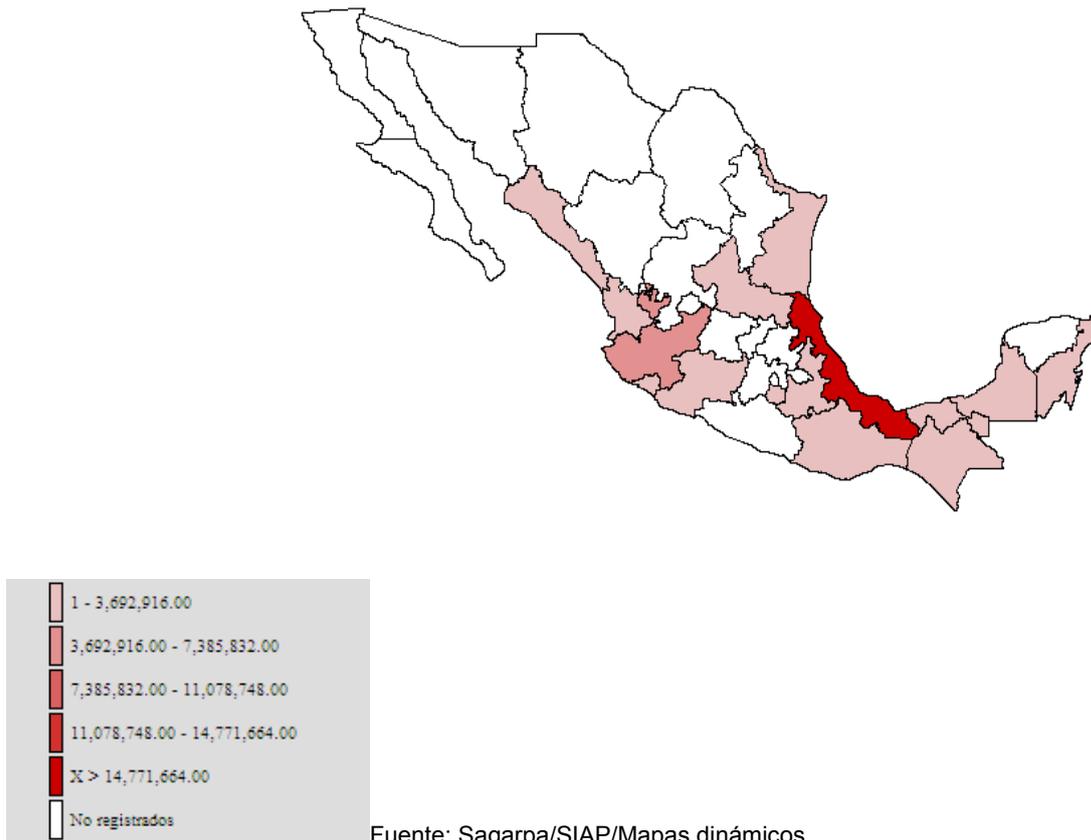
Fuente: SIAP/Sagarpa 2007

El estado de Veracruz no es el más rentable para producir etanol, pero la ventaja que le favorece es “el trabajo extensivo” de la agroindustria de la caña de azúcar, tal vez por esta razón es Jalisco el elegido para el programa piloto del gobierno federal. A través del PRONAC el gobierno pretende mejorar las condiciones actuales:

- La contribución al PIB nacional es apenas del 0.5 %, 2.2 por ciento del PIB agroalimentario.
- Genera aproximadamente 2.5 millones de empleos, entre directos e indirectos (32 mil empleos directos en los 57 ingenios azucareros)
- Se exportan 947 mil toneladas de azúcar, el 23 por ciento hacia el mercado de los Estados Unidos

- El país cuenta con una capacidad instalada para la producción de etanol aproximadamente de 346 000 litros por día, en las destilerías existentes.
- Durante la Zafra 2004-2005, la producción de etanol fue de 59.3 millones de litros

Mapa georeferencial de la producción de la caña de azúcar en México, 2006



Los estados clave a exportar serían entonces: Veracruz, Tamaulipas, Jalisco, Nayarit y Sinaloa, por su localización portuaria y cercana a los mercados de California y Arizona en el Pacífico; y a Texas y Florida en el Atlántico (ver mapa).

A pesar de que la caña de azúcar se produce en menos estados que el maíz, este cultivo resultaría ser el más idóneo, según muchos expertos, para producir etanol, una razón fundamental es el hecho de que socialmente no representa un riesgo, gracias a sus excedentes, este cultivo no compite contra el sector alimentario.

No obstante el problema de la agroindustria de la caña de azúcar en general es presenta problemas de productividad, problema serio si México pretende entrar al mercado por esta alternativa (caña de azúcar), y es que los parámetros son precarios respecto a los productores mas importantes del mundo, como Brasil, EU y Argentina, por lo que el sector necesita la introducción de alta biotecnología, sobre todo en los procesos de fermentación.

El etanol de la caña de azúcar

En el mundo el etanol mas producido es el de la caña de azúcar, como ya hemos mencionado Brasil es el productor más importante a base de este cultivo. En total, en el mundo la producción de este alcohol es prioritaria para el consumo como combustible, según F.O. Licht., en 2005 se produjeron 37.7 billones de litros de etanol, 23 de ellos para uso como combustible, 11.2 para consumo industrial y 3.5 destinado a las bebidas.

Según la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), de una tonelada de azúcar se pueden extraer 243 litros de alcohol absoluto, cálculos realizados con 45% de azucares fermentables, una eficiencia de fermentación del 85% y una de destilación del 98.5%.

En México la baja productividad de la producción de etanol podría reflejarse en el alto precio de la caña de azúcar, el precio es de alrededor de 38 dls por tonelada métrica, muy por encima del precio brasileño el cual es alrededor de tres veces menor. Es posible incrementar la producción de azúcar en un millón de toneladas, para cubrir el mercado nacional y aprovechar el mercado potencial que ofrecen los Estados Unidos. Existe una tendencia ascendente en el consumo nacional de edulcorantes y una tendencia mundial creciente en la producción y consumo de bioenergéticos, lo que permite tener grandes perspectivas de crecimiento en la producción de caña y por consiguiente de azúcar en el país.

Sin embargo la producción de etanol en nuestro país se ha limitado alrededor de solo 10 ingenios azucareros, en diversos años, el numero varia dependiendo del éxito de cosecha en los ingenios azucareros, y en la Zafra

2006-2007 la producción de etanol o de alcohol etílico como se había clasificado hasta antes de su interés “macro” en el país, la realizaron solo 8 ingenios (o al menos los de relevancia), localizados en Puebla (Calipam), Veracruz (Constancia, La Gloria, San José de Abajo, San Nicolás y San Pedro), Chiapas (Pujiltic La Fe) y Jalisco (Tamazula), liderando la producción el ingenio La gloria.

Cuadro 7 Producción de alcohol etílico (etanol)

Clave	Ingenio	Producción (Lts)
0012	Calipam	425,579
0018	Constancia	1,709,023
0046	La Gloria	19,750,705
0069	Pujiltic (La Fe)	8,839,667
0081	San José De Abajo	2,026,900
0084	San Nicolás	4,159,085
0085	San Pedro	196,000
0093	Tamazula	1,759,000
Consolidado total		38,865,959

Fuente: Elaboración Propia con datos de Fideicomiso de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero

En el cuadro anterior podemos observar dos cosas. Por un lado la importancia del estado de Veracruz en la producción de etanol; pero por otro lado la diminuta cifra de producción que muestra una de varias debilidades de México frente a países que participan en el mercado estadounidense, mismo al cual desea entrar nuestro país.

Lo mencionado anteriormente y referente a que año con año varia la producción de etanol, nos referimos a que por ejemplo el ingenio San Pedro en la Zafra 2005-2006 produjo 1,777,000 litros cifra menor aun a la Zafra anterior que fue de 2,076,000 litros tal vez asociado al total de caña y mieles destinadas a la producción de alcohol. En el caso del ingenio San José de Abajo es el único que incremento su producción, en los demás casos esta ha ido disminuyendo.

CAPITULO IV

LA PRODUCCION DE ETANOL Y LOS COSTOS DE PRODUCIRLO

Es importante destacar que la producción de etanol en México debe tener en cuenta la implicación de costos que están fuera de su alcance, debido a las condiciones existentes en el mundo actualmente por un lado. Por otro lado los costos y los procesos de producir etanol dependerán en mucho del cultivo que se convertirá en la materia prima para hacerlo, aunque independientemente de la materia prima, el elemento clave es el azúcar obtenida de estos productos, a partir del cual se inician los procesos de fermentación o de destilación para obtener el etanol hidratado.

Cabe mencionar que para lograr obtener el etanol carburante, que es el fin de esta actividad, es necesario realizar un proceso de deshidratación, condición básica para luego poder mezclarlo con la gasolina, en porcentajes que van desde el 5% hasta el 25%, como sucede en Brasil.

La producción de etanol en el mundo recae principalmente en los EU y Brasil, juntos producen alrededor del 70% del total. Países como China, India Francia y Rusia, les siguen con un 15.6% del total.

Las empresas que se dedican a la producción de etanol deben llevar grandes procesos de transformación, razón por la cual México necesita disponer de fuentes seguras de abastecimiento y fuertes inversiones en plantas de procesamiento, para entrar a la industria del etanol.

Los costos que conllevan la producción de etanol y que inciden directamente en el precio del biocombustible, pueden depender de varios factores⁵³:

⁵³Revista "Claridades Agropecuarias", No. 159

- El costo de la materia prima que se utiliza: que depende directamente de la productividad y rendimiento que se logra durante su cosecha.
- El país donde se produce: que depende del grado de conocimiento y desarrollo tecnológico que se le dedican a los cultivos en los cuales se “especializan”.
- La transformación de la materia prima utilizada: que depende de los “tipos” de procesos llevados a cabo para la obtención de etanol, por ejemplo, para la obtención del etanol de maíz, los procesos de molienda en seco y el de molienda en húmedo, se realizan bajo distintas formas de transformación.
- El consumo de energía: que depende también del grado tecnológico que permita desarrollar procesos que consuman menos energía desde la cosecha del cultivo hasta la transformación en etanol, en cada país es diferente además, el costo de la energía utilizada en esta agroindustria, como lo es el diesel y la electricidad, principalmente.
- El precio de los combustibles sustitutos: algo importante y radical que se debe tomar en cuenta, al menos en los proyectos de producción de las empresas, ya que según el país en el que se sitúen, los combustibles tienen diferentes precios, que influyen en la viabilidad de los proyectos de inversión para muchas empresas.
- Los costos variables: que dependen de factores como el costo de la mano de obra, de los energéticos utilizados, de la tecnología, etc.

BRASIL: UNA LECCIÓN DE BIOENERGÍA PARA MÉXICO

A lo largo de este documento hemos resaltado la producción de etanol en Brasil, el caso más importante de fabricación y uso de etanol de caña de azúcar, a la par de EU respecto al etanol de maíz, este fenómeno se está generalizando en el mundo.

En México se producen en gran medida estos dos cultivos, un primer indicio bueno para producirlo en el país, el problema es que no se les da el suficiente interés a la producción de estos cultivos, tal como se da en EU (maíz) y Brasil (caña de azúcar).

Para producir el etanol la materia prima se clasifica en tres rubros principalmente:

- Azúcares: en los que se encuentran la caña de azúcar, remolacha, melazas y frutas
- Almidones: como el maíz, yuca, papa, etc.
- Material celulósico: como la madera, gabazo de caña y pulpa de papel

Abrumadoramente se produce etanol mediante la primera opción, y en menor medida la segunda. Sin embargo la tecnología utilizada para tal fin no se desarrolla de igual forma que las intenciones para producir el biocombustible, y en los diferentes países es utilizada tecnología distinta que incide directamente en el costo de producción de los agro cultivos. Luego de las crisis del petróleo en 1973 Brasil inicio un programa⁵⁴ que hoy en día abastece la mitad de sus demandas de combustible de automoción, dicho programa en aquel entonces le ha dado como resultado lo siguiente:

- La producción de caña de azúcar: de 50 a 275 millones de toneladas por año
- 12.5 toneladas de caña dan 1000 litros de etanol.
- El costo de producción es de 0.20 a 0.25 dls / litro de bioetanol.
- Alrededor de 700 000 trabajadores obtienen sus ingresos en toda la cadena del proceso de producción.
- 65% de la caña es destinada al etanol, el resto a la producción de azúcar.
- La inversión realizada en el periodo es de alrededor de 13 000 millones de dólares

⁵⁴ MENÉNDEZ Pérez Emilio, "Energía, factor crítico en la sostenibilidad. Año 2025 crisis social y ambiental, una hipótesis factible", Netbiblo. A 2004, pp. 174.

Sin embargo la agricultura energética a gran escala para la obtención de biocombustibles, puede tener efectos ambientales negativos, también en gran escala, pero esto lo retomaremos más adelante.

La situación se complica para México, ya que la producción está influenciada por efectos del TLCAN, y me refiero al proceso de desgravación arancelaria de productos agrícolas, que limitan más la competitividad del sector agropecuario.

En Brasil hoy en día se cosechan alrededor de 5.3 millones de hectáreas en 6.3 millones de hectáreas de área cultivada, y de la producción total de caña de azúcar se destina alrededor del 35% a la producción de azúcar, y el otro 65% a la producción de etanol (2006), en la región del centro y sur del país, el promedio de producción de alcohol es de 6,900 litros de por hectárea, pero en algunas regiones, principalmente en el Estado de Sao Paulo, la producción supera los 9,000 litros por hectárea.

Desde que este país optó por el uso intenso del etanol, hoy en día el etanol carburante sustituye más del 40% de la gasolina, permitiendo cubrir una demanda nacional de alcohol de 14 mil millones de litros, y solo se exportan 3.5 mil millones. El etanol que se produce, compite con la gasolina hasta en un 60% menos en el valor de los precios.

Según EMBRAPA⁵⁵ indica que todavía existen aproximadamente 100 millones de hectáreas aptas a la expansión de la agricultura de especies de ciclo anual y, adicionalmente, se estima una liberación potencial de área equivalente a 20 millones de hectáreas provenientes del aumento del nivel tecnológico en la pecuaria. El área que la caña de azúcar ocupa, es de apenas un 0.6% del territorio nacional (por lo tanto solo un 0.3% para el etanol), según esto, entonces en Brasil no existen conflictos entre usos de la tierra para alimentos (de los cuales Brasil ya es un gran exportador) y energía.

⁵⁵ Castiglioni, V.B.R. EMBRAPA. In "Avaliação da Expansão da produção de etanol no Brasil", CGEE_NAE, Brasília, 2004.

En comparación a otras regiones del mundo, en Brasil presenta un bajísimo promedio de consumo de agua para cada tonelada de caña de azúcar que se produce y procesa. Todos los sistemas industriales son “cerrados”, con un alto nivel de recirculación.

Una peculiaridad en la producción de la caña de azúcar en Brasil es que, se “ahorra” en irrigación, es decir; en la agricultura, la caña no se irriga, se usa casi totalmente agua de lluvia. El país sudamericano posee una de las mayores disponibilidades de agua del mundo, con alrededor del 14% del agua de superficie y el equivalente al deflujio anual en acuíferos subterráneos.

Si tomamos en cuenta como un todo el agronegocio brasileño, es responsable del 20.6% del PIB, mismo que genera el 14% de los empleos totales, y 6% lo genera el sector cañero. Estos porcentajes corresponden a aproximadamente 1 millón de empleos directos en la actividad cañaveral⁵⁶.

El costo de producir etanol en Brasil es de los más bajos del mundo y se debe en gran medida a los avances tecnológicos, gerenciales y por inversiones en la infraestructura, mediante programas creados desde 1975. Esas reducciones en los costos se obtuvieron en un ambiente de discusiones amplias sobre condiciones político económicas (soporte gubernamental, desreglamentación, políticas para combustibles líquidos, legislación y reglamentaciones ambientales y sociales). Los avances de la competitividad se soportaron con las inversiones (producción-logística) y un significativo desarrollo e implementación de tecnologías.

La mayor flexibilidad en la operación integrada con los dos productos (azúcar y etanol) contó con avances en varios procesos⁵⁷:

- 1980/1990: introducción de nuevas variedades de caña desarrolladas en Brasil; nuevos sistemas de molienda; fermentaciones con capacidades

⁵⁶ Producción y uso de etanol combustible en Brasil, respuestas a las preguntas mas frecuentes, UNICA (União da Indústria de Cana de Açúcar), São Paulo, Brasil, Julio del 2004

⁵⁷ Op. Cit, pp. 70

mucho mayores; uso de peleón como fertilizante; control biológico de la broca de la caña; optimización de las operaciones agrícolas; autonomía en energía.

- 1990/2000: comienzo de la venta de energía excedente; mejor gerencia técnica, agrícola e industrial; nuevos sistemas para la cosecha y el transporte de la caña; avances en automatización industrial.

Con lo que se lograron obtener los siguientes resultados:

- Aumento del 33% en el rendimiento de toneladas por hectárea
- 8% mas de azúcar en la caña
- Aumento de 14% en conversión del azúcar en la caña para etanol
- Aumento del 130% en la productividad en la fermentación (m^3 etanol / m^3 reactor.día)

No obstante, Brasil no ha dejado de insistir en la innovación y difusión intensa de tecnologías, para mejorar los procesos para la producción de etanol y una diversificación de productos (a partir de la sacarosa y de residuos lignocelulósicos de la caña)⁵⁸.

Respecto a los nuevos sistemas y procesos de producción incluyen:

- Agricultura de precisión
- Sistemas integrados de cosecha y transporte de caña y paja
- Mayor automatización industrial
- Nuevos procesos de separación (caldo y procesamiento final)
- La modificación genética, misma que avanza a gran velocidad
- El genoma de la caña se mapeó desde 2001, y ya se elaboran proyectos con aplicaciones-genoma funcional

Respecto a la diversificación de productos:

⁵⁸ Tomado de Producción y uso de etanol combustible en Brasil, respuestas a las preguntas mas frecuentes, UNICA (União da Indústria de Cana de Açúcar), São Paulo, Brasil, Julio del 2004, pp. 71

- Se busca diversificar productos, incluyendo productos de la sacarosa en nuevas industrias, anexadas o no a las factorías existentes.
- Alcohol química, para el aumento de energía de la biomasa de la caña
- Excluyendo la sacarosa, la energía en una tonelada métrica de caña (agregando la paja) es equivalente a 2/3 de la energía en un barril de petróleo. Esa biomasa se puede recuperar a “costos relativamente bajos” y menos de la mitad ya se usa hoy.
- Tecnologías disponibles pueden generar energía eléctrica adicional, correspondiente al 30% más del valor de venta de azúcar y etanol, con bagazo, y el 50% de la paja.
- El desarrollo de conversión eficiente de la biomasa a etanol (esperado dentro de los próximos diez años) podría llevar al mismo valor adicional de ventas.

LAS AGROINDUSTRIAS DEL MAIZ Y LA CAÑA DE AZUCAR

La situación industrial del maíz

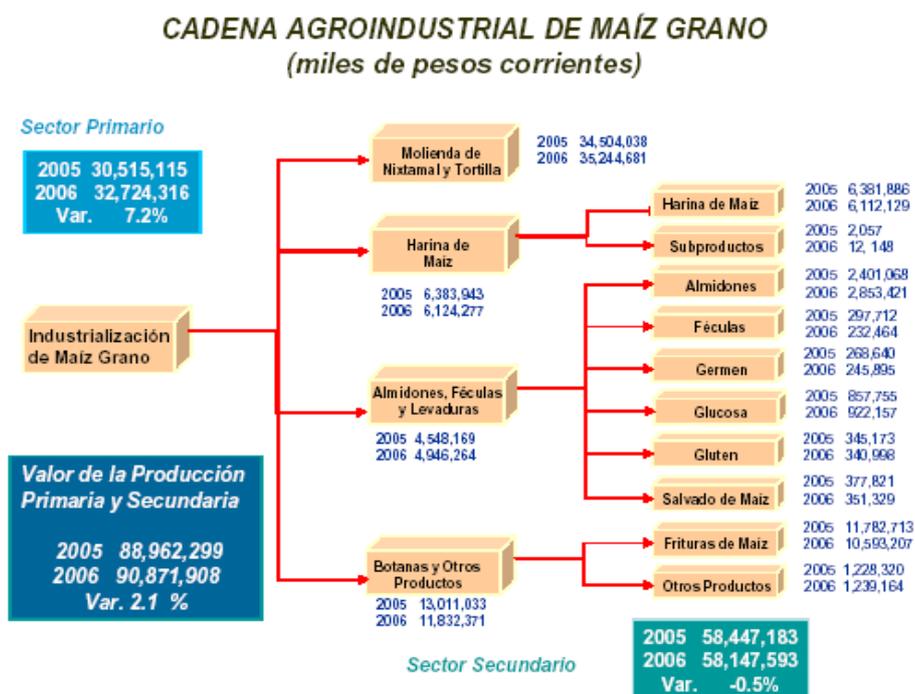
Este grano es demandado por sub-sectores como el pecuario, el almidonero, el de la masa y tortilla, el de la harina de maíz nixtamalizada, la botanera, la cerealera, entre otras.

