

Resumen Ejecutivo

Los diferentes temas abordados dentro de este estudio, se consideraron con el objeto de tener una idea clara de la situación del transporte en México y muy particularmente del Distrito Federal; para conocer la necesidad existente de disponibilidad de combustibles para este sector y la factibilidad de producción de biodiesel, para sustitución del diesel del petróleo que se consume en la actualidad por los vehículos de transporte.

México ocupa el tercer lugar en cuanto a cantidad de población en el continente americano, después de Estados Unidos y Brasil, así como el décimo tercero a nivel mundial; pero ocupa el primer lugar en cuanto a contener a la Ciudad de México que ha presentado el mayor crecimiento en los últimos cincuenta y cinco años, habiéndose triplicado en este lapso de tiempo; con la consecuente expansión de su territorio hacia los estados vecinos. Por lo que el 23 de enero de 2006 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, la Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), por los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, para hacer posible el establecimiento de mecanismos e instrumentos de administración y gestión conjunta.

De los 4,979 km² que abarca la ZMVM, la mayor parte de sus habitantes se concentra en 1,793 km², teniendo una densidad de población de 3,584 hab/km², pero en el área urbana continua es de 9,649 hab/km², hecho que es relevante para explicar el grado de movilidad de las personas, por lo que se pretendió abordar de manera muy general, la situación de la Ciudad de México con relación a su demografía y sistemas de transporte.

Si a la acelerada expansión poblacional, se agrega que debido al crecimiento de la actividad económica y administrativa, se incrementa continuamente la población itinerante, del orden de más de 4 millones de personas, que se trasladan diariamente a la Ciudad de México a trabajar o realizar diversos tipos de actividades y a utilizar los servicios públicos; se puede tener una idea del grado de congestionamiento que presenta en forma cotidiana; estimándose que su velocidad de expansión no disminuirá, aún cuando cambie la tendencia de su demografía; representando grandes retos para el suministro de los servicios públicos, desarrollo de infraestructura y de enfrentamiento de diversos fenómenos sociales como los relacionados con la seguridad y calidad de vida de la población.

Existen diferencias importantes en la calidad de los servicios de transporte público a lo largo de la ZMVM, lo que entre otros aspectos relevantes causa disconformidad por la dificultad para tener acceso a empleos e inversiones.

Llegándose a la conclusión de que mientras no se realice una planeación con base en el establecimiento de un límite de crecimiento sostenible de la ZMVM, se continuará avanzando en función de ir resolviendo los asuntos que se presentan como urgentes, impidiendo su desarrollo con prosperidad. Volviéndose apremiante planear medidas inteligentes y realizar inversiones cuantiosas para poder llegar a satisfacer a futuro, la gran demanda de movilidad, evitando llegar a una situación crítica que pudiera paralizar su desarrollo.

En el Distrito Federal, el padrón vehicular es de 2'804,317 vehículos (2005); de los que el 92.5% está integrado por automóviles particulares; los vehículos de transporte público colectivo, junto con el transporte de carga constituyen el 3.7%, cuyo funcionamiento es a base de diesel del petróleo. Los vehículos que utilizan este combustible crecieron de 2003 a 2005 en una proporción de tan solo 4%, con relación a los automóviles que son accionados con gasolina y que en ese periodo tuvieron un crecimiento del 96%.

El sistema de transporte público de la Ciudad se conforma por el Sistema de Transporte Colectivo Metro, Sistema de Transportes Eléctricos, Red de Transporte Público y Autobuses Articulados GDF/Metrobús; así como el concesionado a particulares (microbuses y taxis); Contando en el 2007 con un total de 1,436 vehículos de transporte público colectivo que consumen diesel, constituidos por la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) y el Metrobús.

Concientes de la necesidad de renovar el parque vehicular e incrementar el transporte público, en el 2007 el Gobierno del Distrito Federal emprendió un programa para introducir el sistema del Metrobús, con autobuses de última generación que brindan un mejor servicio, comodidad y menor generación de contaminantes, principalmente en cuanto a partículas e hidrocarburos; por lo que de continuar con esta estrategia para el transporte público, se prevé un incremento en el consumo del diesel.

