

# Análisis de la cadena de suministros de los biocombustibles líquidos

30 de mayo de 2016

## Resumen Ejecutivo

Por razones políticas, económicas, ambientales, de seguridad energética y para mitigar el cambio climático se ha promovido en Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea la sustitución de combustibles de origen fósil por combustibles obtenidos a partir de la biomasa, denominados biocombustibles.

Los biocombustibles se pueden clasificar en tres generaciones, dependiendo del origen de la biomasa a utilizar para su producción. Los biocombustibles de primera generación (1G) son aquellos que se obtienen a partir de cultivos alimenticios, como caña de azúcar, maíz, o aceites vegetales; los biocombustibles de segunda generación (2G) son los obtenidos de residuos que no se utilizan para la alimentación, como residuos agrícolas o forestales, aceites vegetales o grasas animales entre otros, también se consideran combustibles de segunda generación los cultivos de tierras marginales, ya que no compiten con la producción de alimentos; y los biocombustibles de tercera generación (3G) son vegetales no alimenticios de crecimiento rápido y con un alto contenido energético (cultivos energéticos), además de mínimo aporte de insumos agrícolas, como son las algas especializadas, pasto varilla o pasto perenne.

Sin embargo, en muchos casos la producción de estos biocombustibles se ha dado en forma poco sustentable, y se ha afectado a la producción de alimentos. Los beneficios ambientales suelen ser escasos o nulos y los económicos dudosos o inexistentes. El grado de sustentabilidad de la producción de biocombustibles sólo se puede evaluar a nivel local, pues cada caso depende de las características del entorno.

La política de promoción de los biocombustibles en México ha sido motivo de controversia. Diversos estudios señalan que el país cuenta con el potencial para hacer uso de biomasa residual, la cual puede ser materia prima para la producción de biocombustibles de segunda generación, pero la política pública actual se ha basado en la promoción de los biocombustibles de primera generación.

Para determinar si un proyecto de producción de etanol anhidro es viable es necesario identificar su sustentabilidad real, considerando todas las etapas involucradas para su producción. La reducción de gases de efecto invernadero, un índice de rendimiento energético mayor a uno, que implica que se obtiene del biocombustible más energía de la que se usa para producirlo, y que sea viable económicamente, son los mínimos requisitos que debe cumplir un biocombustible para que sea realmente sustentable.

Por lo tanto, es deseable conocer cuáles son los aspectos que permitirían que la industria de producción y comercialización de biocombustibles líquidos para el transporte en México finalmente despegue, tomando en cuenta la tecnología actualmente disponible, el potencial de disponibilidad de biomasa y sus posibles impactos ambientales y consumo energético. Si la producción de biocombustibles en México no se ajusta a principios de desarrollo sustentable se puede llegar a tener daños serios al medio ambiente y a la balanza energética. Toda acción que se lleve a cabo debe ser viable técnicamente, pero también ambiental y energéticamente, además de ser conveniente socialmente.

Este estudio es un análisis de posibles escenarios para la producción de etanol y biodiesel en México y ha permitido tener una visión de los impactos en huella de carbono y eficiencia energética que implican su implementación. Ante la problemática del cambio climático, la metodología de análisis de ciclo de vida puede ser una herramienta para la toma de decisiones en la selección de la producción de biocombustibles

sustentables.

El presente estudio corresponde al análisis de la cadena de suministro de los biocombustibles líquidos a partir de estudios de caso. En la primera parte se realizó un diagnóstico de la experiencia internacional sobre el estado del arte de los procesos tecnológicos y materias primas para la obtención de biocombustibles, así como un análisis de precios y costos, y de las políticas de promoción tanto internacionales como nacionales.

En la segunda parte, como base para los estudios de caso, se realizó un análisis del potencial de aprovechamiento de los principales residuos lignocelulósicos que pueden ser utilizados para la producción de biocombustibles, así como la selección de los estudios de caso.

Por último se estimó la huella de carbono y el índice de retorno energético (IRE) para los estudios de caso seleccionados. La metodología empleada para la huella de carbono es por medio de análisis de ciclo de vida y para la estimación del índice de retorno energético se empleó la metodología incluida en la norma mexicana de certificación de sustentabilidad de biocombustibles líquidos.

Del análisis de la disponibilidad del aprovechamiento de residuos lignocelulósicos, los cinco principales residuos seleccionados son: residuos del cultivo de maíz, residuos de la producción de azúcar (bagazo y melazas), residuos del cultivo de caña de azúcar, residuos del cultivo de trigo y residuos del cultivo de sorgo.