La industria almidonera es la que tiene una relación más cercana con la producción del etanol, pero esta es tan importante como las industrias de derivados químicos y alimenticios que producen otros productos como la fructuosa, glucosa, dextrosa y colorantes entre otros.

Una problemática directa respecto a la agroindustria del maíz y el etanol, esta ligada a la industria de alimentos derivados del maíz. Son foco de crítica por la situación de la disponibilidad de maíz en el país y las respectivas demandas del grano para las industrias mencionadas y ahora también para la producción del biocombustible, la rama más importante, la de elaboración de tortillas y molienda de nixtamal, y es que prácticamente más de la mitad de la producción del maíz grano en México se destina a esta actividad y en menor

medida a la de botanas y productos de maíz. La cadena de valor de la industria del maíz es muy variada, y por esa razón se debe tener cuidado en el momento de dar luz verde a la producción de etanol a partir del grano de maíz, (Véase figura 4).

Figura 4



Fuente: Tomado de Situación actual y Perspectivas del maíz en México 1996 – 2012

Hay que notar aquí dos cosas importantes:

- Es relevante mencionar que por la tradición existente en México de la población rural ligada a las actividades agropecuarias, muchos de los campesinos obtienen sus ingresos durante la actividad industrial del maíz, y por ende, encuentran dependencia económica en este sector, aunado a que en la alimentación básica de esta población se encuentra el maíz como uno de los principales alimentos.
- Segundo como la industria del maíz es tradicional, no se incorpora el “rubro” etanol, lo que significa que, la demanda de grano para la producción del etanol, que por sus dimensiones de producción y demanda necesita de un fuerte grueso de la producción de maíz, tendrá obviamente que modificar la esencia del diagrama anterior, es decir su

impacto se observara desde la demanda del grano, hasta la situación alimentaría de los trabajadores de esta industria.

La situación industrial de la caña de azúcar

En México las agroindustrias alcoholera y de la caña de azúcar han llegado a constituirse como una de las más importantes, este sector tiene posibilidades casi ilimitadas para su uso energético e industrial. Tradicionalmente el principal uso industrial es la producción del alcohol etílico, obtenido a partir de la transformación de las mieles finales, con registros anuales de producción alrededor de los 50 millones de litros de 96° GL, con rendimientos de hasta 250 litros por tonelada de melaza⁵⁹.

A diferencia del maíz, la industria de la caña de azúcar si tiene un historial respecto a la producción de etanol. En México el alcohol etílico que se produce en los ingenios azucareros fue en primera instancia para autoconsumo energético de las instalaciones de las fábricas de azúcar, hoy en día los ingenios también han sido contagiados por las “utilidades” que se especulan con la producción del etanol carburante.

Figura 5



Fuente: Tomado de “La Industria Alcoholera de México ante la Apertura Comercial”, Centro de Estudios de la Finanzas Publicas, Cámara de Diputados, 2002.

Como ya se menciona la producción de alcohol etílico, en el país ha estado limitada a solo los ingenios azucareros, debido a los excedentes en la producción ahora la idea es producirlo a gran escala, *a la vez de que este cultivo tiene una ventaja muy importante, y esa es que, de entre los cultivos con*

⁵⁹ La Industria Alcoholera de México ante la Apertura Comercial”, Centro de Estudios de la Finanzas Publicas, Cámara de Diputados, 2002

posibilidad de ser usados como materia prima del etanol, la caña es el único cultivo que cuenta ya con infraestructura y capacidad instalada para llevar a cabo de forma inmediata la producción del biocombustible.

Sin embargo durante el ciclo 2007/2008 solo 8 ingenios produjeron alcohol. La situación es que muchos de los ingenios dejaron de producir el alcohol por razones que desconocemos, pero hasta los ciclos 2001/2002 eran alrededor de 23 ingenios que lo producían. Esto contrasta la situación de la producción de etanol en México, pero el aliento que se percibe aun sigue en pie.

Cuadro 8 Producción de alcohol etílico por ingenio

Ciclo 2007/2008		
Clave	Ingenio	Litros
12	Calipam	425,579.00
18	Constancia	1,709,023.20
46	La Gloria	19,750,705.00
69	Pujilic (La Fe)	8,839,667.00
81	San José de Abajo	2,026,900.00
84	San Nicolás	4,159,085.00
85	San Pedro	196,000.00
93	Tamazula	1,759,000.00
Total		38,865,959.20

Fuente: Elaboración propia con información de Fideicomiso de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero

Durante los procesos industriales de la caña de azúcar estos son los productos que se integran a la cadena de valor de la caña de azúcar:

- Caña Molida Bruta
- Bagazo
- Azúcar Refinada
- Azúcar Estándar
- Azúcar Mascabado
- Mielles a 85° BRIX
- Alcohol Etílico

La agroindustria de la caña jugará un papel importantísimo en el futuro, a saber, por su pronta reproducción y por su potencial absorción del CO₂. 346,000 litros por día es el calculo común de los diversos estudios realizados sobre el tema, sin embargo las destilerías que tienen la posibilidad de producir etanol anhidro en el futuro inmediato son el ingenio La Gloria y el de San Nicolás, cuya capacidad instalada es de alrededor de 115,000 litros por día, ubicadas ambas en Veracruz.

Respecto a la tecnología utilizada, esta presenta grandes atrasos, no cuenta con procesos de recuperación de levaduras, ni de recuperación de CO₂.

Finalmente en lo referente a los aspectos energéticos, predominan las bajas presiones de vapor en las destilerías, requiriéndose un consumo elevado de bagazo y/o combustóleo, lo cual incrementa el costo de producción final. Normalmente la producción se realiza incidiendo con los periodos de las Zafra, y las plantas que laboran durante el “inter”, lo hacen con una dependencia total de los hidrocarburos para su demanda energética, lo que significa aun mayores costos asociados a la producción.

La producción de alcohol anhidro en México es relativamente muy joven y con límites, las primeras iniciativas se llevaron a cabo mediante pruebas de mezclas de etanol con gasolina, en proporciones del 3%, 6% y 10%⁶⁰. Las pruebas se realizaron en 12 motores representativos del parque vehicular de la ZMVM (Zona Metropolitana del Valle de México) a 2 200 m.s.n.m., (con y sin convertidor catalítico) y cuya prueba consistió en la determinación de las mejores propiedades de las mezclas de gasolina respectivas, MTBE 5% y etanol únicamente. Los resultados preliminares mostraron que los mejores resultados que pueden compararse con el uso actual de gasolina, fue la mezcla de etanol anhidro 6% con gasolina, cuyas emisiones son comparables a las actuales con reducciones significativas en parámetros como el O₃.

⁶⁰ Instituto Mexicano del Petróleo, Iniciativa GEPLACEA.

Cabe mencionar que las pruebas hasta hoy hechas en México dan pocos resultados sobre los impactos que las mezclas de etanol y gasolina pueden producir en los motores convencionales a gasolina. En el mundo este hecho ya a sido superado, al menos en Brasil y los EU, además de algunos países de la Unión Europea, en donde incluso ya se producen vehículos híbridos como los “flex-fuel”. Dichos vehículos están equipados con una gerencia de motor capaz de identificar con precisión la presencia de gasolina y/o etanol en el tanque de combustible, y ajustan automáticamente la operación del motor para el combustible existente.

LOS COSTOS EN GENERAL PARA PRODUCIR ETANOL

La cuantificación de los costos asociados a la producción de Etanol es difícil en primera instancia, ya que las condiciones de los factores a considerar, varían, principalmente por la región en que se encuentra la materia prima, y más específicamente, varía respecto del tipo de tecnología a utilizarse.

Un problema inmediato en la determinación de los costos de producción radica en la falta o difícil compilación de los elementos necesarios para dicho objetivo, haciendo que los estudios y análisis que se realizan tengan un alto índice de incertidumbre en sus resultados, además de que entre cada análisis los factores considerados varían, además de los valores que estos contienen.

Según la CONAE, la producción de etanol incide en cuatro costos esenciales que son:

- La materia prima; que en todos los casos sería el mayor costo,
- Las inversiones
- La energía, y,
- Otros

En el rubro de otros, deben estar contenidos los costos y gastos de siembra y cosecha, además de fletes y mano de obra, productos químicos, y debe de considerarse el costo de traslado del etanol a la refinería. Por lo que los parámetros utilizados son en común los tres primeros puntos, y según el tipo de estudio el cuarto puede variar en distinta forma.

La materia prima

La materia prima que se emplea en México actualmente para la producción de etanol es el maíz y la caña de azúcar, por obvia razón los costos se refieren a los de siembra y cosecha de los agro cultivos, resumidos en el precio por tonelada.

La caña de azúcar constituye el insumo mas utilizado, el precio de la tonelada de caña de azúcar es alto, si se toma como referencia a otros países que la producen, su precio fluctúa alrededor de los 40 dls/ton, lo que significa un costo de producción elevado, debido principalmente a la existencia del minifundio, ya la mayoría de productores cuentan con parcelas de 5 ha aproximadamente, lo que dificulta y aumenta el costo de la cosecha.

En el caso del maíz la situación es peor, ya que la mayoría de productores cosechan para autoconsumo, volviendo alto el precio por tonelada respecto a estándares internacionales, y además por la insuficiente provisión en el país, lógicamente un precio alto, proviene de un costo alto de producción.

Las inversiones

En el caso de la caña de azúcar las inversiones necesarias son menores a las del maíz, ya que el sector cañero cuenta ya con capacidad instalada, para efectos de poder tener parámetros de costo promedio las inversiones en plantas nuevas y en nueva tecnología son claves.

La energía

El costo de la energía en este sentido tiene dos vertientes, una referida al consumo de diesel y la otra referida a la producción-consumo de las propias plantas. Recordemos que históricamente los ingenios azucareros han provisto de energía a sus plantas con energía producida por ellos mismos.

Cuadro 9

Costos de producción de la caña de azúcar y del maíz			
Zafra 04-05			
Tipo de costo	Caña		Maíz
	\$/ton		
	Temporal	Riego	
C. de Producción	103.47	92.39	1283*
C. de Cosecha y Acarreo	133	118.35	
C. Total LAB Batey del Ingenio	236.47	210.74	
Precio al agricultor	392	425.25	1450**

*Incluye: preparación de tierras, cosecha, flete, fertilizante, semilla, insecticida, cuotas de agua, aseguramiento, intereses crédito avío, otros.

** Ingreso Objetivo del agricultor: 1450 + 400 (subsidio federal) = 1850.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER-BID-GTZ

El cuadro anterior muestra los dos cultivos mas importantes para la producción de etanol, ambos muestran el costo de producción, mismos que impactan de forma distinta en el costo de producción de etanol. Sin embargo para poder determinar el costo del biocombustible es necesario ver el cuadro siguiente.

CAPITULO V

IMPLICACIONES DE LA PRODUCCION DE ETANOL EN MEXICO

Como es bien sabido en la historia y plasmado en la literatura científica a partir de Isaac Newton, toda acción que se realiza es correspondida por una reacción y es de esperar que los resultados puedan ser distintos aun si la acción fue la misma.

En lo que respecta a este capítulo nos hacemos dos interrogantes como introducción:

¿Qué implica (acción) la producción de etanol en México? Y segunda; ¿Cómo repercute (reacción) esta producción en México?

Los estudios realizados hasta la fecha se han convertido en un parámetro para los interesados en producir el biocombustible, y me refiero a parámetro porque todos los estudios realizados se aproximan en resultados similares con conclusiones similares: “México aun no está preparado para producir etanol de maíz ya que la demanda interna no está satisfecha, sin embargo es posible producirlo a partir de la caña de azúcar, ya que los excedentes de la producción de la misma permiten utilizar ese sobrante en la industria del etanol, aunque el etanol producido en el país tendrá un mayor costo que el promedio internacional, principalmente por la falta de tecnología, productividad y competitividad de las agroindustrias del maíz y la caña de azúcar”

La intención aquí no es profundizar en algo ya existente, sino hacer énfasis en los efectos de los resultados ya mencionados.

Primero, el objetivo de esta iniciativa en México es la reducción de los GEI (Gases de Efecto Invernadero), además reducir la dependencia de los hidrocarburos expandiendo la disponibilidad de tipos de energía, pero, ¿Qué implica lograr este objetivo?...

Segundo, en México existen zonas agrícolas de alta calidad como es el caso de Sinaloa, pero al mismo tiempo las hay con los estándares más bajos a nivel internacional, en su mayoría los estados del sur, entonces, ¿Cómo repercute la producción en el país?

No obstante, el efecto positivo en alguna zona agrícola puede un beneficio, pero también un perjuicio para otras áreas agrícolas, según sea el caso. En el siguiente cuadro se ilustra una mejor idea del asunto.

Cuadro 12

	Implicaciones	Perjuicios
Reducción de GEI	<ul style="list-style-type: none"> • Producir etanol (biocombustibles) • Diversificar las fuentes de energía • Desarrollo de las agroindustrias y del campo, entre otras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el uso de suelo • El consumo de agua • Transferencia de tecnología
Precio de materias primas	<ul style="list-style-type: none"> • Variación de precios (maíz y caña de azúcar) • Aumento de producción y precio 	<ul style="list-style-type: none"> • Encarecimiento de productos para los consumidores • Competencia real vs los alimentos
Mercado de gasolina, ETBE y MTBE	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la importación de gasolina, ETBE y MTBE • Producción de motores Híbridos y flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de etanol consume tanta energía como la que produce
Población del sector agrícola, la agroindustria y las empresas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de empleo • Aumento del nivel de vida (zonas de influencia) • Desarrollo del sector agroindustrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Especulación en productores • Salarios y precios de tierra estables • Mafias agrícolas

	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de las empresas 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga de recursos por producción de etanol
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Combatir el cambio climático (GEI) • Alternativas bioenergéticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación • Erosión • Pérdida de biodiversidad

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la columna de “implicaciones”, es basta ya la explicación de los puntos que contiene, no obstante explicaremos de forma rápida su relación con los “perjuicios” de la columna derecha.

La reducción de los GEI (Gases de Efecto Invernadero)

A raíz de la alta contaminación de la atmosfera a causa de los GEI, los gobiernos del mundo a partir del Protocolo de Kyoto más concretamente, iniciaron una serie de programas que involucran la disminución de los GEI a través de la disminución de la quema de hidrocarburos, resultando en iniciativas que tienen que ver con la diversificación de sus fuentes de energía.

La producción del etanol como combustible “verde”, es la opción con mas impulso entre las energías renovables, por lo que entre otras cosas debe implicar la modernización de las agroindustrias del maíz y la caña de azúcar, los dos cultivos de mayor aceptación; la producción en masa de este alcohol, y el desarrollo de las mismas agroindustrias.

Cambios en el uso de suelo

Lógicamente si se decide producir etanol a gran escala es fundamental la disponibilidad de terrenos para la siembra de los cultivos que habrán de utilizarse como insumos, es decir, poner en activo hectáreas que hasta ahora eran semi-utilizadas o simplemente no eran utilizadas.

Al igual que la ganadería, la agricultura necesita de extensas tierras para entrar en actividad, en este sentido tierras que están ocupadas por selvas, bosques, o demás ecosistemas, están siendo “devastadas” para poner los terrenos al servicios de los productores del etanol.

Del lado positivo en este aspecto podemos destacar que la producción de biocombustibles tendrá efectos en la tierra agrícola de forma que⁶¹:

- El precio de la tierra agrícola estará directamente influenciado por esta actividad, debido a su potencial uso como fuente de bioenergía, se espera que al precio este al alza.
- El incremento del precio de la tierra agrícola y de los alimentos revelaría al gobierno de la actual presión política para proteger y subsidiar al sector agrícola.
- Los países que tiene la mayor dotación de tierras subutilizadas pertenecen a economías en desarrollo, de tal manera que los biocombustibles volverán a las inversiones en infraestructura socialmente rentable cimentando las bases de otras industrias.

La manera en que esto representa un perjuicio se puede manifestar por dos razones elementales⁶²:

1. No solamente se necesitan tierras disponibles, sino que al requerir insumos agrícolas (maíz, soya, caña de azúcar, trigo, etc.), el etanol representa competencia real y perjudicial para los alimentos, dicho de otra manera, los agricultores dejaran de cosechar alimentos si resulta mejor producir los cultivos para el etanol.
2. A parte de esa competencia desleal e inmoral en un mundo con hambre, todavía contrasta más que el etanol se dedica a una de las peores plagas ambientales y energéticas del mundo: el transporte automotor. Un trágico ejemplo de ello es que el Congreso de Brasil, presionado por su presidente y éste a su vez por Bush, el año pasado decretó que la Amazonia ya no tendría su extensión reconocida de 4, 000,000 de

⁶¹ GARCIA PAEZ Benjamín, "Biocombustibles", Cuartilla, Gaceta de la Facultad de Economía, No. 14, noviembre del 2007, p.p. 10

⁶² Revista Energía a Debate, Año 5, Tomo V, No. 29, Nov-Dic del 2008, p.p. 42

kilómetros cuadrados, sino solo de 2 millones, lo que abre esa extensión “sobrante” al irresponsable y así criminal, cultivo masivo de caña de azúcar para los autos.

Las tendencias en los usos del suelo reflejan, aunque de manera contrapuesta, las tendencias en las existencias de la vegetación, en el sentido de que las superficies de tierras de cultivo, pastoreo y zonas urbanas han aumentado en casi exactamente la misma medida en que la vegetación natural se ha reducido.

Cuadro 13

Tabla 7.7 Tendencias recientes en el cambio en el uso del suelo y en la vegetación en México								
Tipo de vegetación o uso del suelo		Serie I, 1976	Serie II, 1993	Tasa de cambio anual, 1976-1993		Serie III, 2002	Tasa de cambio anual, 1993-2002	
				Hectáreas	%		Hectáreas	%
Subtotal vegetación primaria		120 456 006	104 371 891	-946 124	(-0.8)	99 659 143	-523 639	(-0.5)
Subtotal vegetación secundaria		32 363 686	40 476 320	+477 213	(+1.5)	42 153 484	+186 351	(+0.5)
TOTAL VEGETACIÓN		152 819 692	144 848 211	-468 910	(-0.3)	141 812 627	-337 287	(-0.2)
AGOSTADERO INDUCIDO	Pastizal inducido y cultivado	14 319 097	17 724 967	+200 345	(+1.4)	18 901 465	+130 722	(+0.7)
	Vegetación sabanoide	-----	170 904	No aplica		144 090	-2 979	(-1.7)
PLANTACIÓN FORESTAL	Bosque inducido	30 622	25 464	-303	(-1.0)	36 701	+1 249	(+4.9)
AGRICULTURA	Agricultura (de humedad, riego, temporal, etc.)	26 032 725	29 085 988	+179 603	(+0.7)	30 929 364	+204 820	(+0.7)
AGUA	Cuerpos de agua	857 756	1 405 064	+32 195	(+3.8)	1 352 992	-5 786	(-0.4)
ZONA URBANA	Zona urbana	199 948	1 108 232	+53 429	(+26.7)	1 259 321	+16 788	(+1.5)
TOTAL		194 259 840	194 368 830	-----	-----	194 292 470	-----	-----
Fuentes: INEGI. 2001. <i>Carta de vegetación primaria potencial</i> , México. INEGI. <i>Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie I</i> , México. INEGI. <i>Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie II</i> , México. INEGI. <i>Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III</i> , México.								