Un porcentaje importante de los productos refinados del petróleo se utilizan en el transporte y se espera que su uso continúe predominando por algunas décadas, ya que aún no se ha encontrado un sustituto, en cantidades y costos competitivos con los combustibles fósiles; aunque se percibe una tendencia a que se presenten cambios tecnológicos importantes con relación a los motores.

El diesel constituye un destilado intermedio del petróleo, junto con la tubosina, cuyo mayor consumo se da en Norteamérica, Europa y Asia Pacífico, representando el 36% del consumo mundial de petrolíferos; con un crecimiento de 2.3% en promedio anual.

Se pronostica que el combustible dominante en la región europea será el diesel, a diferencia de Estados Unidos; hasta el 2030 en la mayoría de estos países se mantendrán impuestos menores sobre el mismo, con respecto a la gasolina, promoviendo a mediano plazo el cambio en los consumidores hacia el diesel.

Para los países fuera de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE), el crecimiento de automóviles particulares y mayor desarrollo de los servicios terrestres para el transporte foráneo, son factores que inciden significativamente en el aumento de la demanda energética. Se requiere diesel de ultra bajo azufre para fines de control de emisiones contaminantes en los países que integran esta Organización y particularmente en Estados Unidos y Europa.

En México el sector transporte representa el de mayor consumo de energía, sin que se espere su disminución, debido a que las políticas y estrategias que se han seguido por los gobiernos en esta materia lo favorecen. El diesel presenta un volumen total de ventas de 345 miles de barriles/día (25.9%) con un mayor consumo por el autotransporte terrestre; quedando después de la gasolina que mantiene el predominio con 70.6% de las ventas.

A pesar de ser México un país productor de petróleo, la falta de crecimiento de la capacidad de refinación en la misma proporción en que se eleva la demanda de combustibles, ha provocado la necesidad de importar cada vez mayores cantidades, para satisfacer los requerimientos de gasolinas y diesel; teniéndose en la actualidad una importación del 42% de gasolina y del 11.7% de diesel, respecto de lo que se consume.

Aunque en la Ciudad de México se incorpora un gran número de vehículos cada año, el incremento en el consumo de combustibles no es tan significativo, atribuyéndose a que la mejora en las tecnologías han llevado a tener altas eficiencias. El diesel ocupa el segundo lugar en las

ventas de combustibles, con una proporción del 18% (26,000 barriles/día), cantidad cuatro veces menor que la de las gasolinas.

Debido a que el costo de la refinación del diesel es menor que el de la gasolina, se mantiene su precio por debajo. No se han tenido grandes variaciones a lo largo del tiempo, pero se tiene programado reducir su contenido de azufre en forma paulatina en su producción, para enero del 2009; con lo que se podrá suministrar diesel de ultra bajo azufre (15 ppm) a los vehículos nuevos en las zonas metropolitanas; permitiendo cumplir con la normatividad ambiental, al lograr el adecuado funcionamiento de los convertidores catalíticos que desde su fabricación ya se adaptan a los vehículos a diesel; aunque se prevé que los precios se incrementarán en mayores proporciones a las registradas históricamente.

Conforme a información del Gobierno del Distrito Federal, se estima que en la primera y segunda etapas del Metrobús, se contará con un total de 128 autobuses articulados que realizarán un recorrido promedio de 280 kilómetros diarios, que en términos de energía tendrán un consumo de 944,608 MJ/día.

Para poder conocer las ventajas y desventajas de producción de Biodiesel en la Ciudad de México, se proporciona información en este documento, acerca de sus propiedades físicas y químicas; así como de los impactos sociales y ambientales, relacionados con su elaboración y consumo; efectuando comparaciones con el diesel del petróleo. Asimismo, se da una explicación amplia acerca de las tendencias a nivel internacional sobre el consumo de diesel del petróleo y de su sustitución con biodiesel.

El “Biodiesel” es un producto similar al diesel del petróleo que se deriva de biomasa, constituyendo un biocombustible renovable. Las materias primas que se utilizan son aceites vegetales y grasas animales, que deben pasarse por un proceso de transesterificación para obtener ésteres alquílicos de los ácidos grasos correspondientes; con el objeto de que sean aptos para utilizarse como combustibles para el transporte, cumpliendo con normas de calidad.