El presente análisis está compuesto por tres estudios de caso para la producción de etanol con sus respectivos escenarios de mejora, y un estudio de caso para la producción de biodiesel. Estos estudios fueron seleccionados de acuerdo a la situación actual del país y el diagnóstico realizado en la primera parte.

Derivado de la última licitación de PEMEX, para la producción y distribución de etanol anhidro se analizaron a las distintas empresas ganadoras considerando la disponibilidad, concentración y accesibilidad de la biomasa, seleccionando una empresa ubicada en Veracruz debido a que la zona registra alta producción de caña de azúcar y un desarrollo en la producción de etanol de primera generación.

Los casos de estudio seleccionados son:

1. Producción de etanol anhidro a partir de melazas de caña de azúcar, localizada en el estado de Veracruz
2. Producción de etanol anhidro a partir de jugo de caña de azúcar, localizada en Veracruz
3. Producción de etanol anhidro de segunda generación a partir de rastrojos de caña de azúcar, localizada en el estado de Veracruz
4. Producción de biodiesel a partir de aceites vegetal usado, localizado en el estado de Quintana Roo

### Huella de carbono

La huella de carbono es una medida que ayuda a valorar el impacto ambiental de calentamiento global por medio de la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero, en términos de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ). Con la finalidad de contar una medida para valorar el impacto ambiental por la introducción de los biocombustibles en México, se estimó la huella de carbono de cuatro estudios de caso bajo la perspectiva de análisis de ciclo de vida.

Los resultados indican que, en el caso de estudio de etanol anhidro a partir de melazas de caña de azúcar, como se está proponiendo actualmente obtener el etanol en México, implicaría un aumento del 3% en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero con respecto a las emisiones por la combustión de gasolina. Buscando opciones para poder reducir este impacto se propone que se utilice el rastrojo de caña cercano a las

instalaciones, bajo una logística de transporte adecuada y sin afectaciones al suelo, para su uso como combustible alternativo en calderas de biomasa, con lo que se logra reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un 52%. El estudio de caso que tiene el mayor beneficio en reducción de emisiones es la obtención de etanol de segunda generación, usando como materia prima bagazo de caña de azúcar, lo que se traduce en una reducción del 90% en la huella de carbono con respecto a la gasolina.

### Balance energético

El índice de retorno energético es la relación numérica entre la energía contenida en el biocombustible y la energía consumida para su producción durante todo su ciclo de vida. El resultado de este índice debe ser mayor a uno para considerarlo energéticamente aceptable. En los estudios de caso aquí analizados el etanol de melazas es el único que dio menor a uno, el caso de etanol de segunda generación de bagazo de caña es el de mayor rendimiento energético, siempre y cuando esté acompañado de un sistema de cogeneración y con excedentes de electricidad.

Figura 1: Resumen Mitigación de emisiones de GEI contra el combustible fósil

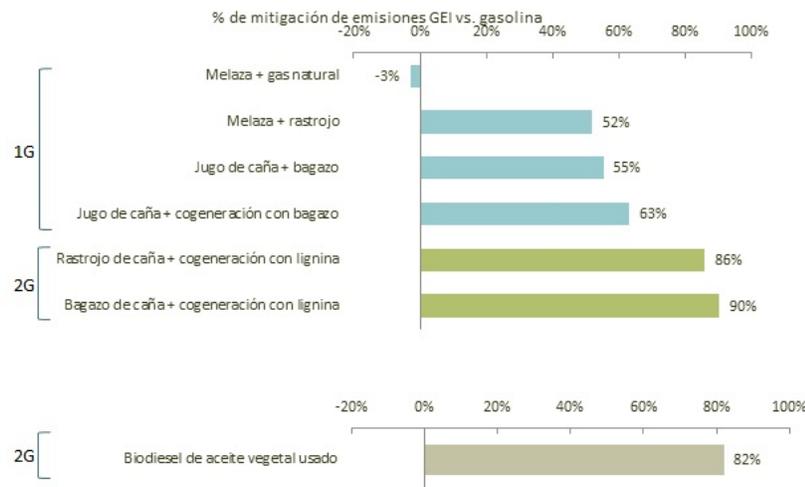
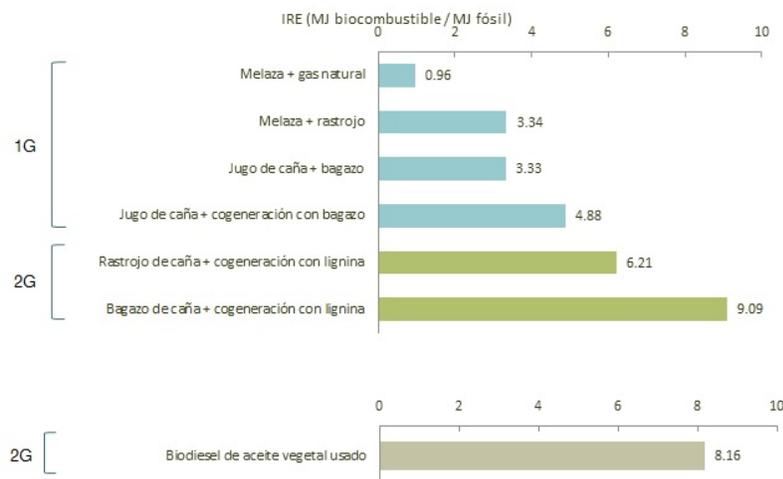