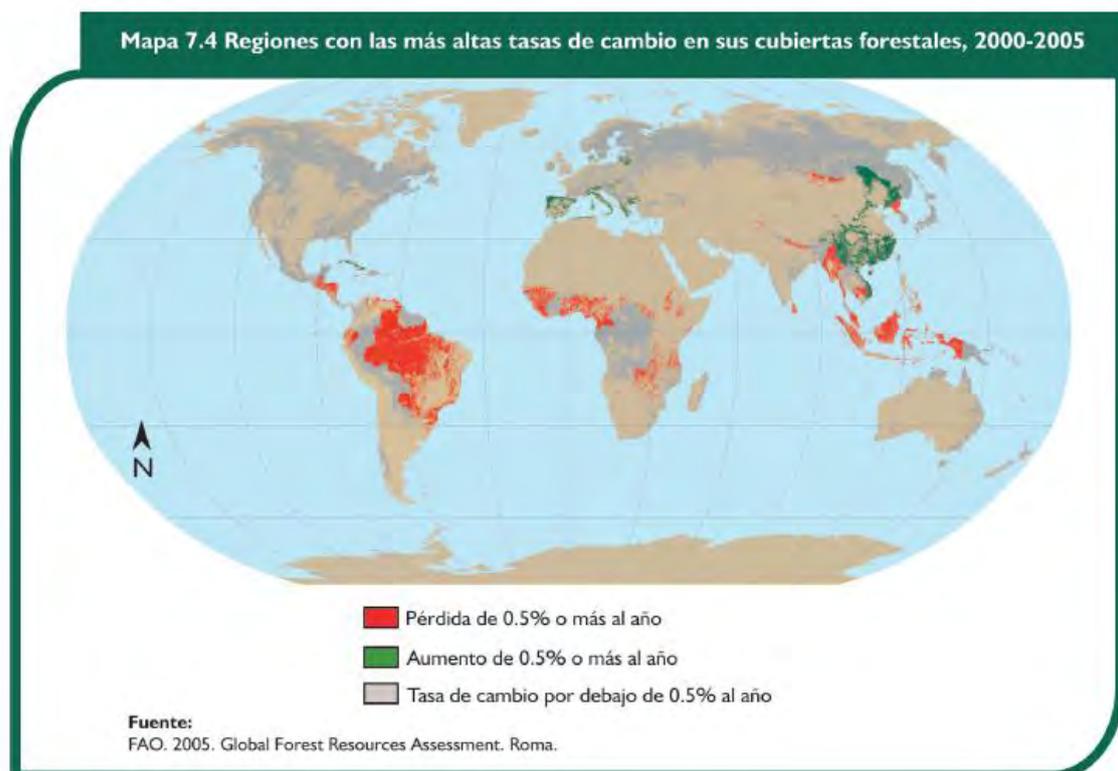
Fuente: Tomado de “La Gestión Ambiental en México 2006”, SEMARNAT

En México como en el mundo, los gobiernos han promovido la expansión de la frontera agropecuaria a través de políticas públicas de fomento, de reparto

agrario y de colonización del trópico húmedo, entre otras. Es evidente, entonces, que el gobierno federal ha sido una de las fuerzas motrices más poderosas responsable de una parte importante de la deforestación de los ecosistemas naturales de México, por medio del cambio de uso de suelo.

Si para 2012 se logra incorporar las 100 000 hectáreas, a las existentes extensiones de sembradíos de caña de azúcar, serán también 100 000 hectáreas de ecosistemas perdidas, y es que la depredación por parte de las agroindustrias transnacionales, es tan voraz que pronto en México podríamos tener un problema igual que en Brasil, la pérdida de una gran extensión de la amazonia, representaría una de las uno de los impactos globales más importantes, causada por una razón, *alimentar a los automóviles*. (Obsérvese el siguiente mapa).

Figura 6



Fuente: Tomado de "La gestión ambiental en México 2006", SEMARNAT

En el mapa anterior se aprecia a Brasil, la región del mundo con mayor tasa de cambio de áreas forestales. El cambio de uso de suelo para la producción de etanol a base de caña de azúcar, ha creado al mayor productor de etanol en el mundo, pero también al país con mayor índice de pérdida forestal.

El consumo de agua

Todos los estudios en torno al etanol ofrecen estadísticas y resultados de cuantos litros es posible producir de biocombustible, según el proceso de obtención, pero no alertan sobre la cantidad de litros de agua que se requieren para su producción.

En Brasil por ejemplo la disponibilidad de agua es muy superior a la de México, y si se considera este punto, en México ya se presentan algunos problemas serios en cuanto al abastecimiento de agua a la población.

Una peculiar forma de cómo el etanol compite contra los alimentos, es que el agua y la seguridad alimentaria están estrechamente relacionadas, pues la falta de acceso al agua puede ser una limitante importante para la producción de alimentos, por lo tanto si existen regiones en el mundo y regiones en México que presentan escasez de agua, esta aumentara aun más si se incrementa la producción de insumos para etanol, ya que aunque el área de influencia cuente con un buen abasto de agua, en muchos de los casos esos cuerpos de agua presentan vertientes con menor capacidad que abastecen áreas fuera de la de influencia, provocando una disminución de la vertiente en estos sitios, disminuyendo la producción agrícola y el empleo⁶³.

El principal problema con el agua es la sobreexplotación de las aguas subterráneas para la producción de alimentos, llevando a serias implicaciones. En muchos países los acuíferos han sido sobreexplotados. Se estima que en los principales países deficitarios de agua anualmente se sobreexplotan 160 km³. Esto significa que aproximadamente 180 millones de toneladas de granos, es decir, alrededor del 10% de la producción mundial se produce con recursos hídricos no renovables. El riego es evidentemente poco eficiente: el agua se desperdicia en cada fase, desde las filtraciones de los canales que conducen el agua hasta los grandes volúmenes que se aplican en las tierras cultivadas, en exceso a las necesidades de los cultivos, o inútilmente a suelos

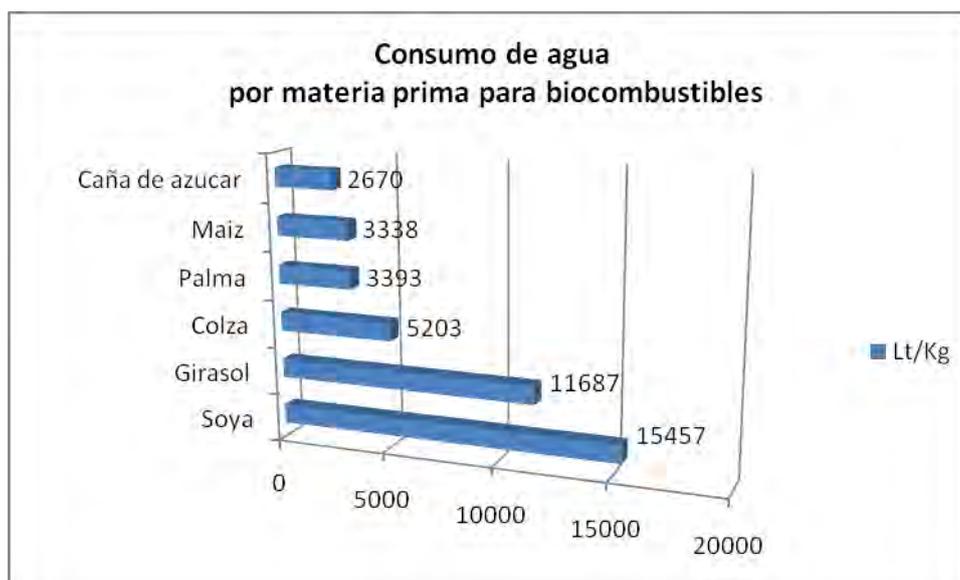
⁶³ "Agua y Cultivos: logrando el uso óptimo del agua en la agricultura", FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 2002.

en barbecho. En el futuro, la mejora de la eficiencia del riego –que es actualmente inferior al 40 por ciento- es un objeto clave⁶⁴.

En México el agua para uso agrícola representa alrededor del 77% del volumen concesionado para uso consuntivo⁶⁵, del cual el 66% del agua proviene de fuentes superficiales y el resto de aguas subterráneas. El consumo de agua se divide en tres sectores fundamentales: Irrigación (84%), Industria (12%) y Agua Potable (4%), tratándose de agua subterránea: Agricultura (70%), Industria (25%) y Uso domestico (5%) [CNA].

Actualmente para producir un litro de etanol, los cultivos utilizados han consumido una buena cantidad de agua, y se espera que la demanda aumente en cerca del doble lo que representa un serio problema para la sustentabilidad de las generaciones venideras.

Grafico 5



Fuente: Elaboracion propia, con datos tomados de Becerra Perez Luis Armando, "La industria del etanol y sus perspectivas de desarrollo en Mexico", p.p 188

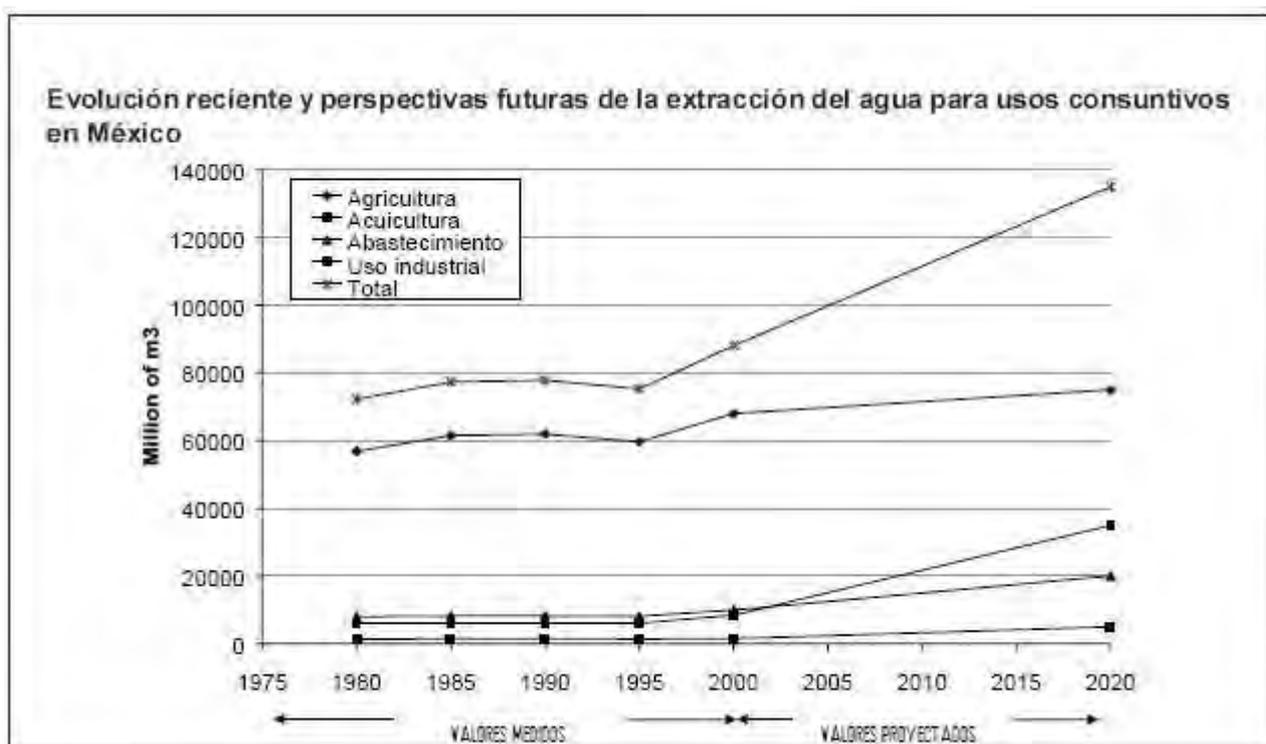
En el grafico anterior se puede ver que para producir un litro de etanol, se consumen miles de litros de agua en todos los casos. Respecto al maíz y a la caña de azúcar, con rendimientos de 400 litros y 80 litros de etanol por

⁶⁴Op. Cit.

⁶⁵ Uso consuntivo del agua: agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida y termoeléctricas) No consuntivo: hidroeléctricas.

tonelada respectivamente, el consumo de agua en el caso del maíz (con rendimientos de 3 toneladas por hectárea para el maíz y 77 para la caña de azúcar), se enfrenta al problema de que gran parte de la producción es de “temporal”, por lo que bajo estos supuestos anteriores, muchas hectáreas tendrían que adoptar el sistema de riego, lo cual representa un golpe a los bolsillos de los productores en su gran mayoría en pobreza.

Grafico 6



Fuente: El riego en América Latina y el Caribe en cifras, FAO, Roma 2000

Obsérvese que las proyecciones esperadas muestran el claro cambio de tendencia respecto a la extracción de agua para uso consuntivo, siendo el Uso industrial el de mayor peso, sin embargo la extracción de agua para la agricultura y el abastecimiento también, muestran incrementos sustanciales, cabe mencionar que desde hace varias décadas el sistema de riego no se ha centrado en la expansión de la superficie de riego, sino de optimizar el uso de la superficie existente, y es en dos estados de la república en los que se

concentra la mayor superficie de riego y que representan poco más de una cuarta parte del total: Sinaloa (16%) y Sonora (12%)⁶⁶.

De los 148 cultivos o grupos de cultivos del país, alrededor de 128 se cultivan bajo riego⁶⁷, entre los cuales 9 cultivos ocupan aproximadamente el 80 del riego total: **maíz**, trigo, oleaginosas, forrajes perennes, hortalizas, sorgo, frijol, frutales y **caña de azúcar**⁶⁸. Los dos cultivos que se utilizaran para la producción de etanol están dentro de los cultivos con mayor consumo de agua en los sistemas de riego, el despilfarro es evidente si se menciona que la mayor técnica utilizada en el riego es la “de superficie” (el maíz necesita 3338 litros/kg, mientras la caña de azúcar 2670 litros/kg), es decir, se “inunda” la plantación dotando a los cultivos de un sobreexcedente de agua, que finalmente la que no es absorbida por la tierra, es evaporada hacia la atmosfera.

La política actual de riego en México se enfoca de manera diferente según la zona del país. Mientras en las regiones del sur se puede incrementar su superficie bajo riego y su superficie de drenaje, en las regiones del Norte, Nordeste y Centro, las tendencias de actuales se centran en:

- Incrementar la eficiencia de riego
- Controlar gradualmente las extracciones de los acuíferos sobreexplotados
- Optimizar la operación y mantenimiento de los sistemas de riego; y,
- Estudiar pequeñas zonas localizadas para eventuales aprovechamientos.

Cabe notar la problemática importante en el abastecimiento de los centros urbano-industriales en el Valle de México donde la calidad del agua está muy degradada.

⁶⁶ “El riego en América latina y el Caribe en cifras”, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, Roma, 2000

⁶⁷ No quiere decir que no se cultiven bajo temporal, simplemente que la producción de temporal respecto a la de riego es menor y en algunos casos “mucho menor” a la de riego.

⁶⁸ Op. Cit.

La Transferencia de tecnología

El principal problema de México para entrar al mercado internacional del etanol es que sus costos de producción son más altos que el promedio, mismos que están en función de los costos a los que produce Brasil. En este sentido la transferencia de nueva tecnología hacia el país, “desplazara” en parte la infraestructura actual, que es vieja y presenta grandes atrasos.

Por ahora la transferencia de tecnología se está dando a través de las instalaciones de plantas productoras de etanol, las cuales obtienen financiamiento privado y en su mayoría se trata de capital extranjero, perjudicando la dinámica de los ingenios azucareros mexicanos principalmente, ya que parte del personal calificado también proviene del extranjero.

Históricamente la tecnología mexicana, si para tal caso existe, ha estado rezagada en muchos de los ramos industriales, por lo que México se da a la tarea de importar tecnología, retrasando aun más el desarrollo tecnológico del país, y haciendo también que el gobierno racione aun mas el presupuesto. Si esto es así, entonces estaríamos de acuerdo en que la transferencia de tecnología a las agroindustrias mexicanas perjudica el desarrollo de estos sectores.

Si se ve desde este punto, no es bondadoso el gobierno de Brasil al declarar que está dispuesto a transferir su tecnología a México, para que así nuestro país produzca etanol de manera eficiente al igual que el país sudamericano, más bien la intención es reafirmar el liderazgo brasileño en este campo. Sin embargo es necesario considerar el campo de la biotecnología, cuyos avances impactan a gran velocidad las actividades biológicas.

Supóngase que en el corto plazo los países deciden producir el etanol a gran escala, es decir, „pasaron’, el umbral de programas y proyectos, en el mismo tenor los países con avanzados estudios en biotecnología, vuelven competitivos los costos de producir etanol de celulosa o de algas marinas.

Nuevamente estaríamos ante un dilema como el actual, pero el mundo habría avanzado y dejado atrás la producción de etanol de caña de azúcar y de maíz.

El objetivo de lo anterior es ilustrar que el mundo especula con lo aun tradicional, dejando de lado el poder de la biotecnología, misma que puede por sí sola dar un giro de 360 grados a los actuales métodos y procesos de producción.

Si México produce ahora biocombustibles solo estará, como en otros casos, importando ideas, solo estará copiando y transfiriendo los conocimientos existentes, que repercuten de manera negativa en el avance y desarrollo tecnológico del país, recordemos que esta también es una forma de transferencia de tecnología, tecnología escrita.

La organización de la estructura productiva del sector agroindustrial en Brasil por ejemplo, alcanzó su máxima productividad debido al desarrollo y evolución de la tecnología empleada, bien distinguida por dos procesos.

Entre 1980 y 1990, se introdujeron nuevas variedades de caña desarrolladas en Brasil; nuevos sistemas de molienda; fermentaciones con capacidades mucho mayores; uso de peleón como fertilizante; control biológico de la broca de la caña; optimización de las operaciones agrícolas y autonomía en energía.

Entre 1990 y 2000, cuando empezó la venta de energía excedente, se introdujeron nuevamente los avances tecnológicos que se dieron durante esa década; había una mejor gerencia técnica, agrícola e industrial; nuevos sistemas para la cosecha y el transporte de la caña; avances en automatización industrial.

Los resultados fueron:

- Un incremento del 33% en el rendimiento de tonelada de caña por hectárea

- Se incremento un 8% del contenido azúcar en la caña
- Hubo una conversión de 14% más del azúcar en la caña para etanol
- Se aumento en 130% la productividad en la fermentación (m^3 etanol / m^3 reactor. Día)

Por lo tanto la producción de etanol en México implica una fuerte difusión de tecnologías así como la innovación en procesos para la producción de etanol y una diversificación de productos (a partir de la sacarosa y de residuos lignocelulosicos de la caña de azúcar).

El desarrollo de tecnología propia en Brasil, permitió a partir del 2000, la reducción en alrededor del 13% en costos de producción en el Centro Sur.

Es necesario entonces que en México se desarrollen procesos nuevos que incluyan la “agricultura de precisión”, sistemas integrados de cosecha y transporte de caña y paja; mucho mayor automatización industrial, nuevos procesos de separación (caldo y procesamiento final).

Pero en el país aun puede verse el sistema de minifundio, que no cuenta con las maquinas idóneas, y si las hay presentan el problema de absorber parte de la utilidad del productor, ya que esas parcelas presentan un rendimiento de 1.5 hasta 3.5 toneladas por ha, en los mejores casos.