Las propiedades del “Biodiesel y del Diesel del petróleo” no presentan grandes diferencias; aunque el biodiesel tiene como principal ventaja, que es biodegradable en el ambiente, es menos tóxico y no contiene compuestos aromáticos, ni azufre; con lo que las emisiones contaminantes durante su combustión son menores. No obstante, tiene un poder calorífico menor que el diesel del petróleo, con una pérdida de del 5% en potencia; presenta mayor viscosidad y densidad, con posibles problemas de fluidez en climas fríos; además de que debe utilizarse rápidamente debido a que los ácidos grasos no saturados son inestables.

El “Biodiesel se utiliza por sí solo (B100) o mezclándolo con el diesel del petróleo en concentraciones que normalmente son desde 1% (como aditivo) hasta de un 20% (B20).

El Biodiesel B100 se ha empleado principalmente para usos especiales dentro del transporte público (autobuses escolares y vehículos de los servicios públicos), así como en vehículos marítimos, debido a que cualquier derrame es menos contaminante que cuando se trata de diesel del petróleo. Limitándose principalmente a flotillas que cuentan con sus propias estaciones de carga, aunque ya se puede encontrar en algunos lugares en estaciones de servicio que lo ofrecen a la población en general, haciéndose más popular.

A pesar de su uso más generalizado en el transporte, tiene un gran potencial en procesos industriales para la producción de calor y pequeñas plantas de generación de energía eléctrica.

Una aplicación muy extendida y que debería ser evaluada en primera instancia ante cualquier proyecto de introducción de biodiesel, es la maquinaria agrícola; puesto que se tendrían costos menores al utilizarse cerca de los sitios de su producción, sin tenerse que transportar a grandes distancias.

A pesar de estas oportunidades de mercado, las cantidades que pueden producirse de biodiesel, derivadas de materias primas agrícolas o residuales son limitadas; con pocas posibilidades de sustituir al diesel del petróleo; por lo que las estrategias predominantes son las de mezclarlo con este último, para proporcionarle mejores propiedades de combustión y de lubricidad.

Quienes utilizan el biodiesel han mencionado varias razones que lo hacen conveniente para el transporte, como son: los costos elevados y posible agotamiento del petróleo; la elevada dependencia a los combustibles fósiles; el ya evidente fenómeno del cambio climático; la apreciable contaminación de acuíferos y la necesidad de mejorar la muchas veces deplorable situación de pobreza en las zonas rurales. Sin embargo, con el paso del tiempo, se ha comenzado a demostrar que los beneficios esperados en todos estos rubros no han sido lo esperado y que por el contrario, se han presentado varios efectos ambientales y sociales negativos que han cuestionado su introducción al mercado internacional.

Uno de los efectos más preocupantes es la devastación de selvas y bosques, originando una menor captura de bióxido de carbono, contribuyendo al calentamiento global, así como la pérdida de biodiversidad animal y vegetal; por la sustitución de estos ecosistemas por plantíos de las oleaginosas aptas para la producción del biodiesel. Se ha observado un mayor consumo de agua en regiones que tienen poca disponibilidad y la elevación del precio de los alimentos, con la consecuente hambruna de los países más pobres. Además, las grandes empresas internacionales han desplazado a los pequeños productores del campo.

Se dice que lo más conveniente es realizar las plantaciones en suelos deteriorados para lograr su restauración, pero no ha sido así, debido a que implica un costo mayor para las empresas y se utilizan los suelos fértiles que antes se ocupaban en la producción de alimentos, por tener la venta del biodiesel un mayor valor agregado; con el agravante de que comúnmente se otorgan subsidios para promover su producción y consumo.

En países europeos se ha solicitado a los gobiernos, establecer medidas para que la obligatoriedad de mezclar biocarburantes con los combustibles fósiles sea sustentable y económicamente viable; así como propiciar la investigación para la utilización de materias primas residuales, como es el caso de aceites comestibles usados para la producción de biodiesel.