Figura 2: Resumen Índice de rendimiento energético



En conclusión, de los cuatro estudios de caso analizados, el biocombustible que no contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero y que además no es eficiente energéticamente, es el etanol obtenido de melazas de la caña de azúcar. Si consideramos que en lugar de utilizar gas natural para la generación de vapor, como se hará en la planta ganadora de la licitación de PEMEX, se aprovechan los residuos agrícolas cercanos se tienen una ganancia energética y una reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo una mejor opción para la sustitución de gasolina.

El estudio de caso con la mayor reducción de emisiones y una ganancia energética significativa es el etanol de segunda generación obtenido del bagazo de caña de azúcar, en el cual además de producir combustible, se obtiene energía térmica y eléctrica que autoabastece a la producción y cuenta con excedentes para subir a la red eléctrica, lo que la hace la opción más sustentable.

De manera general, los resultados indican que mientras exista consumos de combustibles fósiles y de energía eléctrica de la red de suministro para la producción de los biocombustibles, no se podrá llegar a tener una reducción importante en las emisiones de GEI ni una ganancia energética significativa. Sin embargo, existe un alto potencial de aprovechamiento en la utilización de la biomasa para la generación de calor y electricidad. Cabe mencionar que es importante implementar la cogeneración al proceso para lograr reducciones significativas en la emisión de gases de efecto invernadero.

Aunque la política actual y los apoyos gubernamentales en México sigan enfocándose en la producción de biocombustibles de primera generación, es importante que se impulse y se dé apoyo a la generación de biocombustibles de segunda generación. Estos biocombustibles son los que realmente contribuyen a la reducción de emisiones de GEI, así como a una tasa de retorno energético positiva, siempre y cuando sea acompañada de cogeneración de electricidad.

El éxito eventual de los proyectos de biocombustibles depende mucho de las condiciones locales, de fluctuaciones en los precios de las materias primas, de la oferta limitada de la materia prima, de la modernización de la actividad productiva en campo (tecnificación, mecanización, etc.), de la logística de suministro, entre otras.

La política de promoción de biocombustibles en México debe establecer criterios obligatorios de sustentabilidad y no solo una norma voluntaria como es actualmente. También debe impulsar la mejora en los procesos de producción de biocombustibles elevando el umbral de reducción de emisiones en instalaciones nuevas, impulsar una mayor penetración de los biocombustibles avanzados y no considerar ningún tipo de subsidio para los biocombustibles que no demuestren una reducción significativa de las emisiones de GEI o que se produzcan a partir de cultivos de alimentos o alimento para ganado. Se deben buscar alianzas estratégicas con las empresas productoras de enzimas y desarrolladoras de biotecnología, con grandes corporaciones energéticas y con líderes de experiencia mundial como Brasil.

El analizar y ser consciente de los problemas que puede generar una producción no sustentable de biocombustibles no significa que México no es capaz de llevar a cabo la producción de biocombustibles, existen los conocimientos, la tecnología y la materia prima necesaria, lo importante es hacerlo de una forma eficiente y sin afectaciones ambientales.

La postura del Centro Mario Molina sigue siendo la misma, usando bien los biocombustibles estos pueden realmente contribuir a resolver problemas globales y locales en México, además el país puede jugar un papel de liderazgo demostrando el uso responsable y rentable de sus recursos y su energía.

En este país para que efectivamente el uso de biocombustibles sea benéfico para la sociedad y para el medio ambiente, es necesario garantizar que:

- Contribuya al bienestar económico regional y nacional
- No impacte indebidamente a la calidad del aire, el agua, y el suelo

- Reduzca realmente la emisión neta de gases de efecto invernadero
- No requiera de cuantiosos subsidios
- No compita con la producción de alimentos o afecte negativamente sus mercados
- No afecte a la biodiversidad ni contribuya a la deforestación
- No conlleve el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas que dañen a los ecosistemas
- No degrade o agote recursos naturales esenciales como el agua y los suelos fértiles

Agradecemos la aportación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para la realización de este proyecto.