La figura siguiente sintetiza las rutas tecnológicas que pueden ser empleadas en la producción de etanol, sin representar los subproductos presentes en todos los casos. Cabe reiterar que procesos empleando materias primas celulósicas todavía se encuentran en desarrollo, con buenas perspectivas pero a mediano plazo, con pocas plantas actualmente operando, generalmente en nivel experimental, como la planta de logen en Canadá. Así, las biomazas azucaradas y amiláceas, respectivamente bien representadas por la caña de azúcar y el maíz, como se vio en el apartado anterior, son las materias primas de inmediato interés. Para la caña, adicionalmente será brevemente presentada la utilización del bagazo y hojas de la caña como materia prima para producción de etanol una tecnología prometedor, pero

En el caso de México la variedad de insumos puede delimitarse en solo maíz y caña de azúcar, ya que los demás cultivos considerados presentan mayor dificultad (yuca, remolacha y sorgo, entre otros).

Cuadro 14 **Costos totales por cultivo (dólares / litro)**

Caña miel pobre	Caña miel rica	Caña jugo directo	Caña jugo mas hidrólisis	Maíz vía seca	Sorgo	Yuca	Remolacha
0.40	0.52	0.43	0.60	0.44	0.82	0.79	0.69

Fuente: BECERRA Pérez Luis Armando

El cuadro anterior resume los estudios realizados al respecto, determinando que es la caña de azúcar el insumo ideal para producir etanol, entre los 5 insumos que se estudiaron para el caso de México. Los resultados del estudio de SENER-GTZ-BID, no varían mucho en relación a los costos de producción estimados en estudios internacionales.

Precios

En teoría se podría decir que los costos determinarían el precio del etanol, el problema es que en México no existe un mercado de etanol, por lo tanto los precios deben de estar referenciados en mercados internacionales, lo que significan dos cosas:

1. Los precios a los que ofrecen los productores mexicanos están por encima de los internacionales, causado por los bajos índices de productividad y de competitividad. La Bolsa de Chicago, la principal del mundo en el mercado de granos crea la suficiente especulación en los productores mexicanos, que muchas veces es positivo el efecto generado en el precio futuro, que los incrementos de los precios nacionales algunas veces presentan tasas de incremento mayores que las mismas de La Bolsa de Chicago.

2. Los precios que pueden determinar la producción de etanol están relacionados con varios factores que pueden inducir a los productores cambiar de actividad. Es decir, los precios de indiferencia para el etanol pueden volver inestable a este mercado aun prematuro, rodeando de incertidumbre al único comprador que existiría en el país, PEMEX.

Los precios internacionales del maíz se mantuvieron relativamente estables entre mediados del 2004 y octubre de 2006, fecha a partir de la cual inicio un espectacular ascenso, que significo un incremento del 66% en tan solo 5 meses, al pasar de 95.24 dls. por tonelada a 157.79 dls⁶⁹.

Nominalmente los precios del maíz han aumentado, sin embargo los precios constantes al contrario presentan una tendencia a la baja, y he aquí la repercusión negativa del alza de los precios, ya que mientras los productores de maíz gozan de aumentos de precios, otros sectores sufren estas alzas al aumentar sus costos en la adquisición de este insumo. Tal es el caso de sectores como los de engorda animal que emplean granos forrajeros, y cuyos precios son impulsados por el aumento en las cotizaciones del maíz, afectando las utilidades de los productores de este ramo.

Un segundo aspecto negativo es que mientras las proyecciones de los precios de la gasolina y el etanol sugieren que la expansión de la producción de etanol continuara, la subida en los precios del maíz reduciría en las regiones menos productivas (México) la rentabilidad de producir etanol de maíz y reduciría también la capacidad de expansión de producción del combustible por el lado de los costos.

Variación de precios

El informe Perspectivas Agrícolas 2007-2016 OCDE-FAO⁷⁰ señala que factores coyunturales como la sequía en las zonas productoras de trigo y el bajo nivel de las reservas explican en gran medida las recientes subidas en los

⁶⁹ Situación Actual y Perspectivas del Maíz en Mexico, 1996-2012, p.p. 116

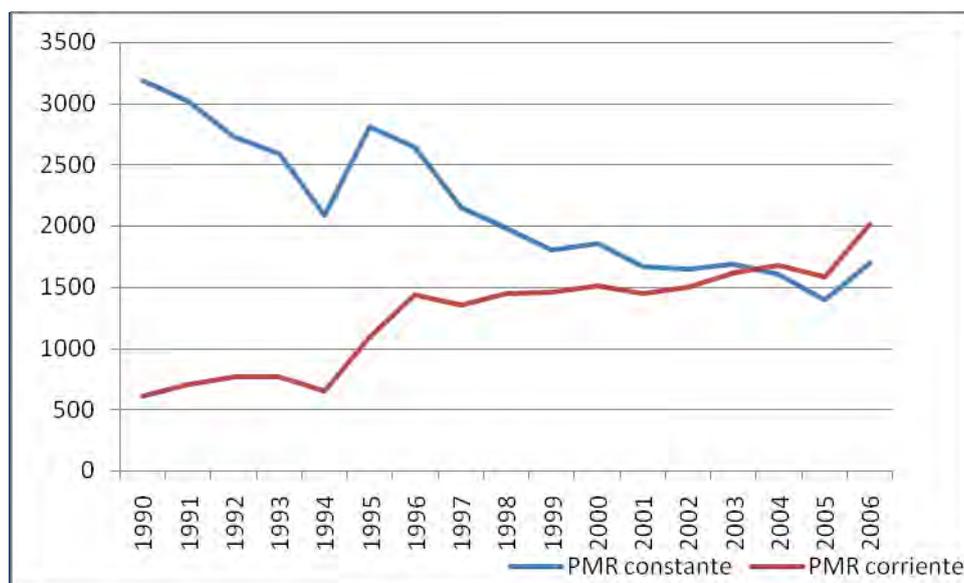
⁷⁰ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO
www.fao.org/newsroom/es/ Roma - Italia 04 de julio de 2007

precios de los productos agropecuarios. Pero en un análisis a largo plazo se observan cambios estructurales en curso que podrían originar precios nominales relativamente altos para muchos productos agrícolas durante la próxima década. La reducción de los excedentes de cereales y menores subsidios a la exportación contribuyen igualmente a estos cambios a largo plazo.

El uso creciente de cereales, azúcar, semillas oleaginosas y aceites vegetales para producir sustitutos de los combustibles fósiles, etanol y biodiesel. Este fenómeno está apuntalando los precios de los cereales, y de forma indirecta a través del coste más elevado de los piensos, también de los productos ganaderos.

Sin duda alguna la mayor polémica entre los círculos de estudio es el impacto en el mercado de los insumos, que el etanol provocara, sabiendo de ante mano que las dos principales opciones para producir el biocombustible presentan condiciones encontradas, superávit en el caso de la caña y déficit en el caso del maíz, es decir, posible aumento de competitividad en el caso del primer cultivo, y en el segundo caso encarecimiento de los derivados del maíz y del mismo grano, veamos.

Grafico 7 Precio medio rural corriente y constante del maíz (Base diciembre del 2003 = 100)



Fuente: SIACON-SIAP, SAGARPA

El aumento del precio del maíz en México ha pasado de alrededor de 1600 la tonelada a fines de 2006 para situarse en 2800 pesos en principios del año 2008 según las palabras del director de Financiera Rural, Enrique de la Madrid Cordero, lo cual implica un incremento de alrededor del 75% en tan solo año y medio⁷¹. Según datos del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, los precios en mayo de 2008 han llegado a hacer de 3.5 pesos por kilo al mayoreo (en el D.F.), esto es equivalente a 3,500 pesos por tonelada. Buena parte de este incremento de los precios se debe principalmente a los altos precios del petróleo y al desarrollo de nuevas tecnologías que convierten al maíz en bioenergéticos. Sin embargo el incremento de precios no refleja la escasez de maíz blanco en México.

A principios de 2007 empresas como Cargill, Maseca y Minsa fueron señaladas como responsables de la especulación por diversos medios, así como numerosos bodegueros con gran capacidad de almacenamiento. Una fuente del financiero (*El Financiero*, 22 de enero de 2007), señalaba que Cargill compro 600 mil toneladas de maíz a 1650 pesos; luego el precio que fijaba para los molineros era de 3500 pesos. Análogamente, se acuso a grandes firmas de alterar la calidad del producto al mezclar harina de olote con la harina para la elaboración de la tortilla.

EL MERCADO DE LAS GASOLINAS

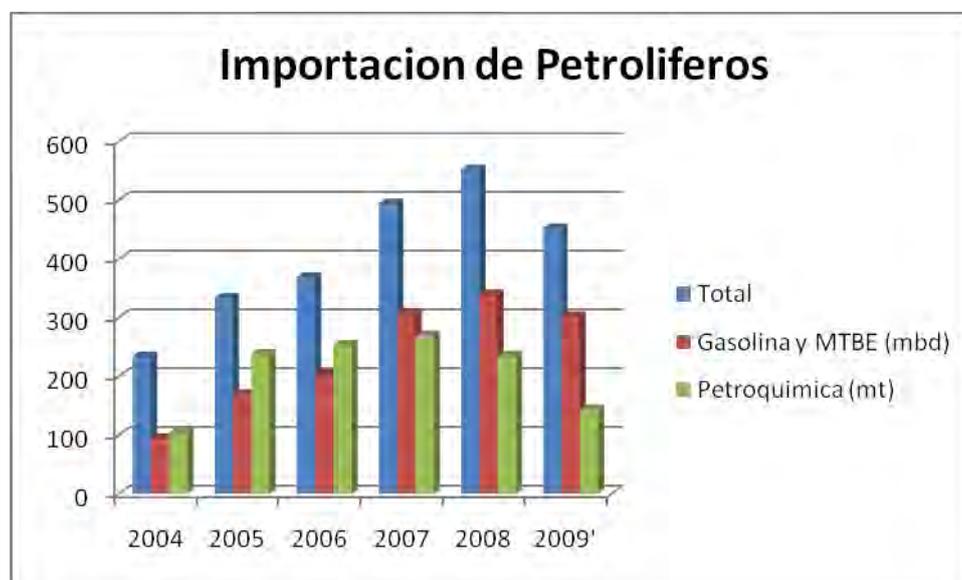
Es evidente que los planes y programas en México para producir etanol son precisamente las iniciativas que se pretenden concretar para disminuir la importación de gasolina, además del MTBE y ETBE, ambos componentes como oxigenantes de las gasolinas.

El país es un importante productor de hidrocarburos, sin embargo la importación de gasolina se debe principalmente al abandono del sector petroquímico, no sabemos si por intereses políticos y privados o por falta de presupuesto, lo que si sabemos y muy bien es que esta industria dejo de

⁷¹ Durán, Marco Antonio. "Aumentó 75% precio del maíz en solo año y medio". *El sol de México*, Finanzas, 17 de abril de 2008.

aportar alrededor del 3.3% del PIB, ya que la aportación de la petroquímica representaba en 2005 el 5.2% y para finales del 2007 únicamente el 1.9% de participación.

Grafico 8



Fuente: Elaboracion propia con datos de PEMEX, Estadísticas de Hidrocarburos

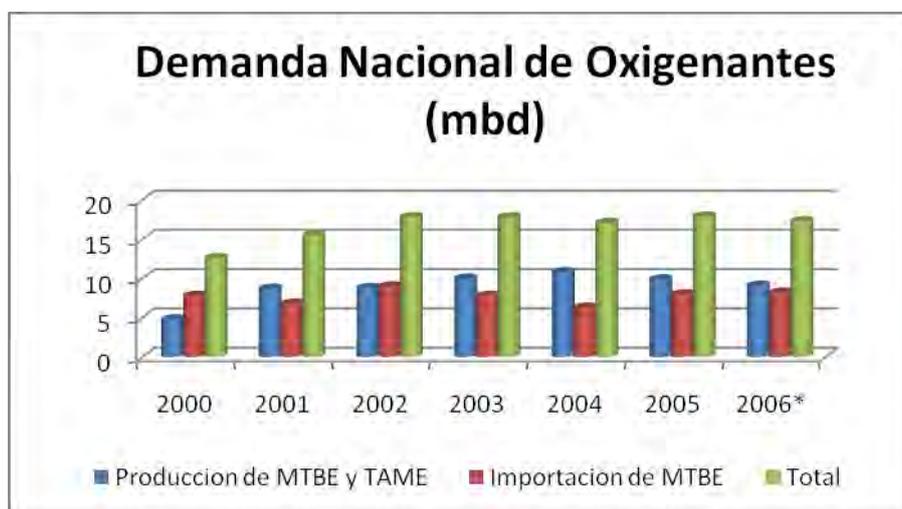
Este cuadro resume las importaciones de gasolina principalmente, que muestra la clara tendencia a la alza respecto a la gasolina y MTBE, ya que el rubro de petroquímica incluye productos que pueden ser no destinados a la producción del combustible, para los datos del 2009 las estadísticas corresponden hasta el mes de abril, año en que las importaciones presentan un retroceso.

Algo influyente en la importación de gasolina tiene que ver con los esquemas de contratación de PEMEX Refinación y PEMEX Petroquímica, los cuales últimamente han estado rodeados de polémica y arbitrariedades, a tal grado que ha desencadenado en una importante reforma energética y en la resolución de crear una nueva refinería, la cual será instalada en Tula Hidalgo. Sin embargo la producción de etanol implica una nueva reconfiguración, aunque moderada, de la infraestructura de distribución de las gasolinas, además de varios requerimientos que PEMEX ha solicitado a los productores de etanol, si este biocombustible será usado como oxigenante de las gasolinas.

Primero, la mezcla de etanol está sustentada en dos factores encargados a PEMEX:

1. De la disminución de emisiones de contaminantes (GEI).
 - Eficientar la combustión, sobre todo en motores sin convertidor catalítico⁷², beneficio que tiende a desaparecer con la evolución de las tecnologías automotrices.
 - Disminución, por dilución, las concentraciones de aromáticos, olefinas y benceno.
2. Del requerimiento de octano.
 - Incrementación del octano durante la eliminación de los aditivos con plomo de la gasolina y ante especificaciones ambientales más estrictas (aromáticos, benceno, olefinas, PVR y azufre)⁷³, actualmente se suministra gasolina oxigenada con MTBE para las principales zonas metropolitanas del país y áreas conurbadas, que representan aproximadamente el 26% de la demanda nacional de gasolinas, cerca de 198 mbd.

Gráfico 9



Fuente: Elaboracion propia con datos de PEMEX

⁷² Convertidor catalítico

⁷³ La NOM-086 rige el uso de oxigenantes en gasolinas: contenido de oxígeno en peso de 1-2% en gasolinas (Valle de México, Guadalajara y Monterrey).

El objetivo de los dos factores anteriores también es incrementar la producción de oxigenantes en el país, sea MTBE o TAME, pero la prioridad es sustituir parte de esta producción con la de etanol. En el gráfico anterior puede verse que la importación de estos oxigenantes es tan alta como la producción, lo que significa una importante fuga de dólares para poder cubrir la demanda nacional, justamente en el año 2002, prácticamente se produjo una menor cantidad que la que se importó (con valores de 8.8 mbd para la producción nacional y 9.0 mbd importados), el promedio para el periodo fue de 8.9 para la producción y 7.7 para la importación. Sin embargo si la capacidad instalada en el país trabajara al tope se producirían entonces 12.2 mbd, en 5 de las 6 refinerías existentes.

Según PEMEX, si se produjera gasolina oxigenada con solo un tipo de oxigenante, (para efectos de poder mostrar los requerimientos de etanol), se tendría lo siguiente las siguientes opciones de mezclado con gasolinas

Cuadro 15

Oxigenante	Formulación ¹ (%Vol.)	Volumen Requerido ² (mbd)
MTBE	5.5 - 11	11 - 21
ETBE	6.4 - 12.8	12 - 25
TAME	6.4 - 12.8	12 - 25
ETANOL	2.8 - 5.7	5 - 11

¹Porcentaje requerido para cumplir especificación de contenido de oxígeno (1 y 2 % en peso)
² Para elaborar 195 mbd (Magna y Premium)

Fuente: Elaboración propia con datos de "Panorama General de la Industria Alcohólica y los Biocombustibles", CONAE/SENER, Octubre del 2007.

La importación de MTBE y TAME se pretende sustituir con el etanol nacional, que será utilizado en la composición del ETBE de la gasolina, si se considera el primer escenario⁷⁴ de introducción del etanol en las gasolinas, por

⁷⁴ "Potenciales y Viabilidad del uso de Bioetanol y Biodiesel para el transporte en México, 2007, SENER-BID-GTZ, Escenarios hacia 2012 para México de la demanda de etanol:

lo tanto se necesitarían 411.9 mil m³ / año de etanol, que significarían un ahorro aproximado de 185, 355,000 dólares, por concepto de importación de gasolina y MTBE.

Respecto al segundo escenario la demanda de etanol sería de 1,110.6 mil m³ / año de etanol, que supondrían un ahorro de 499, 500,000 dólares. El tercer y más importante escenario, ya que refleja de manera más real lo que se pretende con la introducción del etanol en las gasolinas, responde a una demanda de etanol del orden de 4,406.3 mil m³ / año de etanol, que se traducen en un ahorro alrededor de 1, 982, 835,000 dólares.

Sumado a esto el PRONAC 2012, este etanol será suministrado con una cantidad de 6.5 millones de toneladas de caña de azúcar, para producir 7,840 barriles por día (70 litros de alcohol x tonelada).

Sin embargo según los análisis de PEMEX, el etanol provoca corrosión en poliductos, bombas y tanques, en los cuales se contiene, lo que quiere decir que, toda la infraestructura de almacenamiento y repartición se debe de modificar, lo que implica en un inicio inversiones que disminuirán el ahorro de divisas por importación. Esto implica un importante cambio en el modo de elaborar, transportar, almacenar, importar y distribuir las gasolinas oxigenadas y sus oxigenantes.

En la mayoría de los casos, los productores de etanol tendrán que entregar su producto a las puertas de PEMEX, lo que significa un aumento de los costos de producción, algo que ya hemos escuchado, pero lo que no se ha mencionado es que todo el parque vehicular que transporta el alcohol es viejo, y en los casos que las carrocerías se han modernizado, los tanques son convencionales, por lo que los cambios en la infraestructura no se van a dar solo en las terminales y refinerías que tengan que ver con el programa, sino también en el parque vehicular utilizado en los ingenios, aunado a la tecnología

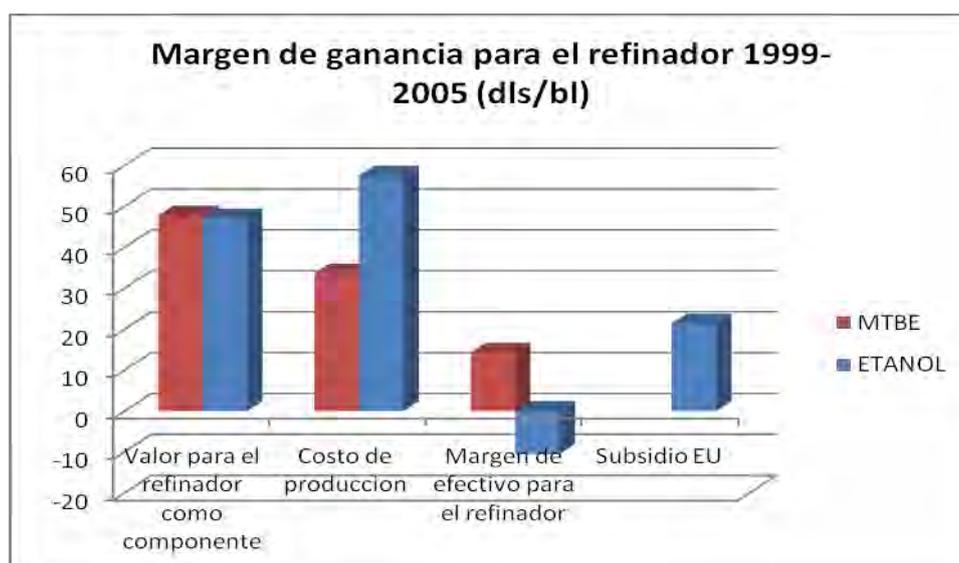
-
1. Sustitución de la producción nacional de MTBE por ETBE
 2. Sustitución total de éteres por etanol a 5.7% en 44% de la gasolina (2% de oxígeno)
 3. Mezcla de 10% de etanol en toda la gasolina del país (3.5% de oxígeno)

que se tendrá que introducir, por esta razón el análisis económico mostro que con los insumos valorados a precio de costos actuales y tres precios de venta de etanol, solo en el tercer escenario dos cultivos son viables: el maíz y la caña de azúcar.