Debido a la forma desordenada o descontrolada en que se está dando el desarrollo de los biocombustibles, podría ser un error pensar en que constituirán la era de la energía verde. Por lo que si no se establecen políticas específicas dirigidas a la protección de espacios amenazados, se garantiza un uso socialmente aceptable de la tierra y se desarrolla la bioenergía de una forma sostenible, “el daño social y al ambiente puede llegar a superar los beneficios”.

Existe una gran excitación en la producción de biocombustibles en todo el mundo; el biodiesel ya se produce a nivel internacional de escalas pequeñas a mayores; siendo Alemania el país líder. En el año 2006 se tuvo una capacidad de producción aproximada de 6,818 millones de litros; en donde Alemania participó con cerca del 45%. En Estados Unidos se consumieron alrededor de 946 millones de litros, acercándose con rapidez a Alemania; convirtiéndose ambos países en los mayores mercados del mundo. Para Europa el consumo de biodiesel representa

cerca del 2% del diesel del petróleo que necesita; mientras que para Estados Unidos el biodiesel utilizado, representa menos del 1% de todo el que consume.

Los países miembros de la Unión Europea no cuentan con suficientes tierras para el suministro local de las materias primas, ya que el suelo que es improductivo, lo es más por su mala calidad que por razones económicas (como podría ser el caso de los países en desarrollo); además de que las condiciones climáticas de algunos países no son favorables para el cultivo de las oleaginosas; de manera que se requiere de la importación de grandes cantidades de aceites vegetales para cumplir con la meta establecida en la legislación europea.

Países como Malasia, Indonesia y Tailandia, se han convertido en los proveedores de aceites vegetales para la producción de biodiesel en Europa; en donde se han causado graves daños a la ecología; teniéndose que establecer medidas que controlan la expansión de la producción agrícola hacia zonas de selvas y bosques, por los daños que ya se observan y que son de gran preocupación mundial, debido a que se contribuye al incremento del calentamiento global.

En México se han realizado algunos intentos de producción de biodiesel a pequeña escala, aunque la competencia con los precios del diesel del petróleo, ha ocasionado problemas en su comercialización y se observa un mayor potencial en empresas como Sabritas, que pretende la utilización de aceite residual de las papas fritas, para producir biodiesel para la flota vehicular de la misma empresa.

Las materias primas que más se utilizan en el mundo para la producción de biodiesel son las semillas oleaginosas y un alcohol que puede ser el metanol, o etanol; dando el nombre al producto obtenido, dependiendo del tipo de planta utilizada, de esta forma, si proviene de la semilla de canola, el producto se denomina comercialmente “Éster Metílico de Canola”. Las oleaginosas más utilizadas son la soya, canola, girasol y la palma; aunque dentro del estudio, se efectúa una amplia explicación acerca de los diferentes tipos y de sus propiedades físicas y químicas, que las hacen aptas para la producción de biodiesel.

La elaboración de biodiesel con aceites y grasas residuales por sí solos o mezclándolos, es más barata que con otras materias primas; sin embargo, la capacidad de producción es limitada y requiere infraestructura para reciclaje, por lo que parece ser que su aplicación es en áreas restringidas.

Debe tenerse una recolección a precios razonables y en el caso del sebo animal, se tendría que competir con la industria jabonera, debido a que son los mayores consumidores.

La calidad de estas materias primas también es importante, ya que por haber tenido usos diversos, los lotes presentan características muy heterogéneas con relación a su grado de saturación, así como de contenido de ácidos grasos libres y sólidos; por lo que se hace necesario determinar la formulación previamente a la producción de biodiesel de cada lote, con la posible elevación de los costos.

Las grasas o sebos animales son saturados, por lo que son sólidos y el biodiesel que se produzca con ellos solidificará más fácilmente a temperaturas bajas que con los aceites vegetales que no son saturados. En general las materias primas con un bajo contenido de ácidos grasos libres son los más fáciles de procesar, proporcionando mejores resultados. No se deben utilizar aceites secantes, debido a que polimerizan formando una especie de plástico duro. Los aceites semisecantes como el de soya y girasol son propicios a la oxidación y polimerización, aunque no

tan rápido como los aceites secantes. A las temperaturas de los motores de combustión interna, se acelera este proceso y el motor puede engomarse rápidamente con el aceite polimerizado.