Además si se toma en cuenta que el parque vehicular de México no está “preparado” netamente para el uso de la mezcla etanol-gasolina, aunque el tercer escenario signifique mayor ahorro de divisas por la importación de gasolina y MTBE, el primer escenario es más factible, pues se necesitan menos hectáreas para conseguir la demanda de etanol esperada.

Desde la perspectiva de producción de gasolinas, los éteres presentan ventajas importantes respecto al etanol porque su utilización presenta márgenes atractivos, además de estar disponible en los centros de de producción y no requerir de condiciones especiales para su manejo. Históricamente el costo de producción del etanol ha sido mayor a su valor como componente de gasolina, en EU esto se compensa con los subsidios federales equivalentes a 0.13 US\$/lt (1.48 pesos por litro), además de incentivos estatales a los productores agrícolas⁷⁵.

Gráfico 10



Fuente: Elaboracion propia con datos de Favela Rodrigo

⁷⁵ FAVELA Rodrigo, “Uso de etanol en gasolinas en México”, Cámara de diputados, Grupo Parlamentario PRD, Diciembre 19 del 2006.

Para los refinadores el costo de oportunidad de producir etanol respecto a la producción de MTBE, resulta negativo, ya que el margen de ganancia para el MTBE es de 14.3 dls/barril; por el lado del etanol no hay ganancia, es decir, el valor para este caso (-10.5dls/bl), tendría que ser compensado por un subsidio, como en el caso de EU, cuyo subsidio es igual a 21.4 dls/bl, en este caso el margen para el refinador sería 10.9 dls/bl, aun menor que el margen con MTBE [Favela Rodrigo].

El mezclado de gasolinas con etanol en el escenario 2, en el cual se plantea la prohibición del uso de éteres, implicaría que se afectaría el volumen de gasolinas producidas; ya que para aportar el 1.5 por ciento en peso de oxígeno se requieren del orden de 4.3 por ciento en volumen de etanol, lo cual reduciría en 4 por ciento el total obtenido, cantidad que se tendría que sustituir con otros u otros componentes para lograr el cumplimiento de las especificaciones, incrementando el costo de producción en función del producto empleado para lograrlo. En el caso particular de las gasolinas PEMEX Magna y Premium que se comercializan en las Zonas Metropolitanas de Guadalajara y el Valle de México (ZMG y ZMVM), se sumaría la reducción en la producción que se tendría para ajustar la base para mezcla por cuanto a la PVR (Presión de Vapor Reíd), ya que la mezcla de ésta con etanol deberá satisfacer el rango especificado de 6.5 a 7.8 psi, a lo largo de todo el año. Al respecto, PEMEX ha determinado que esta situación tendría un costo adicional de entre 2 a 4 dólares por barril, asumiendo que etanol y el MTBE tuviesen el mismo precio a la puerta de cada refinería⁷⁶. Ante estas circunstancias el etanol es considerado “mejor” que los demás componentes como oxigenantes.

Cuadro 16 Contenido máximo de oxígeno (% en peso)

MTBE	TAME	ETBE	TAE	ETANOL
18.2	15.7	15.7	13.8	34.8

Valores de mezclado de compuestos oxigenantes

	Octano, (R+M)/2	PVR, psi
MTBE	110	8

⁷⁶ SENER-BID-GTZ, p.p. 43

TAME	105	2
ETBE	111	4
TAAE	100	2
ETANOL	115	18

R= Research Octane Number; M=Motor Octane Number

El valor de mezclado de PVR corresponde a un contenido de oxígeno de 2.7 % en la gasolina terminada

Fuente: SENER-BID-GTZ, p.p. 44

El etanol tiene ventaja en cuanto a los demás componentes debido a que puede ser integrar más oxígeno en las gasolinas, por lo que se necesitaría menos que los demás.

Respecto a los mezclados de compuestos oxigenantes, el valor de octano del etanol es mayor, sin embargo en términos de PVR, puede reducir la base que se utilice para su mezcla, para así cumplir el valor de la PVR que esta fijo en la ZMG Y ZMVM.

LA POBLACION DEL SECTOR AGRICOLA

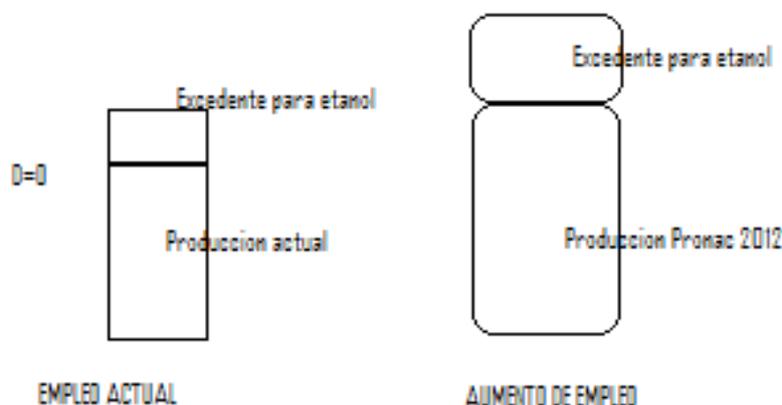
Uno de los aspectos que crean inconformidad con la mayoría de proyectos y programas que tienen que ver con el sector agropecuario tiene que ver con las externalidades que éstos provocan a la población del sector rural, por lo que muchos de los proyectos antes de iniciar a funcionar regularmente tiene que pasar “unos cuantos” problemas sociales. El otro lado de la moneda es el beneficio que los productores de las regiones de influencia obtendrán.

Según INEGI, existen 3 millones 770 mil unidades de producción de las cuales pertenecen al sector ejidal 2 millones 619 mil, al sector privado 1 millón 21 mil y son mixtas 131 mil, queda claro el minifundismo de la agricultura mexicana, ya que por ejemplo en el sector ejidal las unidades menores de 5 hectáreas representan el 62% del total de las unidades. Para el caso de la pequeña propiedad, las unidades con una superficie menor de 5 hectáreas representan el 68%. Como la producción de maíz se da prácticamente en todos

los estados del país, la sensibilidad a los cambios en el mercado pueden no afectar tanto el grueso del empleo, pues en muchos casos los productores destinan la cosecha al autoconsumo, por lo que los trabajadores de la tierra son en mayoría, los dueños de la misma. De la misma manera, si los productores están sabedores de que la producción de etanol a base de maíz compromete mucho la seguridad alimentaria, no les será “atractivo” el cambio de actividad o cambio de cultivo, salvo los casos privados, que son realmente los que impulsan esta producción de bioetanol a base de maíz.

Pero, en el caso de la caña de azúcar, su cultivo se concentra en pocos estados de la república, en los cuales los productores dependen en gran parte de la producción de la caña. Así que, el hecho de que los ingenios decidan producir más caña de azúcar para destinarlo al etanol, puede lograr un desarrollo en la agroindustria de la caña de azúcar, pero al mismo tiempo, puede causar una euforia que puede simplemente colapsar el sector.

Figura 8



Fuente: Elaboración propia

Los excedentes de producción mexicana del cultivo, están ya engrosando peligrosamente los inventarios nacionales al grado de que el precio puede desplomarse y se empiecen a dar los despidos masivos.

Por tal motivo el sindicato azucarero considera que se deben cumplir los acuerdos pactados en el TLC, porque para poder resistir la competencia en el mercado de los edulcorantes, México decidió establecer un impuesto a la fructuosa de EU, competidor del azúcar, sin embargo la OMC determinara que

es improcedente este impuesto, por lo que los consumidores nacionales pueden inclinarse mas por la fructuosa que por la azúcar, desplazando a esta última⁷⁷.

La mayoría de la población del sector rural se encuentra en el sector ejidal, y la gran mayoría de ejidos se dedica al cultivo de los granos básicos, mientras que en el sector privado predomina una mayor diversificación de los cultivos, con un énfasis especial en los de alto valor añadido, pues los rendimientos varían considerablemente entre el regadío y el secano (temporal). Además los costos de que los campesinos que cuentan con riego tienen que enfrentar, son las cuotas que se cobran por el servicio de riego (consumo de agua), según la FAO, oscilan entre los 40 \$EU/ha/año, en sistemas servidos por aguas superficiales por gravedad; y entre 150 y 200 \$EU/ha/año, en aquellos sistemas de riego que utilizan aguas subterráneas procedentes de pozos; entonces incremento de producción significa un incremento de la superficie cosechada, que lleva a un incremento de la superficie bajo riego, y finalmente un incremento para los productores individuales.

Esto se menciona por la razón de que el incremento de cultivo de maíz en el estado de Sinaloa para destinarlo a la producción de etanol puede llevar a una seria sobreexplotación de los mantos acuíferos subterráneos, pues en Sinaloa la cosecha de maíz es de las más importantes, por lo que fácilmente puede darse una pérdida de valor en el estado debido a la sobreoferta, tomando en cuenta que el excedente actual es transferido a las entidades con déficit, esta grueso de transferencia puede disminuir, si los campesinos encuentran más rentable destinarlo al etanol.

Uno de los mayores problemas de toda la industria cañera (en parte la del maíz), es la desorganización del sector y la antigua legislación que aun las rige, lo cual se refleja en los costos. Con esta falta de rumbo en políticas públicas, los dueños de las empresas aun tienen incertidumbre en como “van a reaccionar” los cañeros y los maiceros a la demanda de la industria etanolera,

⁷⁷ SENER-BID-GTZ, pp. 25

debido principalmente a que las empresas en la mayoría de casos no son dueños de las tierras, y entonces los negocios se deben de realizar con cada uno de los productores que cuentan con 5 hectáreas en promedio cada uno.

En Estados Unidos el impulso a la creación de etanol es cada vez más fuerte en todos los estados, haciendo que debido a los incentivos y subsidios del gobierno federal, así como apoyos a los productores, las empresas en el mercado de los edulcorantes estén optando por producir etanol, por lo que se dejara de producir en alta medida fructuosa, que es la que compite con el azúcar como edulcorante, lo que provoca en México un alza en el precio de la azúcar. Obedeciendo a la ley de oferta y demanda, las empresas azucareras encontraran entonces más conveniente producir caña de azúcar para el mercado de los edulcorantes y no para el de etanol, por lo que la industria azucarera estaría desinteresada en producir etanol porque sería poco competitivo debido al alto precio de la caña⁷⁸.

La producción de biocombustibles en los Estados Unidos obran maravillas para los agricultores y para los gigantes agrícolas, como Archer Daniels Midland y Cragill, pero hacen muy poco por el ambiente. Pero por el contrario los que poseen ganado están resintiendo los precios del maíz, alimentando al ganado con pastos en lugar del grano, haciendo que los tenedores del ganado estén a punto de salirse del negocio y dedicarse a la venta de maíz.

Al mismo tiempo las empresas de maquinaria agrícola especulan el auge del etanol, vendiendo cosechadoras, tractores, etc., a precios superiores a lo normal, y esto sucede cada vez que los mercados anuncian aumento en los precios de los granos, convirtiendo al etanol en un gran impulsor del éxito de estas empresas.

En contraste a este auge, la población rural que depende de la canasta básica, recibe directamente los efectos de los incrementos de precios de los alimentos (impulsados por el maíz). La porción de la población pobre que se

⁷⁸ GUILLEN Omar, "El uso de cultivos energéticos en México", La Jornada, México, Junio 17 del 2007

emplea en los ingenios azucareros, además, sufre los estragos del trabajo caluroso, polvoriento y extremadamente agotador, que muestran aun más el otro lado de los biocombustibles. Según la ONU, pese a los grandes beneficios potenciales, el auge de los biocombustibles provoca efectos en la seguridad alimentaria en un mundo donde 25 000 personas mueren de hambre todos los días, y los precios, tal parece no bajarán.

En México existen aproximadamente 48.9 millones de pobres (47% de la población total), de estos, 18 millones viven en pobreza extrema (10.9 viven en zonas rurales). 13.5 millones de personas viven en zonas forestales, y la mayoría de esta población vive de forma tradicional, autoempleándose en el sector agrícola⁷⁹.

Otra importante implicación es la especulación de las grandes empresas con la materia prima, principalmente con el maíz, en este caso. Ya se vislumbra el agresivo acaparamiento de los inventarios existentes, que pueden desenlazar en “manejos” irregulares en la agroindustria, debido a la obsesión por las ganancias del etanol.

Las riendas del gran negocio de los biocombustibles, están siendo tomadas por las grandes firmas transnacionales, a nivel mundial. En México empresas como Destilmex, Mexstarch, Cargill y Jalcohol, están ya involucradas en la construcción de plantas y elaboración de etanol a base de maíz y caña de azúcar, en Sinaloa, Veracruz y Chihuahua, con una inversión aproximada de 88 millones de dólares⁸⁰, además de los programas pilotos de Monterrey y Guadalajara.

Estas empresas se están asociando a los grandes productores de maíz y a su vez a los grandes ingenios, que poseen extensas hectáreas de cultivo, provocando que los pequeños productores se mantengan al margen o simplemente salgan del negocio, poniendo en riesgo su seguridad alimentaria.

⁷⁹ TUDELA Fernando, “Economía y Medio Ambiente”, XVII Conferencia Internacional AFEIAL, Abril del 2009

⁸⁰ GUZMAN Reyes Gerardo, “Incrementos en los precios del maíz y la tortilla”, 8 de Octubre del 2007

El resultado sería una mayor polarización del sector agrícola en el país, dando paso a la introducción de las empresas estadounidenses no solo en México, sino en toda Latinoamérica provocando escasez de alimento y agua en los países productores.

EL MEDIO AMBIENTE

Tal vez en algunos casos del mundo en los que la producción de biocombustibles ha sido un éxito en la disminución de GEI, realmente resulta altísimo el precio que el medio ambiente paga por sus bondades a los humanos. No es solo la erosión o la pérdida de biodiversidad, los impactos negativos, también los son los pesticidas y los fertilizantes, que además. En los Estados Unidos pronto el maíz se convirtió en el cultivo mas cosechado, sin embargo, el maíz, que requiere grandes dosis de herbicida y de fertilizante de nitrógeno puede erosionar la tierra más que otro cultivo, además producir etanol de maíz consume casi tanto combustible fósil como el que reemplaza.

Los ambientalistas temen que el aumento en el precio de los cultivos bioenergéticos, lleve a los agricultores en el mundo a arar millones de hectáreas, hasta ahora reservadas para la conservación de los suelos y de la vida silvestre, con lo que potencialmente se liberaría mucho mas carbono de los campos de barbecho.

Cuando se tritura el maíz y avanza en todo el proceso para la obtención del etanol, se ha despedido ya una gran cantidad de CO₂, y es aquí donde la etiqueta verde del etanol comienza a ponerse café. La mayoría de las plantas de etanol queman gas natural o, cada vez más, carbón para crear el vapor que requiere la destilación, añadiendo emisiones de combustible fósil al CO₂ emitido por la levadura, mas las emisiones de los fertilizantes de nitrógeno, hechos de gas natural y las correspondientes al uso extenso de maquinaria agrícola que funciona con diesel. Tal como estudios realizados del balance energético del etanol de maíz, cuyo resultado es negativo.

En cambio los resultados de la caña de azúcar han dado un inapelable primer lugar en su uso a Brasil, en donde desde 1980 los motores de los

automóviles empezaron a fabricarse bajo las condiciones del alcohol de caña. Parte de este éxito son los fuertes subsidios y apoyos del estado para incentivar el mercado del etanol, en conjunto con la construcción de los motores “flex”. En este país sudamericano los ingenios que producen etanol, no consumen combustible fósil, estas quemar desperdicio de caña conocido como bagazo de caña, que genera un ligero superávit de potencia. Incluso los camiones cañeros y la maquinaria agrícola quemar una mezcla de diesel y etanol, sin dejar de lado la “Ipanema” (primer aeronave de alas fijas que quema alcohol puro), para fumigar los gigantescos campos de caña⁸¹.

Además de las emisiones anteriores, para zafrar más fácilmente y “matar las serpientes” se quemar los campos antes de la cosecha, y se liberar hollín, metano y óxido nítrico, dos potentes gases de efecto invernadero. Recordemos que los efectos del cambio climático inciden en los cultivos agrícolas, ganaderías, pesquerías y acuiculturas, turismo, zonas urbanas y metropolitanas, biodiversidad, salud pública y bienestar social.

En todas las políticas energéticas que integran el término “sustentable”, plantean una disminución en el impacto ambiental, sin embargo la deficiencia y la falta de organización al momento de ejecutarlas, hacen que se dejen de lado los objetivos iniciales. Finalmente de forma irresponsable se dejen de lado los desastres ambientales que ocurren en México, poniendo en evidencia el claro desinterés por los temas ambientales.

En las instalaciones de PEMEX ocurren más de la mitad de las emergencias ambientales que se presentan a nivel nacional con materiales peligrosos. Estas emergencias se concentran en los estados de Veracruz, Campeche y Tabasco donde ocurren 88.7% de todos los eventos relacionados con la paraestatal.

La mayoría de los accidentes se presenta en los ductos que transportan el petróleo crudo y sus derivados (combustóleo, diesel y gasolina). Los derrames se deben principalmente a la toma clandestina, a daños o averías provocadas

⁸¹ K. BOURN, Jr. Joel, “Fabricar combustible de productos agrícolas puede ser bueno para el planeta...tras un par de avances”, La National Geographic, Octubre del 2007.

por terceros y, en menor medida, a la corrosión y fallas del material. Estos derrames afectan de manera directa e inmediata al suelo y al agua. La mayoría de estos daños no son calculados. Así que los hidrocarburos en México no solo contribuyen a la emisión de GEI, sino que los accidentes ambientales (por derrames de diesel, combustóleo y gasolinas), causan contaminación a ecosistemas que tardan varios años en recuperarse. No está lejos de los impactos que los biocombustibles provocan al ambiente.

En México, se estima que anualmente 6,700 muertes cardiopulmonares pueden relacionarse con la contaminación atmosférica. Los costos asociados con la disminución de la calidad del aire, evaluados a partir de los recursos para atender a los enfermos, las horas hombre perdidas por inasistencias al trabajo y la reducción de la producción industrial debida a los paros de sus actividades en situaciones de contingencia, son del orden de millones de pesos cada año⁸².

Cuadro 17

Tabla 12.1 Emisiones de contaminantes atmosféricos por tipo de fuente en México, 1999 (los valores corresponden a la contribución porcentual por contaminante)

Contaminantes	Fuente de emisión			
	Fijas	Móviles ^{1,2}	Naturales	De área
NO _x	18.4	28.6	41.7	11.3
SO _x	48.2	0.5	47.7	3.6
COV	1.2	3	87	8.7
CO	2.2	64.4	0	33.4
PM ₁₀	10.8	2.1	71.1	16
PM _{2.5}	20.6	5.7	40.5	33.2
NH ₃	0	0.6	0	99.4

Notas:
¹Son las fuentes que no circulan por carreteras, incluyen todo el equipo automotor o portátil cuya operación en caminos públicos está prohibida.
²También se incluyen a los vehículos automotores (fuentes móviles motorizadas con autorización para circular por caminos públicos).
Fuente:
 INE. 2006. *Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999*. México.

Fuente: Tomado de La Gestión Ambiental en México, 2006

La información se integra con cuatro tipos de fuentes⁸³:

⁸² Gestión Ambiental en México 2006, p.p. 305

⁸³ Op. Cit.

- Fuentes fijas: se componen por fuentes estacionarias de gran tamaño, como plantas industriales.
- Fuentes móviles: incluyen todo tipo de vehículos o equipos con motores que utilizan gasolina o diesel, como automóviles, tractores, aviones y barcos.
- Fuentes naturales: comprenden las fuentes piogénicas (vegetales y microorganismos) y geogénicas (volcanes y otras fuentes de origen geológico).
- Fuentes de área: incorporan a las fuentes estacionarias no incluidas en las fuentes fijas, que son demasiado pequeñas para ser registradas individualmente (gasolineras, tintorerías o instalaciones que utilizan disolventes, entre otras) y actividades diversas que generan emisiones como la aplicación de fertilizantes y la emisión de polvos fugitivos en caminos no pavimentados.

Entre los problemas que provocaran los cambios en el clima esta la disminución de zonas aptas para la producción primaria de alimentos y modificación de la productividad agrícola, pecuaria, forestal y pesquera. Por ejemplo, la superficie climatológicamente apta para el cultivo del maíz de temporal se reducirá en grandes regiones y los rendimientos irán a la baja (aunque la superficie apta para su cultivo se incrementará en algunas zonas).

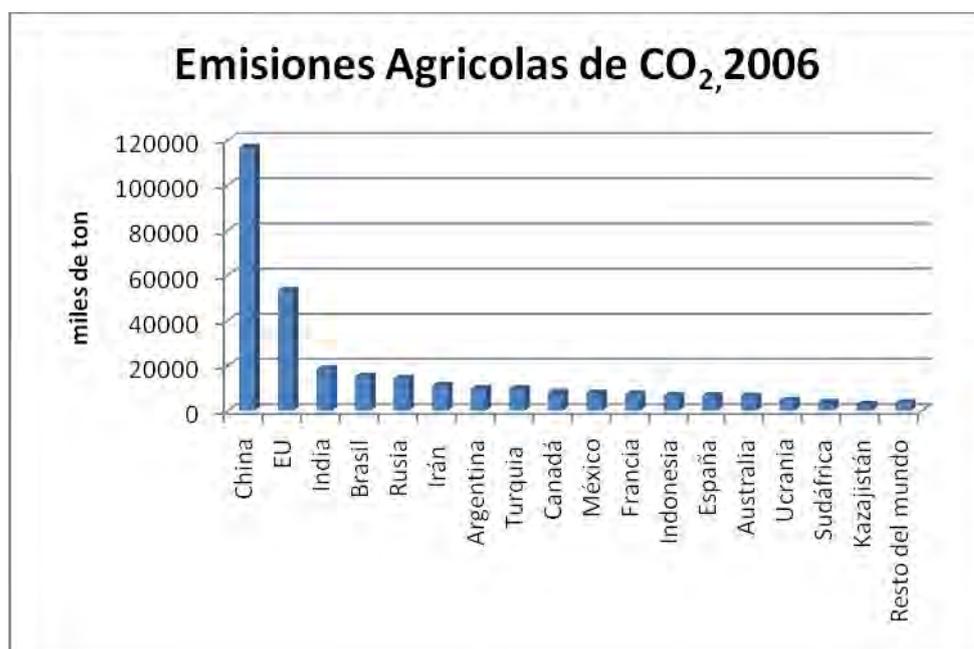
Tal parece que cualquier forma que se utilice para poder extraer los recursos que garanticen crecimiento, están asociados a importantes agravios al medio ambiente, sobre todo si su explotación es irracional y extrema, poniendo en duda cada vez más el desarrollo sustentable.

Las emisiones de CO₂ en el mundo, no exactamente señalan como principal responsable al transporte, sino que la industria, los hogares y la misma agricultura, aportan de manera individual una importante cantidad de bióxido de carbono a la atmosfera.

Entonces si las emisiones agrícolas también son importantes, implica que la producción de etanol ha de estar inyectando CO₂ desde sus orígenes hasta el final, es decir, desde la cosecha hasta la bomba despachadora de etanol.

“La actividad agrícola es la segunda mayor fuente de emisión de gases de efecto invernadero, responde por entre el 10 y el 12 % del total mundial, sólo por debajo de lo que genera el uso de combustibles fósiles”⁸⁴.

Gráfico 11



Fuente: Elaboración propia con datos de La National Geographic en español, Edición especial, “Energía del futuro: la carrera por los biocombustibles limpios”.

Algo que hay que resaltar es que China y EU superan ampliamente la emisión de GEI respecto a los demás países del mundo, y no solo en la agricultura, sino también en la industria y en el transporte, de modo que son los principales responsables de este calentamiento global. Sumado a esto, ambos países aumentarán fuertemente su producción agrícola tanto para la alimentación como para el etanol, por lo que el impacto a la atmósfera es doble. En este caso México emite unas 7 823 000 de toneladas al año.

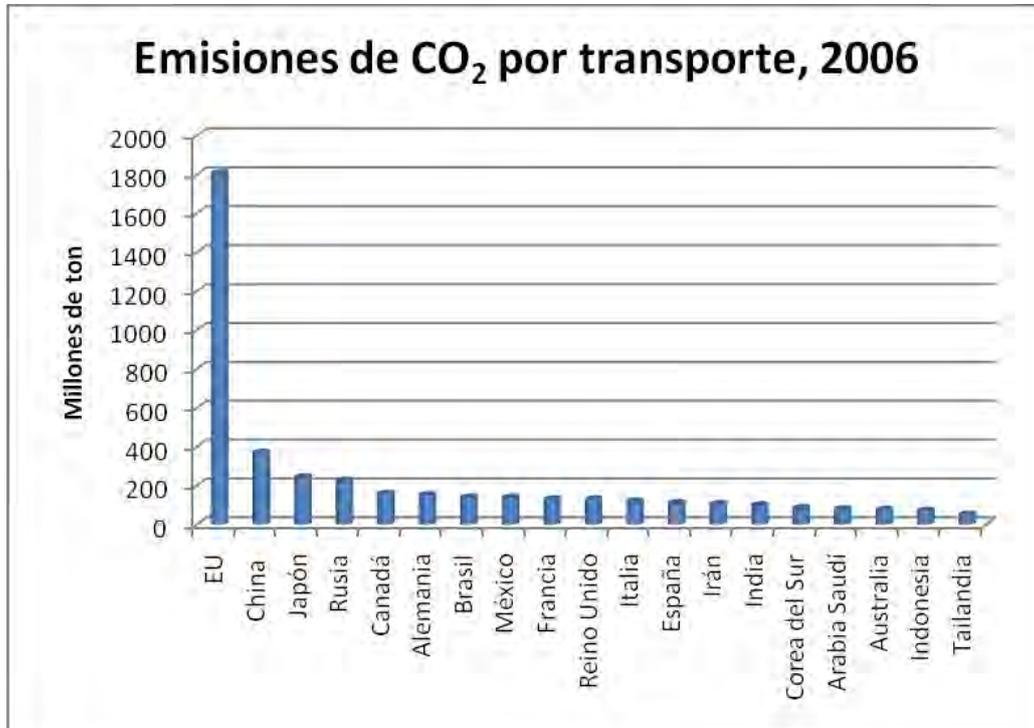
⁸⁴ Mencionado por el científico chileno Sergio González, integrante del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y Premio Nobel de la Paz, durante las celebraciones del Día Mundial de la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO Santiago - Chile 17 de noviembre de 2008

La emision de GEI del sector trasnporte es claro, la principal fuente emisora, por lo que para muchos autores es primordial antes de producir el etanol, producir autos con motores capaces de reducir estos impactos, porque la solucion parece no ser el combustible verde.

El mayor emisor de GEI de transporte son los Estados Unidos, incluso hasta 2008, California sola, consumia más gasolina que cualquier pais en el mundo (Excepto EU), China, incluida⁸⁵.

En EU principalmente, pero en los demas paises ocurre que muchas veces los autos van casi vacios, y a baja velocidad desaprovechando los 200 caballos de fuerza en promedio de sus motores, incluso a mayores velocidades, solo 15% de la gasolina mueve el auto. El resto se pierde en ineficiencias del motor y el tren del motor, convirtiéndose en gran parte en calor inutil.

Gráfico 12



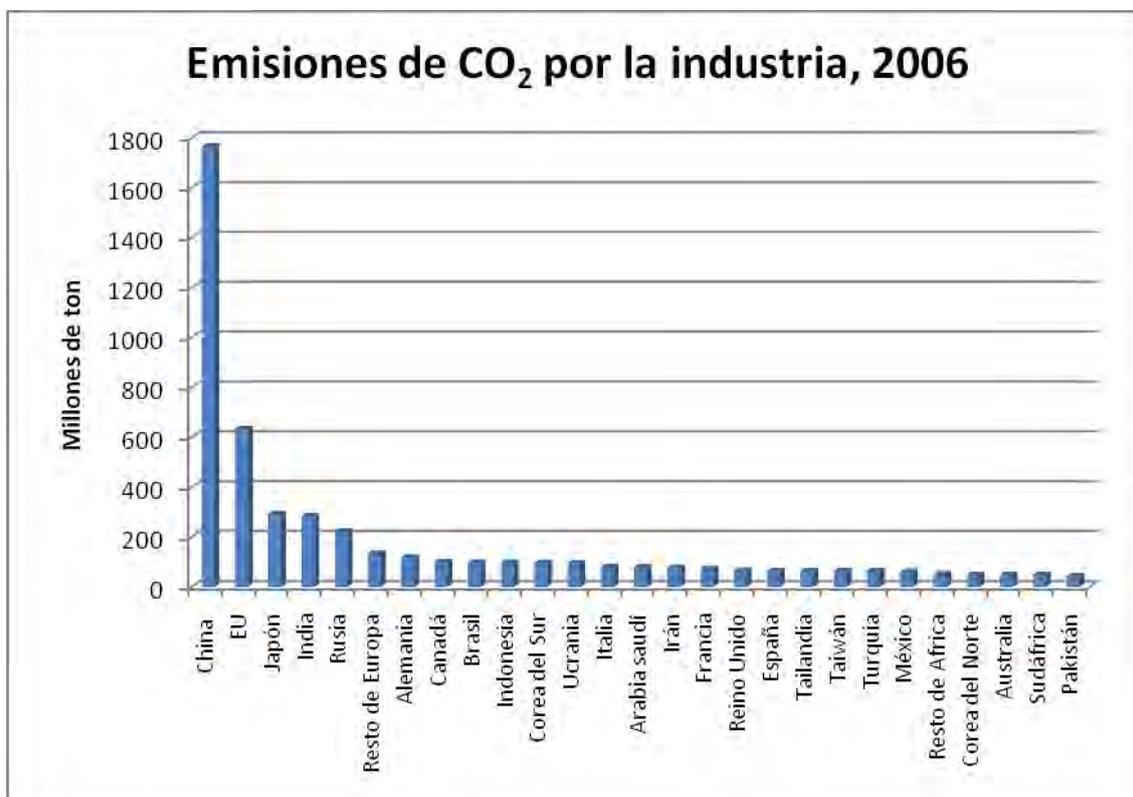
Fuente: Elaboracion propia con datos de La National Geographic en espanol, Edicion especial, "Energia del futuro: la carrera por los biocombustibles limpios".

⁸⁵ La National Geographic en español, Edicion especial, "Energia del futuro: la carrera por los biocombustibles limpios".

EU ocupa el primer lugar, esto puede asociarse también a que las familias estadounidenses tienen más de dos autos, por lo que el consumo de combustible aumenta.

Finalmente las emisiones de la industria, ubican como principal responsable a China, quien supera casi 3 veces a EU, y casi 9 veces a Japón e India. Desde el ingreso de China a la OCDE, este país asiático a aumentado su producción, pues ahora comercia con casi todo el mundo, sin embargo esta no es la razón principal de su gigante contribución de GEI a la atmósfera, sino la causa principal es la alta dependencia del carbón, el más sucio de los combustibles, al quemarlo prácticamente se liberan montones de bióxido de carbono a la atmósfera. Mientras el mundo duplico su consumo de carbón entre 1980 y 2006, China lo triplicó, lo que lo ha convertido en el principal emisor de GEI de la industria.

Gráfico 13



Fuente: Elaboración propia con datos de La National Geographic en español, Edición especial, "Energía del futuro: la carrera por los biocombustibles limpios".

Este grafico muestra los principales emisores de CO₂ por la industria, claramente se observa la alta emisión de China. Los demás países después de Alemania, rondan niveles por debajo de los 100 hasta 42 millones de toneladas, México contribuye con alrededor de 60 millones.

Sin embargo México debe preocuparse al igual que los demás países del mundo por que los verdaderos responsables de estas emisiones, cumplan con sus programas de reducción de la contaminación atmosférica, pues son prácticamente los dos motores del mundo quienes producen la mayor cantidad de CO₂ (entre otros GEI) en el mundo, y nos referimos a EU y China. Si tomamos en cuenta las emisiones de la industria, las agrícolas; China es el mayor emisor en los primeros dos casos, EU el segundo; en cuanto a las emisiones del transporte, abrumadoramente EU es el principal emisor.

CONCLUSIONES

Una vez analizada la situación del país ante las oportunidades de producir etanol a gran escala, se concluye que, desafortunadamente México aun no puede producir etanol a gran escala, debido a que el sector agroindustrial no está especializado, es decir, no está definida la línea a seguir. Por un lado el maíz representa el principal problema respecto a los alcances de sus efectos en el sector alimentario; por el otro lado, la caña de azúcar representa una oportunidad de desarrollo agroindustrial, aunque mucha de la infraestructura de los ingenios necesita modernización.

Haciendo abstracción de lo anterior, los empresarios y los inversionistas actúan motivados por las especulaciones que rodean la producción de etanol, presionando al estado a legislar a favor suyo, e impulsando la conversión de hectáreas de cultivo alimenticio por cultivo energético, sin considerar los lunares de rezago y pobreza que “quedan”, entre las lagunas de desarrollo agroindustrial.

La producción de etanol en México debe de tener en la antesala un exigente y efectivo plan de desarrollo del biocombustible que involucre todas las partes, un plan que detone desarrollo y no que polarice el desarrollo, pues parece que la producción de etanol está destinada a unos cuantos empresarios, a pesar de que los dueños de las tierras son el grueso de la población campesina.

No es posible producir etanol de maíz y de caña de azúcar a la vez, pues no se cuenta con la solidez necesaria en los procesos de producción, más bien se tiene que decidir que opción es mejor, y lograr un dominio en ella. En los EU por ejemplo, la producción de etanol de maíz es más eficiente, pues cuenta con ventajas comparativas respecto al etanol de caña, en contraste, Brasil produce el etanol de caña con una mayor eficacia respecto al maíz, es más, ni siquiera produce etanol de maíz. El caso es que ninguno de los dos países produce tanta

cantidad de etanol de un cultivo como del otro, porque simplemente están más especializados en un solo caso.

En cambio los primeros proyectos que se pretenden llevar a cabo en México y las empresas privadas que ya lo están produciendo, no tienen una normatividad que seguir, ni una orientación científica que les diga porque si o porque no pueden producir etanol en el territorio, por lo que sus formas de producción están basadas en experiencias de otros países que no tienen las mismas características que México, no presentan deficiencias importantes y sus economías están más fortalecidas, las cuales “soportan” las variaciones de precios que se provocan en los mercados.

No se puede avanzar en el fomento de las energías alternativas renovables, si antes no se considera la eficiencia energética del país como parte del dialogo humano, la población antes que nada debe de estar advertida y consciente de que el problema de encontrar o utilizar nuevas fuentes de energía, radica en la forma en que se consume, y por lo tanto la forma en que se ahorra.

Parece que en el mundo las ideas en las cabezas de la población sobre un mejor nivel de vida, están cimentadas en lo que se ha denominado el “sueño americano”, casas grandes, 2 o 3 autos por familia, abundantes electrodomésticos y demás; un sueño que consume demasiada energía tanto renovable como no renovable, pues para llevarlo a cabo antes se ha de consumir importantes inventarios de madera, gas y petróleo, sin omitir claro los altos consumos en los medidores eléctricos y en las bombas de gasolina.

Los problemas actuales por el uso de hidrocarburos y sus repercusiones al medio ambiente, son consecuencia de la adicción del mundo a los baratos y abundantes combustibles fósiles, sin darle importancia a la inversión en energías más limpias, pues estas resultan en la actualidad más costosas inicialmente. Sin

embargo, los proyectos que optan por este camino, representan aun una mínima parte de la producción de energía que se consume a diario en el mundo.

De seguir en este sendero, los cálculos hechos al momento podrían no equivocarse, la demanda de energía aumentara más o menos en un 50% para el año 2030, algo soñado para las gigantes petroleras y para los que optan por la energía verde. Está claro que el petróleo seguirá suministrando parte de la energía, la otra parte aun no está definida, aunque las alternativas son variadas y prometedoras.

La producción de biocombustibles disminuye la quema de hidrocarburos, es lo que hemos escuchado, el problema es que la producción de biocombustibles provoca un consumo indirecto de hidrocarburos, es decir, para lograr esto las empresas que producen la maquinaria, el funcionamiento de esa misma maquinaria a la hora de arar la tierra, cosecharla y volver a prepararla para el siguiente periodo, han consumido ya una importante cantidad de gasolinas y diesel; además sumado a la cantidad utilizada para la producción de pesticidas y abonos químicos y fertilizantes sintéticos (urea), los biocombustibles también producen tanta contaminación como el petróleo, o sea, la contaminación de los biocombustibles es la que se ve (quema de etanol y biodiesel) y la que no se ve (quema indirecta), ¿resulta casi igual o no?. Las emisiones agrícolas, se suman a la limpia de tierra para cultivo y madera, eliminan vegetación que de otro modo capturaría el CO₂ de la atmosfera.

En México si se produjera etanol ya sea de maíz o de caña de azúcar, significaría un aumento en la demanda de fertilizantes, lo que aumentaría el precio de los energéticos que se utilizan para su factura, este aumento puede elevar los precios de los alimentos. El azúcar y los derivados de maíz, son parte de la dieta diaria de los mexicanos, y no hay productos que los sustituyan inmediatamente si su precio aumenta, por lo que la población principalmente rural, sufrirá los impactos de la producción de etanol.

Legalmente, la situación de la producción de etanol en México es preocupante por dos cosas:

Primero, el sistema político del país está inmerso en una profunda crisis de ineficiencia en la administración pública federal de programas y apoyos de fomento a las energías renovables, es decir, las leyes que el estado promulga, difícilmente se cumplen a plenitud, pues desde su promulgación hasta su aplicación, convergen los tres niveles de gobierno, los cuales coinciden únicamente en el apoyo y fomento de programas, y una vez que se llevan a cabo se evalúan y se administran de manera ineficiente, por lo que dejan mucho que desear a final de cuentas.

Segundo, los intereses de los empresarios y políticos que quieren “entrarle” al asunto de los biocombustibles, omiten en sus proyectos de inversión, los costos generados a la población y el medio ambiente, además de que las opciones más viables para ellos, son las de corto plazo y las que necesitan una menor inversión.

Lo anterior es por lo siguiente: la Ley de los Bioenergéticos establece que solo se podrá producir etanol de maíz en el país, si existen excedentes en su producción. Pero si esto fue una traba para las empresas que en Sinaloa ya producen el etanol de maíz, entonces la SAGARPA y la SENER, podrán permitir el uso de maíz importado, siempre y cuando se les de aviso de cuanto maíz, se utilizara para que al momento de revisar las estadísticas, éstas sean congruentes con las utilizadas en la producción del biocombustible.

Esto último parece irracional, pues sea la cantidad que sea la que se importe, esto podría provocar efectos tanto en consumidores como en productores del grano, desestabilizando el precio de los alimentos.

Si en realidad México quiere acceder al mercado del etanol, antes debe de experimentar con el etanol de caña de azúcar, pues el excedente de producción de este cultivo, puede no provocar efectos inmediatos como el maíz, sin embargo,

no debe producir etanol a gran escala, hasta una vez que se vuelva competitivo y productivo el sector agroindustrial y que el mercado interno sea más fuerte, normados por políticas que valoricen los costos sociales y ambientales-

No debe pensarse que la transición energética está a la vuelta de la esquina, sino que nos estamos retrasando en avanzar los pasos que algunos países del mundo ya han dado en la producción de energía de fuentes limpias y renovables, como la energía solar, la eólica y la hidráulicas, que son fuentes que no producen un gramo de CO₂, o incluso los mismos biocombustibles, pero a base de algas o de pastos que no solo crecen por si solos (lo que significa un ahorro) sino que también pueden crecer sin tener que exterminar los bosques y las selvas.