Si se dispone de un cierto tipo de aceite vegetal o si se requiere de efectuar mezclas de diferentes tipos; es necesario previamente hacer pruebas de los aceites, para determinar su grado de saturación, mediante el índice de yodo; ya que entre mayor sea éste, será más insaturado el aceite y su potencial para polimerizar también será mayor. La mayoría de los aceites pueden causar problemas en los motores si se utilizan tal cual como combustibles, por lo que es necesario el proceso de transesterificación, que es bastante complejo, si se produce con la calidad que establecen las normas internacionales actuales, para asegurar el adecuado funcionamiento y durabilidad de los vehículos que lo consumirán.

En este estudio se hace una descripción detallada de los procesos que involucra la producción de biodiesel, indicando los balances de masa en cada operación y los subproductos obtenidos, de los que el más importante es la glicerina y de cuya venta dependerá la factibilidad de que los costos de producción sean competitivos con el diesel del petróleo. Por lo que antes de iniciar cualquier proyecto de producción de biodiesel, se requiere de asegurar la recuperación y venta de la glicerina que se obtiene; aunque se encontró que su mercado está en la actualidad bastante saturado, principalmente por la oferta que hace de este producto la industria jabonera.

Debe efectuarse una adecuada selección de los aceites vegetales a utilizar para elaborar biodiesel, en función del clima.

Dentro del estudio, se realizó una pequeña encuesta para poder tener una idea de la posible cantidad de generación de aceites comestibles usados en la Ciudad de México; encontrándose que debido a la gran cantidad de establecimientos de preparación y venta de alimentos con que cuenta, se podría obtener una cantidad bastante significativa; pero dado el tamaño de esta metrópoli, a las grandes distancias que sería necesario recorrer y al nivel de congestionamiento que comúnmente se presenta, se dificultaría su recolección a costos razonables; lo más conveniente sería contar con varios centros de acopio distribuidos en toda la ciudad; o de otra manera, que su recolección se realice en una región limitada; asimismo se recomienda su utilización para una flotilla específica de vehículos del transporte colectivo, como podría ser el Metrobús, que requiere de un diesel de ultra bajo azufre para su buen funcionamiento, mezclándolo en una concentración del 5% con el diesel del petróleo.

Se hizo un análisis de las actividades agrícolas y de la disponibilidad de suelo en el Distrito Federal para conocer la factibilidad de producir plantas oleaginosas como materia prima para el biodiesel; encontrándose que aún se cuenta con zonas rurales (Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco y Tláhuac) con actividad agrícola (23% de su territorio); en donde la avena forrajera constituye la mayor producción; con características que pudieran hacerla apta para producción de biodiesel y con una mayor eficiencia para la de etanol. Sin embargo, es menester tener cuidado en que no se desvíe su uso para éste propósito, debido a que el beneficio que se podría obtener en cuanto a la obtención de un biocombustible, podría ser menor a los efectos negativos que se podrían ocasionar tanto, ecológicos como sociales. Recomendándose promover y elevar los tipos de cultivos que se han realizado en forma tradicional; ya que contribuían a cubrir parte de las necesidades de alimentos de la población de menores ingresos y que se han ido suplantando por otros productos que proporcionan un mayor ingreso, pero que no son tan necesarios como los que se venían cultivando y que formaban parte de la cultura de la región.

Debe tomarse en cuenta que las actividades agrícolas requieren de grandes volúmenes de agua, con un 76 % de uso para fines agropecuarios a nivel mundial; alrededor de 1,200 millones de

personas (20%) viven en regiones en donde se ha llegado al límite del uso sustentable del agua; según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el año 2005, cerca de 3,000 millones de personas viven en zonas de estrés hídrico.

En México el uso del agua (2006) para fines agropecuarios también representó una proporción del 76% del total extraído, proviniendo principalmente de fuentes superficiales, en contraste con la que se destina al abastecimiento público que proviene en mayor proporción de fuentes subterráneas.