Finalmente, el petróleo se sigue extrayendo, el etanol de maíz resultó no ser el “santo grial”, el etanol de azúcar sigue consumiendo hidrocarburos en su proceso de fabricación, y sin embargo la energía solar sigue escapando al espacio en abundancia, el viento nos sigue refrescando de las intensos calores, a la vez que lleva el agua de las nubes de un lado a otro, como si nos trataran de decir algo, ¿no crees?

Solo una cosa es bien cierta, todo proceso que implique el crecimiento económico consumirá de algún modo, algún recurso natural, porque en ellos se han basado todos los modos de producción de nuestra historia, justo como Marcelo Tokman diría: “hay ambientalistas que no quieren ningún tipo de impacto ambiental, pero no existe proyecto sin él”.

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, Fabio. *“El petróleo en los hoyos de Dona y otras áreas desconocidas del golfo de México”*, primera edición 2003, Editorial Miguel Ángel Porrúa.

BONILLA Calzada Iris, “Los bioenergéticos en México: el marco legal”, *Revista Energía a Debate*, año 5, tomo V, numero 29, noviembre-diciembre de 2008.

CASTIGLIONI, V.B.R. EMBRAPA. In “Avaliação da Expansão da produção de etanol no Brasil”, CGEE_NAE, Brasilia, 2004

CASTRO M. y Sánchez, C. “Energía Hidráulica”, Progrensa, Sevilla, España

CHAURTAD, Sophie, *Géopolitique et pétrole*, Studyrama, Paris, 2006

Construcción y operación de una planta productora y comercializadora de Etanol en el norte de Sinaloa”, Mexstarch S.A

Destilmex: Sinaloa hacia la Bioenergía, junio del 2006

FAVELA Rodrigo, “Uso de etanol en gasolinas en México”, Cámara de diputados, Grupo Parlamentario PRD, Diciembre 19 del 2006.

FERNANDEZ Antonio y Bolaños Valentín, “Economía y Política Medioambiental, Situación actual y perspectivas de la Unión Europea, Ediciones Pirámide, 2002, Madrid España.

GARCÍA Reyes, Miguel y Ronquillo Jarillo, Gerardo. *“Estados Unidos, petróleo y geopolítica: las estrategias petroleras como un instrumento de reconfiguración geopolítica”*, Editorial Plaza y Valdés, enero del 2005, México.

HORTA Nogueira, Luís. Producción y utilización de Etanol y ETBE en México: situación actual y perspectivas. UNIFEI Brasil, Agosto de 2006.

JAROBO Friedrich, Francisco y Elortegui Escartin, Nicolás. Energías renovables. Publicaciones Técnicas, Segunda edición, España, 2000.

MASERA Cerutti Omar, *“La bioenergía en México: un catalizador del desarrollo sustentable”*, México, Red Mexicana de Bioenergía, Mundi-Prensa 2006.

MENÉNDEZ Pérez Emilio, “Energía, factor crítico en la sostenibilidad. Año 2025 crisis social y ambiental, una hipótesis factible”, Netbiblo. A 2004

MENÉNDEZ Pérez, Emilio. *“Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo, una economía impulsada por el sol”*, Editorial Catarata, Madrid, España, 2001.

NORTON, George W. y Alwang, Jeffrey. *Economía del desarrollo agrario*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 1994.

PINDYCK Robert y Rubinfeld Daniel, *“Microeconomía”*, 5a edición, Prentice Hall, 2003.

Producción y uso de etanol combustible en Brasil, respuestas a las preguntas mas frecuentes, UNICA (União da Indústria de Cana de Açúcar), São Paulo, Brasil, Julio del 2004

SALDIVAR V. Américo, *“De la economía ambiental, al desarrollo sustentable; alternativas frente a la crisis de gestión ambiental”*, FE, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), México.

TUDELA Fernando, *“Economía y Medio Ambiente”*, XVII Conferencia Internacional AFEIAL, Abril del 2009.

ARTICULOS

Acciones para la competitividad de maíz, frijol, caña de azúcar y leche, Aguascalientes, Ags. 23 de febrero de 2007. SAGARPA

Agua y Cultivos: logrando el uso optimo del agua en la agricultura”, FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 2002.

André Eckermann miembro de la empresa paraestatal germana –GTZ-- Primera Reunión Internacional del Foro de Bioenergéticos de Chiapas

Becerra Perez Luis Armando, *“La industria del etanol y sus perspectivas de desarrollo en Mexico”*

Construcción y operación de una planta productora y comercializadora de Etanol en el norte de Sinaloa”, Mexstarch S.A

Declaraciones de Bush sobre Energía: 26 de abril de 2006, Declaraciones del presidente de los EU sobre Energía, Abril 25 del 2006.

Destilmex inaugura el etanol en México, La Jornada, Octubre 10 del 2007

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

El riego en América latina y el Caribe en cifras", Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, Roma, 2000.

GUILLEN Solís Omar, "*El uso de cultivos energéticos en México*", La Jornada, México, 17 de junio del 2007.

GUZMAN Reyes Gerardo, "Incrementos en los precios del maíz y la tortilla", 8 de Octubre del 2007

Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): *Nuestro Futuro Común* ONU (1987-12-11)

Instituto Mexicano del Petróleo, Iniciativa GEPLACEA.

K. BOURN, Jr. Joel, "Fabricar combustible de productos agrícolas puede ser bueno para el planeta...tras un par de avances", La National Geographic, Octubre del 2007

La Reforma del sector energético, Coordinación de la Especialización en Economía de la Energía y Desarrollo Económico, Facultad de Economía, UNAM, 2009.

Planta de etanol en Sinaloa, parada por demoras de Sagarpa, La Jornada, septiembre 29 del 2008

Producción y uso de etanol combustible en Brasil". Respuestas a las preguntas mas frecuentes. UNICA (União da Industria de Cana-de-Açúcar)

Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México, 1996-2012, SAGARPA

SITIOS WEB

Revista Informativa de la FAO,

- <http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s0y.htm#TopOfPage>
- Dirección Estadística, FAOSTAT
- Perspectivas Alimentarias, www.fao.org/docrep/009/j7927s/j7927s01.htm
- Perspectivas agrícolas 2007-2016, OCDE-FAO www.fao.org/newsroom/es/Roma - Italia 04 de julio de 2007

http://www.agropanorama.com/news/001_enero2008/05_28a100/01_global_ProduccionMundialMaiz.htm, datos para el 2007/08

Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (EERE), del Departamento de Energía de EU (EOD)

Página del Senado/Cámara de Diputados, www.diputados.gob.mx

RFA: Renewable Fuels Association

INEGI, www.inegi.gob.mx

SAGARPA, www.sagarpa.gob.mx, /SIACON-SIAP

U.S. International Trade Association/ U.S. Energy Information Administration (Administración de la Información de la Energía de los EU)

REVISTAS

Revista Claridades Agropecuarias “Industria de los alimentos vs industria de biocombustibles”, Nov. Del 2006, No. 159

Pemex, Estadísticas de hidrocarburos, www.pemex.gob.mx

La National Geographic, “Fabricar combustible de productos agrícolas puede ser bueno para el planeta...tras un par de avances”, Octubre del 2007

La National Geographic en español, Edición especial: “Energía del futuro: la carrera por los biocombustibles limpios”.

GARCIA PAEZ Benjamín, “*Biocombustibles*”, Cuartilla, Gaceta de la Facultad de Economía, No. 14, noviembre del 2007

Revista Energía a Debate, Año 5, Tomo V, No. 29, Nov-Dic del 2008

ARTICULOS ELECTRONICOS

CARRERA Santibañez, Fernando “La producción de alimentos aumentará por encima del crecimiento de la población: ACJ”, Octubre 03 del 2008.

CARRERA Santibañez, Fernando “Los agrocombustibles; mejor conocidos por biocombustibles, Octubre 04 del 2008.

Producción de biocombustibles aumenta precio de alimentos: FAO, 07 de octubre de 2008, Notimex en Roma.

ARCIVOS PDF

“La industria Alcohólica ante la apertura comercial”, Cámara de Diputados, diciembre del 2002.

“La Industria Alcohólica de México ante la Apertura Comercial”, Centro de Estudios de la Finanzas Públicas, Cámara de Diputados, 2002
AGUILAR Gómez Javier de J, “México: maíz para tortillas y maíz para etanol”, FE/UNAM

Brazilian Agroenergy Plan, 2006-2011, Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, Secretariat for Production and Agroenergy

ENRIQUEZ Poy Manuel, “Producción de etanol anhidro en ingenios azucareros”

KENNETH Kalscheur y GARCÍA Álvaro, “Co-productos del etanol para las dietas del ganado” USDA/SDSU, septiembre del 2008.

La gestión ambiental en México 2006

Potenciales y Viabilidad del uso de Bioetanol y Biodiesel para el transporte en México, SENER-BID-GTZ, México, 2007
Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (PRONAC), Sagarpa.

REYES Guzmán Gerardo, “Incremento en los precios del maíz y la tortilla en México”, Universidad Iberoamericana de Puebla, 20 de junio del 2007.

Situación Actual y Perspectivas del maíz en México 1996-2012, Sagarpa

ARCHIVOS PPT

PEREZ Valdés Daniel, “Los bioenergéticos y la sucroquímica como eje del desarrollo y cambio estructural de la agroindustria de la caña de azúcar”, UNPCA, mayo de 2008.

GOMEZ Macías Isabel, “Cosechando energía verde. Insumos para biocombustibles”, Fundación E Misión, mayo del 2008.

FAVELA Rodrigo, “Uso de etanol en gasolinas en México”, Grupo Parlamentario PRD, Cámara de Diputados, Diciembre de 2006.

ARCHIVOS PPT en PDF

ENRIQUEZ Poy Manuel, “Panorama General de la Industria Alcohólica y los Biocombustibles”, México, Octubre del 2007.

MATA Sandoval Juan C. "Eficiencia Energética y Costos Económicos de la Producción de Biocombustibles, SENER-CONAE, Mayo del 2007.

GARCIA Chávez Ramiro, "Etanol combustible a partir de caña de azúcar: posibilidades de desarrollo", Universidad Autónoma de Chapingo.

MASERA C. Omar, "Perspectivas de la bioenergía en México", tomado de la Energía Renovable como catalizador del desarrollo sustentable en México, 17 de agosto del 2007, Red Mexicana de Bioenergía.

REYES Bravo Vicente, "Caña de azúcar cadena de valor y palanca de desarrollo", Unión Local de Productores de Caña de Azúcar, UNPCA, Mayo del 2007.

MATA Sandoval Juan C. "Las energías Renovables en la Política Energética de México", SENER, Junio del 2007.

PEMEX, "Uso de etanol como oxigenante en gasolinas", mayo 07 del 2008

Foro: "Caña de azúcar: Cadena de valor y Palanca de desarrollo", Comisión Especial para La Agroindustria de la caña de azúcar de El Senado de la República, mayo de 2007.

ANEXO ESTADISTICO

Producción mundial de etanol

Producción de etanol anual por país (Millones de galones, todos los grados de etanol)			
País	2004	2005	2006
Brasil	3,989	4,227	4,491
U.S.	3,535	4,264	4,855
China	964	1,004	1,017
India	462	449	502
Francia	219	240	251
Rusia	198	198	171
Sudáfrica	110	103	102
Reino Unido	106	92	74
Arabia Saudí	79	32	52
España	79	93	122
Tailandia	74	79	93
Alemania	71	114	202
Ucrania	66	65	71
Canadá	61	61	153
Polonia	53	58	66
Indonesia	44	45	45
Argentina	42	44	45
Italia	40	40	43
Australia	33	33	39
Japón	31	30	30
Pakistán	26	24	24
Suecia	26	29	30
Filipinas	22	22	22
Corea del sur	22	17	16
Guatemala	17	17	21
Cuba	16	12	12
Ecuador	12	14	12
México	9	12	13
Nicaragua	8	7	8
Mauritania	6	3	2
Zimbabwe	6	5	7
Kenya	3	4	5
Suiza	3	3	5
Otros	338	710	270
Total	10,770	12,150	13,489

Fuente: Renewable Fuels Assosiations

Producción de alcohol etílico en México		
Ciclo 2007/2008		
Clave	Ingenio	Litros
12	Calipam	425,579.00
18	Constancia	1,709,023.20
46	La Gloria	19,750,705.00
69	Pujilític (La Fe)	8,839,667.00
81	San José de Abajo	2,026,900.00
84	San Nicolás	4,159,085.00
85	San Pedro	196,000.00
93	Tamazula	1,759,000.00
Total		38,865,959.20

Fuente: Fideicomiso de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero

#	INGENIO	GRUPO	ESTADO	MUNICIPIO
1	Aaron Saenz GARZA	SAENZ	Tamaulipas	Xicotencatl
2	Adolfo López Mateos	PIASA	Oaxaca	Tuxtepec
3	Alianza Popular	SANTOS	San Luis Potosí	Tamasopo
4	Atencingo	FEESA	Puebla	Chietla
5	Bellavista	SANTOS	Jalisco	Acatlán de Juárez
6	Calipam	GARCIA GONZALEZ	Puebla	Coxcatlán
7	Casasano	FEESA	Morelos	Cuatla
8	Central Progreso	LA MARGARITA	Veracruz	Paso del Macho
9	Cia. Ind. Azu (Cuatotolapam)	SANTOS	Veracruz	Hueyapán de Ocampo
10	Constancia	BETA SAN MIGUEL	Veracruz	Tezonapa
11	El Carmen	GARCIA GONZALEZ	Veracruz	Ixtaczoquitlán
12	El Dorado	GAM	Sinaloa	Culiacán
13	El Higo	ZUCARMEX	Veracruz	El Higo
14	El Mante	SAENZ	Tamaulipas	Cd. Mante
15	El Modelo	FEESA	Veracruz	La Antigua
16	El Molino	INDEPENDIENTE	Nayarit	Tepic
17	El Potrero	FEESA	Veracruz	Atoyac
18	El Refugio	MACHADO II	Oaxaca	Cosolapa
19	Emiliano Zapata	FEESA	Morelos	Zacatepec de Hidalgo
20	Huixtla	PORRES	Chiapas	Huixtla
21	Independencia	INDEPENDIENTE	Veracruz	Martínez de la Torre
22	José María Martínez	GAM	Jalisco	Tala
23	José María Morelos	FEESA	Jalisco	Casimiro Castillo
24	La Concepción	INDEPENDIENTE	Veracruz	Jilotepec
25	La Gloria	SERV AZU DEL TROPICO	Veracruz	Úrsulo Galván
26	La Joya	FEESA	Campeche	Champotón
27	La Margarita	LA MARGARITA	Oaxaca	Acatlán de Pérez
28	La Primavera	INDEPENDIENTE	Sinaloa	Navolato
29	La Providencia	FEESA	Veracruz	Huichapan
30	Lázaro Cardenas	GAM	Michoacán	Taretán
31	Los Mochis	AGAZUCAR	Sinaloa	Ahome
32	Mahuixtlan	ZUCARMEX	Veracruz	Coatepec
33	Melchor Ocampo	ZUCARMEX	Jalisco	Autlán de Navarro

34	Motzorongo	MACHADO II	Veracruz	Tezonapa
35	Pedernales	SANTOS	Michoacán	Tacámbaro
36	Plan de Ayala	SANTOS	San Luis Potosí	Cd. Valles
37	Plan de San Luis	FEESA	San Luis Potosí	Cd. Valles
38	Presidente Benito Juárez	GAM	Tabasco	H. Cárdenas
39	Puga	AGAZUCAR	Nayarit	Tepic
40	Pujilic	ZUCARMEX	Chiapas	Venustiano Carranza
41	Quesería	BETA SAN MIGUEL	Colima	Cuauhtémoc
42	San Cristobal	FEESA	Veracruz	Carlos A. Carrillo
43	San Francisco Ameca	BETA SAN MIGUEL	Jalisco	Ameca
44	San Francisco (Nuevo)	GARCIA GONZALEZ	Veracruz	Lerdo de Tejada
45	San Gabriel	SANTOS	Veracruz	Cosamaloapan
46	San José de Abajo	INDEPENDIENTE	Veracruz	Cuitláhuac
47	San Miguel del Naranjo	BETA SAN MIGUEL	San Luis Potosí	El Naranjo
48	San Miguelito	FEESA	Veracruz	Córdoba
49	San Nicolas	INDEPENDIENTE	Veracruz	Cuichapa
50	San Pedro	FEESA	Veracruz	Lerdo de Tejada
51	San Sebastian	PORRES	Michoacán	Los Reyes
52	San Rafael de Pucte	BETA SAN MIGUEL	Quintana Roo	Othón P. Blanco
53	Santa Clara	PORRES	Michoacán	Tocumbo
54	Santa Rosalia	FEESA	Tabasco	H. Cárdenas
55	Santo Domingo	MACHADO	Oaxaca	Santo Domingo
56	Tamazula	SAENZ	Jalisco	Tamazula
57	Tenosique (Azsuremex)	INDEPENDIENTE	Tabasco	Tenosique
58	Tres Valles	PIASA	Veracruz	Tres Valles
59	Zapoapita	LA MARGARITA	Veracruz	Pánuco

Fuente: Fideicomiso de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero

Balance Nacional de Energía: Volúmen de la producción de energía primaria según su origen 1995-2005 (Petajoules)												
PRODUCCION												
Reales- Anuales												
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total	8057.3	8808.2	9208.3	9551.0	9435.8	9703.0	9778.0	9699.4	10135.9	10390.5	10691.3	10619.0
Carbón	172.7	191.2	189.7	199.4	203.8	226.7	223.2	220.3	192.9	198.8	216.0	230.7
Hidrocarburos	7117.5	7817.7	8235.9	8592.1	8387.5	8644.7	8766.6	8719.1	9223.4	9429.7	9653.9	9553.8
Petróleo crudo	5554.1	6079.2	6463.8	6562.9	6351.5	6619.8	6811.7	6799.0	7228.5	7432.6	7573.8	7304.4
Condensados	148.7	148.4	148.3	145.9	124.9	130.7	137.7	122.0	153.2	178.3	183.7	141.1
Gas natural	1414.7	1590.1	1623.8	1883.3	1911.2	1894.2	1817.3	1798.1	1841.8	1818.8	1896.4	2108.2
Electricidad	435.4	466.7	439.8	411.6	502.2	493.5	445.7	422.3	381.6	421.8	470.0	490.4
Nucleoenergía	93.0	85.6	112.5	100.5	108.3	90.3	96.7	107.0	114.9	100.6	117.9	119.4
Hidroenergía	283.9	322.3	271.2	253.0	336.1	342.1	291.8	259.1	205.1	254.4	278.4	303.5
Geoenergía	58.5	58.7	56.1	58.1	57.8	61.0	57.1	56.2	61.7	66.7	73.6	67.0
Energía eólica	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
Biomasa	331.7	332.6	343.0	347.9	342.2	338.0	342.5	337.7	338.0	340.2	351.4	344.2

Bagazo de caña	87.9	87.2	96.0	99.3	92.0	88.0	93.0	88.6	89.4	92.1	103.8	97.0
Leña	243.8	245.4	247.0	248.6	250.2	250.0	249.5	249.0	248.6	248.1	247.7	247.2

Fuente: Sistema de Información Energética con información de SENER

UTILIZACION

Exportación de energía (Petajoules)