La infraestructura hidráulica en el Distrito Federal es de las más complejas, en donde la sobreexplotación del acuífero ha provocado un abatimiento promedio del nivel estático del orden de 0.5 a 2.0 m al año, con hundimientos que alcanzan hasta 40 cm/año. El mal aprovechamiento de sus recursos acuíferos lo han llevado a ser la región con la disponibilidad hidrológica más baja del País (no rebasa los 230 m³/persona año).

En la región de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, se tiene una concesión del 6.24% del total nacional y el sector agropecuario de esta misma región tiene el 3%.

El 9% de las actividades agrícolas en el Distrito Federal son de riego; requiriéndose de grandes cantidades de agua para lograr una mayor productividad, mientras que constituye la entidad con mayor concentración urbana del país y que se encuentra en condiciones graves para poder mantener el suministro de agua necesario para sus habitantes. Haciendo prioritario tener un control de la extensión de la zona urbana y mantener los terrenos de cultivo actuales, para contar con una barrera de amortiguamiento hacia las zonas de conservación que son de primordial importancia para la sustentabilidad de esta megalópolis.

Se tiene una estimación de que para producir un kilo de avena forrajera, se requieren de 635 litros de agua, aunque para un kilo de girasol se requerirían 11,687 litros de agua; con lo que se puede tener una idea de los requerimientos de agua para la producción de las materias primas para el biodiesel.

Debe establecerse un programa que comprometa a la población campesina que son dueños o que están cerca del suelo de conservación no agropecuario, a que cuiden los ecosistemas naturales; impidiendo la tala de bosques o la expansión del suelo agropecuario; mediante estímulos económicos por la captura, distribución o uso propio del agua en esta zona.

De esta forma, también se limitaría el crecimiento de la mancha urbana, que va eliminando vegetación natural, suplantándola por la construcción de viviendas y pavimento; que impiden la infiltración o aprovechamiento del agua, tan necesaria para cubrir las necesidades de la megalópolis actual.

Debe mantenerse el equilibrio del espacio y equipamiento físico urbano, con un uso eficiente de los recursos naturales, sin propiciar la población urbana y la elevada densidad de población; con el objeto de favorecer una ruralización sustentable, en donde se contemple el rescate ecológico a través de la reforestación rural-urbana.

El agua es por lo tanto, un factor limitante para el crecimiento de la agricultura con fines de producción de biocombustibles, en donde es indispensable llevar a cabo una administración eficiente de la misma, aprovechándola al máximo posible, junto con la procuración de su adecuada y justa distribución.

En cuanto a los beneficios ambientales que se obtienen por la producción de biodiesel, en sustitución del diesel del petróleo; en el capítulo XII se mencionan las emisiones contaminantes que se producen por los vehículos automotores que operan con diesel del petróleo y se presenta una comparación con las emisiones que se generan al utilizar biodiesel; en donde se demuestra que sí se pueden tener reducciones apreciables, principalmente con relación a los hidrocarburos aromáticos a los que se les atribuyen propiedades cancerígenas, así como de los óxidos de azufre. Teniéndose la ventaja de que al tenerse un contenido casi nulo de azufre en el biodiesel, se pueden utilizar los vehículos con convertidores catalíticos de última generación; aunque también se estima que al seguir mejorando la calidad de diesel del petróleo y ofertando uno de ultra bajo azufre, estas ventajas con relación al biodiesel se ven disminuidas.

El surgimiento del cambio climático es un asunto crítico en que se confrontan por un lado la necesidad de energía y por otro, la protección al ambiente; advirtiéndose por muchos científicos que los gases de invernadero generados por la quema de combustibles fósiles ponen en riesgo al planeta; por otra parte se enfatiza que la segunda fuente de emisiones de gases de efecto de invernadero, se debe a la deforestación.

En estudios serios y muy completos que se han realizado, relacionados con el ciclo de vida de los biocombustibles (del pozo a las llantas), se encontró que en algunos casos, las emisiones de los gases de efecto de invernadero de los biocombustibles, pueden ser iguales o mayores que las emisiones netas de gases de efecto de invernadero por la utilización de diesel del petróleo, si se considera el ciclo completo de los combustibles; pero que se pueden reducir estas emisiones a casi cero, si se toman en cuenta ciertas combinaciones en las materias primas para la producción de biodiesel, tal como el uso de grasas y aceites residuales o de materias agrícolas que pudieran ser también residuales.