Reales-
Anuales

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total	3012.34	3472.90	3876.40	3942.09	3731.79	3857.59	3932.34	3884.43	4354.21	4456.11	4541.02	4428.25
Energía primaria	2769.42	3283.74	3680.59	3721.82	3396.97	3631.20	3725.67	3561.96	3989.47	4126.55	4152.95	4033.23
Carbón	0.01	0.35	0.01	0.05	1.63	0.09	0.18	0.07	0.01	0.03	0.10	0.07
Petróleo crudo	2769.40	3283.39	3680.58	3721.77	3395.34	3631.11	3725.49	3561.89	3989.11	4124.06	4149.80	4031.67
Condensados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	2.46	3.05	1.49
Energía secundaria	242.92	189.16	195.81	220.27	334.82	226.39	206.67	322.48	364.74	329.56	388.07	395.02
Coque	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.06	0.05	2.38	3.37
Coque de carbón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04	0.07
Coque de petróleo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	2.34	3.30
Gas licuado	38.23	34.45	7.87	6.20	6.10	7.58	4.28	0.52	0.42	0.34	2.43	3.02
Gasolinas	53.84	71.38	0	2	2	3	0	4	1	6	4	8
Querosenos	38.82	20.97	9.09	6.17	4.83	7.55	5.14	12.97	14.87	13.78	13.25	11.99
Diesel	35.00	33.74	21.01	17.10	18.85	9.33	19.83	16.22	5.95	16.21	1.64	5.04
Combustóleo	33.87	0.14	0.09	3.13	113.58	48.53	22.29	154.19	213.03	140.66	210.86	196.37
Productos no energéticos	28.39	10.72	14.60	23.37	7.43	13.17	9.40	6.55	1.56	6.14	3.47	4.36
Gas natural	7.75	13.12	13.30	11.79	49.42	8.66	8.72	1.63	0.00	0.00	8.85	12.12
Electricidad	7.00	4.64	1.24	0.28	0.47	0.70	0.98	1.24	3.43	3.62	4.65	4.68

Fuente: Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía

Estructura porcentual de la Producción de energía primaria según origen (Petajoules)

	1995	2000	2006		1995	2000	2006
TOTAL	8057.3	9703.0	10619.0	TOTAL	100	100	100
Carbón	172.7	226.7	230.7	Carbón	2.14	2.34	2.17
Petróleo crudo	5554.1	6619.8	7304.4	Petróleo crudo	68.93	68.22	68.79
Condensados	148.7	130.7	141.1	Condensados	1.85	1.35	1.33
Gas natural	1414.7	1894.2	2108.2	Gas natural	17.56	19.52	19.85
Nucleoenergía	93.0	90.3	119.4	Nucleoenergía	1.15	0.93	1.12
Hidroenergía	283.9	342.1	303.5	Hidroenergía	3.52	3.53	2.86
Geoenergía	58.5	61.0	67.0	Geoenergía	0.73	0.63	0.63
Energía eólica	0.1	0.1	0.5	Energía eólica	0.00	0.00	0.00
Bagazo de caña	87.9	88.0	97.0	Bagazo de caña	1.09	0.91	0.91
Leña	243.8	250.0	247.2				

			Leña	3.03	2.58	2.33
Carbón	172.7	226.7	230.7			
Hidrocarburos	7117.5	8644.7	9553.8			
Electricidad	435.4	493.5	490.4			
Biomasa	331.7	338.0	344.2			

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía

Ubicación	Caña de azúcar año agrícola cíclicos-perennes 2006 por estado					
	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
CAMPECHE	8,205.00	7,228.00	267,489.50	37.01	404.43	108,180.78
CHIAPAS	26,115.44	26,091.94	2,190,936.85	83.97	374.85	821,269.83
COLIMA	8,495.32	8,495.32	742,883.50	87.45	376.78	279,901.44
JALISCO	69,068.39	66,827.39	5,488,871.66	82.14	390.43	2,143,027.26
MICHOACAN	17,833.00	15,659.00	1,348,496.79	86.12	386.48	521,168.94
MORELOS	17,626.10	15,681.70	2,014,014.50	128.43	378.17	761,641.49
NAYARIT	29,627.95	28,714.95	1,986,802.40	69.19	393.38	781,566.78
OAXACA	56,542.00	55,699.00	3,459,762.00	62.12	387.07	1,339,184.28
PUEBLA	13,119.00	12,597.00	1,550,767.00	123.11	419.82	651,042.10
QUINTANA ROO	25,823.00	25,823.00	1,644,435.00	63.68	372.95	613,288.02
SAN LUIS POTOSI	60,599.75	53,402.25	3,235,173.00	60.58	428.28	1,385,549.55
SINALOA	33,212.00	23,617.00	2,288,781.00	96.91	352.93	807,777.99
TABASCO	28,253.00	25,771.00	1,717,523.00	66.65	358.52	615,771.56
TAMAULIPAS	58,409.00	46,929.00	3,183,051.00	67.83	302.49	962,827.30
VERACRUZ	263,934.52	250,309.64	18,941,266.97	75.67	360.56	6,829,487.32
	716,863.47	662,846.19	50,060,254.17	75.52	371.99	18,621,684.64

Fuente: Sagarpa/Infoazucar

Producción de caña de azúcar en México, 2006				
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento
	Miles de Ha		Miles de ton	Ha / Ton
Campeche	8.21	7.23	267.49	37.01
Chiapas	26.12	26.09	2190.94	83.97
Colima	8.50	8.50	742.88	87.45
Jalisco	69.07	66.83	5488.87	82.14
Michoacán	17.83	15.66	1348.50	86.12
Morelos	17.63	15.68	2014.01	128.43
Nayarit	29.63	28.71	1986.80	69.19
Oaxaca	56.54	55.70	3459.76	62.12
Puebla	13.12	12.60	1550.77	123.11

Quintana Roo	25.82	25.82	1644.44	63.68
San Luis Potosí	60.60	53.40	3235.17	60.58
Sinaloa	33.21	23.62	2288.78	96.91
Tabasco	28.25	25.77	1717.52	66.65
Tamaulipas	58.41	46.93	3183.05	67.83
Veracruz	263.93	250.31	18941.27	75.67
TOTAL	716.86	662.85	50060.25	75.52

Fuente: Sagarpa/Infoazucar

Volumen de la producción nacional de los principales cereales 1996-2006						
Año agrícola Riego + Temporal						
(Miles de toneladas)						
Año	Maíz	Trigo	Sorgo	Cebada	Arroz Palay	Avena
1996	18026.0	3375.0	6809.5	585.8	394.1	121.5
1997	17656.3	3656.6	5711.6	470.7	469.5	96.5
1998	18456.4	3235.1	6474.8	410.8	458.1	88.8
1999	17708.2	3020.9	5720.3	454.1	326.5	133.1
2000	17559.0	3493.2	5842.3	712.6	351.4	32.5
2001	20134.3	3275.5	6566.5	761.6	226.6	88.9
2002	19299.1	3236.2	5205.9	736.6	227.2	60.1
2003	20703.1	2715.8	6759.1	1081.6	273.3	94.1
2004	21689.0	2321.2	7004.4	931.5	278.5	98.9
2005	19341.1	3015.2	5524.4	760.7	291.1	127.1
2006	21962.6	3249.0	5504.3	856.6	331.6	130.3
TMAC	2.0	-0.4	-2.1	3.9	-1.7	0.7

Fuente: SAGARPA/SIAP

Maíz Grano Blanco (Riego + Temporal) 2005							
Estado	Superficie			Producción (ton)	Valor (\$)	PRM (\$/ton)	Rendimiento (Ton/Ha)
	Sembrada (Ha)	Cosechada (Ha)	Siniestrada (Ha)				
Sinaloa	530,701	479,616	51,085	4,162,502	5,456,931,301	1,302	8.741
Jalisco	522,878	484,236	38,642	2,285,009	3,214,619,049	1,407	4.719
Michoacán	486,742	449,786	36,956	1,288,972	1,866,965,213	1,448	2.866
Chiapas	715,688	680,982	34,706	1,228,506	2,211,294,224	1,800	1.804
Guerrero	486,316	477,306	9,010	1,195,169	2,818,138,589	2,358	2.504
México	523,494	461,917	61,578	1,166,299	1,952,933,725	1,674	2.525
Guanajuato	389,534	226,480	163,053	1,037,035	1,415,204,182	1,365	4.579
Veracruz	583,716	482,176	101,540	869,691	1,658,732,311	1,907	1.804
Puebla	540,945	398,153	142,792	768,802	1,234,792,585	1,606	1.931
Oaxaca	576,665	485,277	91,388	601,228	1,486,974,332	2,473	1.239
Hidalgo	237,613	220,120	17,493	553,722	955,787,623	1,726	2.516
Tamaulipas	164,421	142,085	22,336	431,631	603,354,557	1,398	3.038
Campeche	146,249	137,739	8,510	351,847	502,083,972	1,427	2.554
Durango	175,662	92,027	83,636	254,961	382,032,826	1,498	2.771
Chihuahua	158,540	63,936	94,604	203,834	281,545,506	1,381	3.188

Querétaro	106,729	66,906	39,823	202,051	275,723,489	1,365	3.020
Zacatecas	256,358	132,556	123,803	200,401	370,072,039	1,847	1.512
Tlaxcala	117,963	117,811	152	189,863	271,493,624	1,430	1.612
San Luis Potosí	236,466	176,867	59,599	169,720	282,342,001	1,664	0.960
Nayarit	50,301	47,385	2,916	121,783	181,335,449	1,489	2.570
Sonora	25,837	20,457	5,380	119,533	177,781,809	1,487	5.843
Yucatán	171,550	95,709	75,841	102,733	175,323,753	1,707	1.073
Tabasco	82,985	66,447	16,538	102,161	177,161,750	1,734	1.537
Morelos	29,762	29,755	7	84,419	179,371,077	2,125	2.837
Nuevo León	66,726	65,957	770	71,147	107,373,240	1,509	1.079
Aguascalientes	45,502	23,586	21,916	41,394	71,076,490	1,717	1.755
Colima	11,568	11,568	0	37,521	64,701,212	1,724	3.244
Quintana Roo	64,272	45,506	18,766	36,381	79,768,700	2,193	0.799
Baja California Sur	4,547	4,340	207	28,122	44,322,190	1,576	6.480
Coahuila	29,898	21,596	8,303	18,368	36,172,175	1,969	0.851
Distrito Federal	6,121	5,762	359	5,937	13,418,929	2,260	1.030
Baja California	731	553	178	540	1,025,317	1,900	0.976
Total Nacional	7,546,477	6,214,594	1,331,884	17,961,284	28,549,853,054	1,590	2.890

Fuente: SAGARPA/SIAP

Maíz Grano Amarillo (Riego + Temporal) 2005							
Estado	Superficie			Producción	Valor	PRM	Rendimiento
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
	(Ha)	(Ha)	(Ha)				
	(ton)	(\\$)	(\$/ton)	(Ton/Ha)			
Chihuahua	81,023	62,888	18,135	467,645	559,334,507	1,196	7.436
Jalisco	88,601	78,784	9,817	335,001	489,395,604	1,461	4.252
Tamaulipas	57,729	57,469	260	279,235	365,764,062	1,310	4.859
Chiapas	125,881	120,232	5,649	174,327	325,700,534	1,868	1.450
Michoacán	8,241	7,781	461	20,724	25,714,688	1,241	2.663
Veracruz	14,248	14,248	0	19,153	39,017,000	2,037	1.344
México	5,257	4,700	557	10,867	19,150,629	1,762	2.312
Hidalgo	6,422	6,422	0	7,769	10,211,240	1,314	1.210
Puebla	3,135	3,135	0	6,245	14,971,425	2,397	1.992
Yucatán	9,727	6,532	3,195	5,879	8,427,000	1,434	0.900
Nayarit	1,817	1,817	0	2,896	4,022,500	1,389	1.594
Sinaloa	39	39	0	343	446,160	1,300	8.800
Coahuila	329	29	301	44	91,590	2,070	1.553
Total Nacional	402,449	364,075	38,373	1,330,128	1,862,246,938	1,400	3.653

Fuente: SAGARPA/SIAP

Costos de producción de la caña de azúcar y del maíz Zafra 04-05			
Tipo de costo	Caña		Maíz
	\$/ton		
	Temporal	Riego	
C. de Producción	103.47	92.39	1283*
C. de Cosecha y Acarreo	133	118.35	
C. Total LAB Batey del Ingenio	236.47	210.74	
Precio al agricultor	392	425.25	1450**

*Incluye: preparacion de tierras, cosecha, flete, fertilizante, semilla, insecticida, cuotas

de agua, aseguramiento, intereses credito avío, otros.
 ** Ingreso Objetivo del agricultor: 1450 + 400 (subsidio federal) = 1850.

Fuente: SENER-BID-GTZ

Rendimiento de la caña de azúcar y del maíz			
	Rendimiento ton / ha	Relación B/C	Rendimiento x peso invertido
Caña			
Temporal	61	1.66	3.79
Riego	111.5	2.018	4.6
Maíz			
	10	1.44	1.59
Rendimiento esperado (etanol)			
		Lt / ton	Costo x litro de etanol
Caña			\$ / Lt
Jugo de caña (guarapo)		80	
	Temporal		2.96
	Riego		2.63
Caña integral (esquilmo)		138	
	Temporal		1.71
	Riego		1.53
Maíz			
Maíz (molienda vía seca)		400	1.96

Fuente: SENER-BID-GTZ

PRECIPITACIÓN PLUVIAL POR ENTIDAD FEDERATIVA							
De 2006 a mayo de 2008							
(Milímetros)							
ENTIDAD FEDERATIVA	ANUAL			2008			
	2006	2007	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Total ^a	808.2	812.2	21.2	13.2	7.9	19.7	39.5
Aguascalientes	655.3	582.1	0.0	3.1	0.0	13.2	19.6
Baja California	110.6	105.3	64.1	35.3	0.8	0.0	0.7
Baja California Sur	310.0	166.8	2.7	0.2	0.0	0.0	0.0
Campeche	1 533.4	1 307.1	25.2	66.3	28.7	54.8	126.5
Coahuila de Zaragoza	320.4	533.7	5.6	0.1	6.5	15.5	70.8
Colima	1 103.0	1 029.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
Chiapas	2 354.3	2 302.7	69.9	50.6	33.3	90.8	203.2
Chihuahua	607.1	496.4	20.2	1.4	2.6	0.3	11.5
Distrito Federal	882.6	866.6	0.1	2.9	3.1	39.4	42.6

Durango	582.0	429.8	0.3	1.2	0.1	2.1	9.0
Guanajuato	779.8	798.8	0.6	2.5	0.2	3.8	19.7
Guerrero	1 294.7	1 193.3	0.0	0.0	0.1	11.2	15.4
Hidalgo	695.0	891.1	13.3	5.5	15.9	41.6	52.6
Jalisco	891.5	836.6	0.0	0.8	0.1	5.0	7.3
México	719.0	876.2	0.2	1.1	1.9	32.1	25.9
Michoacán de Ocampo	890.0	823.9	0.2	0.8	0.0	11.2	11.7
Morelos	887.1	773.5	0.0	0.4	0.0	13.9	40.7
Nayarit	1 001.9	1 055.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1
Nuevo León	614.3	698.6	29.4	5.2	7.5	30.9	53.6
Oaxaca	1 270.3	1 155.3	28.2	5.1	8.0	23.2	70.3
Puebla	1 221.7	1 410.1	35.8	17.9	12.7	82.0	63.6
Querétaro	590.1	639.2	0.0	6.3	1.4	3.4	23.3
Quintana Roo	1 131.8	1 093.4	62.5	28.0	46.1	17.4	91.9
San Luis Potosí	720.1	1 222.7	10.7	10.8	5.7	32.2	55.0
Sinaloa	731.7	638.7	0.3	1.0	1.6	0.0	0.1
Sonora	358.9	444.6	11.0	3.5	0.4	0.0	0.8
Tabasco	2 676.2	2 554.1	259.7	115.8	63.9	146.3	150.2
Tamaulipas	670.3	1 002.3	22.0	22.9	3.3	50.6	50.2
Tlaxcala	875.9	677.3	0.4	4.7	3.2	30.6	54.0
Veracruz de Ignacio de la Llave	1 654.2	1 502.7	50.2	31.6	17.9	48.2	72.8
Yucatán	891.2	991.5	29.9	87.1	45.9	24.0	44.3
Zacatecas	455.4	416.4	0.0	4.0	0.7	7.1	10.6

FUENTE: SEMARNAT. Comisión Nacional del Agua (smn.cna.gob.mx/productos/map-lluv/tabla.gif).

Estimaciones de costos de producción de etanol por producto							
Dólares por galón							
Estados Unidos						Brasil	EU
Costos según cultivo	Maíz molienda en húmedo	Maíz molienda en seco	Sacaro sa	Melaz as	Remolac ha	Caña de azúcar	Remolac ha
Costo de Produccion	0.4	0.53	1.48	1.58	0.91	0.3	0.97
Costo de Procesamiento	0.63	0.52	0.77	0.77	0.36	0.51	1.92
Costo total	1.03	1.05	2.35	2.35	1.27	0.81	2.89

Fuente: The economic feasibility of ethanol production from sugar in the United States, pag 26. July 2006

EMISIONES DE CO₂ POR FUENTE, 2006

Emisiones Agrícolas		Emisiones por Transporte	
Miles de Toneladas		Millones de Toneladas	
		EU	1809
China	116652	China	371
EU	53318	Japón	245
India	18447	Rusia	227
Brasil	15167	Canadá	160
Rusia	14325	Alemania	154
Irán	11237	Brasil	141

Argentina	9745	México	140
Turquía	9693	Francia	131
Canadá	8102	Reino Unido	131
México	7823	Italia	120
Francia	7329	España	112
Indonesia	6834	Irán	107
España	6563	India	101
Australia	6510	Corea del Sur	86
Ucrania	4568	Arabia Saudí	81
Sudáfrica	3673	Australia	78
Kazajistán	2629	Indonesia	72
Resto del mundo	3408	Tailandia	53

Fuente: La National Geographic en Español, "Energía a futuro", edición especial

EMISIONES DE CO₂ POR LOS HOGARES				
Kilogramos per cápita, 2006				
PAIS				
Kuwait	más de 6000	continua de abajo		
Bahréin		Kazajistán		
Emiratos Árabes U.	más de 5000	Mongolia		
Estonia	más de 3000	Francia		
Estados Unidos		Trinidad y Tobago		
Australia		Macedonia		
Qatar		Nueva Zelanda		
Luxemburgo		Eslovaquia		
Arabia Saudí		Sudáfrica		
Dinamarca		más de 2000	Brunéi	
Rusia			España	
República Checa	Rumania			
Irlanda	Argelia			
Serbia	Líbano			
Omán	Croacia			
Polonia	Singapur			
Reino Unido	Siria			
Alemania	Jordania			
Bélgica	Moldova			
Israel	Cuba			
Grecia	Portugal			
Finlandia	Argentina			
Canadá	Letonia			

Chipre		Turquía		
Bielorrusia		Lituania		
Irán		República Dominicana		
Malta		Malasia		
Ucrania		México	menos de 1000	
Libia		China		
Países Bajos		Jamaica		
Antillas Holandesas		Suecia		
Austria		Venezuela		
Hungría		Egipto		
Suiza		Ecuador		
Taiwán		Túnez		
Azerbaiyán		Turkmenistán		
Japón		Chile		
Eslovenia		Tailandia		
Corea del Sur	más de 1000	Uruguay		
Bosnia y Hezergovina		Irak		
Uzbekistán		Gabón		
Italia		Marruecos		
Bulgaria		50 países mas		menos de 500

Fuente: La National Geographic en Español, "Energía a futuro", edición especial

EMISIONES DE CO2 POR LA INDUSTRIA			
Millones de toneladas, 2006			
PAIS			
China	1766	Sudáfrica	48
EU	633	Pakistán	42
Japón	292	Malsia	39
India	284	Venezuela	39
Rusia	222	Polonia	39
Resto de Europa	134	Egipto	38
Alemania	118	Kasajistán	37
Canadá	99	Países Bajos	37
Brasil	98	Bélgica	35
Indonesia	96	Vietnam	28
Corea del Sur	95	Emiratos Árabes U.	28
Ucrania	94	Argentina	27
Italia	79	República Checa	23
Arabia saudí	79	Usbekistán	21
Irán	76	Rumania	21
Francia	72	Irak	19
Reino Unido	64	Chile	19

España	63	Colombia	18
Tailandia	63	Resto de Norteamérica	17
Taiwán	63	Trinidad y Tobago	16
Turquía	63	Resto de Asia	15
México	60	Austria	15
Resto de África	50	Resto de Sudamérica	14
Corea del Norte	48	Nueva Zelanda	5
Australia	48		

Fuente: La National Geographic en Español, “Energía a futuro”, edición especial