Para tener un valor neto de cero con relación al secuestro y liberación de CO₂ de la combustión del biodiesel; los cultivos de las materias primas deben ser en sitios que no estuvieron ocupados anteriormente por vegetación natural y aún de otros tipos de cultivos que ya existían en la región; considerando las plantaciones en suelos nuevos que no han sido ocupados, que están deteriorados o con vegetación escasa y de poco valor. Asimismo, se deberán evaluar las cantidades de gases de efecto de invernadero por las prácticas agrícolas (fertilización, quemas, barbecho, etc.); por los consumos de combustibles, incluyendo la energía eléctrica en las actividades agrícolas, de transporte y de producción; para que éstos no sean mayores en términos de energía, que la energía que se tendría disponible por el mismo biodiesel obtenido.

Conforme se tienen estudios más exactos de la cantidad de bióxido de carbono que se puede reducir, que dependen ampliamente de las prácticas agrícolas y procesos de producción locales, se puede encontrar que las reducciones son menores a lo esperado.

En el presente estudio, se mencionan otros impactos ambientales que se pueden ocasionar por la producción de biodiesel y la legislación que se ha establecido, tanto para su promoción, como para su control.

Por último, se efectuó un análisis económico sobre la producción de biodiesel, en función del tamaño de las plantas y de los costos de las materias primas utilizadas. De donde se encontró que la escala de producción tiene un impacto significativo en el costo, razón por la que en algunas partes se han cerrado en periodos de precios elevados en las materias primas, que presentan una tendencia a seguir creciendo, teniéndose ya señales palpables de un posible desabasto de los granos en general a nivel internacional, que amenaza una crisis alimentaria en países en desarrollo y con una alta dependencia en el suministro de los mismos. Tan solo con la

utilización de aceites comestibles residuales para la elaboración de biodiesel, se podrían reducir sus costos, a partir de exigencias legales de recolección; pero esto es solo posible en plantas de una escala menor. También se tendría que realizar su venta en lugares cercanos a su producción, para impedir la elevación del costo por su transporte.

Sin embargo, deben considerarse los costos de su mezclado.

Pueden obtenerse recursos por la reducción de CO₂ mediante el Mecanismo de Desarrollo Limpio; pero el monto dependerá del análisis que se haga con relación al ciclo de vida completo del biodiesel.

Se hace notar que para tener costos competitivos, se debe considerar el ingreso por la venta de subproductos; con la desventaja de que debido a la creciente oferta de glicerina en los mercados, ésta llega a tener precios muy bajos o se tiene que regalar.

Los precios de producción de biodiesel, varían mucho de región a región; pero en general son superiores a los del diesel del petróleo, por lo que únicamente con un programa de subsidios e incentivos fiscales para las empresas productoras y para su venta, son en la actualidad competitivos. La menor recaudación fiscal, muchas veces se compensa con el incremento en los impuestos relativos a los combustibles fósiles. Los impuestos tendrían que modificarse periódicamente para ajustar los cambios en la demanda de cada combustible; pero a menudo es difícil para los legisladores efectuar modificaciones a las tasas de impuestos de manera frecuente.

La mayor restricción para el uso de biocombustibles en las refinerías, como mejoradores de las propiedades de los combustibles fósiles es su precio de compra.

No obstante, los proveedores de biocombustibles tienen pequeños incentivos para realizar una inversión cuantiosa en las instalaciones, dentro de un mercado comúnmente incierto. Aún cuando los gobiernos establecen incentivos para combustibles que generan la demanda de los mismos. Los inversionistas serán cautelosos por si cambian dichas disposiciones en cualquier momento; sobre todo, si se continúan teniendo evidencias de que los biocombustibles son una de las causas principales de desabasto de alimentos a nivel internacional; a menos que se comiencen a utilizar materias primas biológicas de tipo residual.