

# Biocarburante



La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es utilizada en Brasil como principal insumo para producir bioetanol.

## Energías renovables



### Biocarburante

Biomasa

Energía geotérmica

Energía hidroeléctrica

Energía solar

Energía mareomotriz

Energía eólica

Un **biocarburante** o **biocombustible** es una mezcla de sustancias orgánicas que se utiliza como combustible en los motores de combustión interna. Deriva de la biomasa, materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Para muchos autores,<sup>1</sup> lo correcto para referirse a este tipo de combustibles es hablar de agrocombustibles, el prefijo "bio-" se utiliza en toda la UE para referirse a los productos agrícolas en cuya producción no intervienen productos de síntesis. La palabra biocombustible, por lo tanto, se presta a confusión y dota al término de unas connotaciones positivas de las que carece.

Para la obtención de los biocarburantes se pueden utilizar especies de uso agrícola tales como el maíz o la mandioca, ricas en carbohidratos, o plantas oleaginosas como la soja, girasol y palmeras. También se pueden emplear especies forestales como el eucalipto y los pinos.

Al utilizar estos materiales se reduce considerablemente el dióxido de carbono que es enviado a la atmósfera terrestre ya que estos materiales lo van absorbiendo a medida que se van desarrollando, mientras que emiten una cantidad similar que los carburantes convencionales en el momento de la combustión.

En Europa, Argentina y Estados Unidos ha surgido diversa normativa que exige a los proveedores mezclar biocombustibles hasta un nivel determinado. Generalmente los biocombustibles se mezclan con otros combustibles en cantidades que varían del 5 al 10%.

Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón.

Los biocarburos más usados y desarrollados son el bioetanol y el biodiésel.

- El bioetanol, también llamado *etanol de biomasa*, por fermentación alcohólica de azúcares de diversas plantas como la caña de azúcar, remolacha o cereales. En 2006, Estados Unidos fue el principal productor de bioetanol (36% de la producción mundial), Brasil representa el 33,3%, China el 7,5%, la India el 3,7%, Francia el 1,9% y Alemania el 1,5%. La producción total de 2006 alcanzó 55 mil millones de litros.<sup>2</sup>
- El biodiésel, se fabrica a partir de aceites vegetales, que pueden ser ya usados o sin usar.<sup>3</sup> En este último caso se suele usar colza, canola, soja o jatrofa, los cuales son cultivados para este propósito. El principal productor de biodiésel en el mundo es Alemania, que concentra el 63% de la producción. Le sigue Francia con el 17%, Estados Unidos con el 10%, Italia con el 7% y Austria con el 3%.

Otras alternativas, como el biopropanol o el biobutanol, son menos populares, pero no pierde importancia la investigación en estas áreas debido al alto precio de los combustibles fósiles y su eventual término.

## Generaciones de Biocombustibles

### Biocombustibles de primera generación

Son los provenientes o hechos por medio de azúcar, almidón o aceite vegetal, que están contenidos en infinidad de materias como lo son: el jugo de la caña de azúcar, granos de maíz, jugo de remolacha o betabel, aceite de semilla de girasol, de soja, de palma, de ricino, de semilla de algodón, de coco, de maní o cacahuete, entre otros. También se emplean como insumos a las grasas animales, grasas y aceites de desecho provenientes de la cocción y elaboración de alimentos.

Estos tipos de biocombustibles son producidos empleando tecnología convencional como la fermentación (para azúcares y carbohidratos), transesterificación (para los aceites y grasas), y la digestión anaerobia (para los desperdicios orgánicos).

Entre estos están:

#### Bioalcoholes

Son alcoholes producidos biológicamente por la acción de microorganismos y enzimas a través de la fermentación de azúcares o almidones (más fácil), o celulosa (que es más difícil). El biobutanol (también llamada biogasolina) es declarado como un remplazo directo de la gasolina, ya que éste puede ser usado directamente en un motor de gasolina (en una manera similar al biodiésel con los motores de diésel). El combustible de etanol es el biocombustible más común mundialmente, particularmente en Brasil. Mientras que los menos comunes son el propanol y butanol.



Obtención de biocombustible a partir de la madera.

Los combustibles de alcohol son producidos por fermentación de azúcares derivados por el trigo, maíz, betabel, caña, melaza y cualquier azúcar o almidón por las cuales las bebidas alcohólicas pueden ser hechas (como la patata y los desechos frutales, etc.) Los métodos de producción de etanol utilizados son la digestión enzimática (para liberación de azúcares de almidón almacenado), fermentación de azúcares, destilación y secado. El proceso de destilación requiere de proporcionar una gran cantidad de energía.

El etanol puede ser usado en motores de petróleo en reemplazo de la gasolina, también puede ser mezclado con gasolina en cualquier porcentaje. Muchos de los motores de carros existentes (que usan petróleo) pueden trabajar y entrar en marcha con combinaciones de más de 15% de bioetanol con petróleo/gasolina. El etanol tiene una densidad energética menor al de la gasolina; esto significa que toma más combustible (volumen y masa) para producir la misma cantidad de trabajo. Una ventaja del etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) es que tiene mayor valor de octano que la gasolina libre de etanol disponible en las estaciones de gas en carretera, lo que permite un aumento en el índice de compresión del motor para incrementar la eficiencia térmica. En lugares de gran altitud (donde el aire es ligero), algunos estados exigen una mezcla de gasolina y etanol como un oxidante invierno que reduce las emisiones de contaminantes atmosféricos. El etanol, a su vez, es también usado como combustible de chimeneas de bioetanol.

En desventaja, el etanol seco tiene rudamente un tercio de energía por unidad de volumen menos comparado a la gasolina. Con los actuales grandes, insostenibles y no escalables subsidios, el combustible de etanol cuesta más por distancia viajada que los actuales y altos precios de gasolina en los Estados Unidos.

El metanol es actualmente producido del gas natural, un combustible fósil no renovable. Pero a su vez pueden ser producidos por la biomasa del bioetanol. La economía del metanol es una alternativa a la del hidrógeno, comparada a la actual producción de hidrógeno por gas natural.

El butanol ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ) es generado por la fermentación ABE (acetona, butanol, etanol) y modificaciones experimentales del proceso muestran un gran potencial de energía neta ganada con butanol como el único producto líquido. Éste produciría más energía y supuestamente puede ser quemado “directamente” en motores de gasolina existente (sin tener que modificar el motor o el carro), y es menos corrosivo y soluble en agua que el etanol. A su vez puede ser distribuido a través de las actuales infraestructuras. DuPont y BP están trabajando juntos para ayudar a desarrollar el butanol. Las trazas de E. Coli han tenido también una ingeniería exitosa para producir butanol al interceptar los aminoácidos de sus metabolismos.

## **Biodiésel**

Es el biocombustible más común en Europa. Éste es un biocombustible líquido compuesto de alquil-ésteres de alcoholes de cadena corta como el etanol y metanol, con ácidos grasos de cadena larga obtenidos a partir de biomasa renovable: aceites vegetales, grasas animales o aceite de microalgas.<sup>4</sup> Sus principales materias primas incluyen aceites vegetales como: soya, jatropha, semilla de colza, mahua, mostaza, lino, girasol, aceite de palma, cáñamo, algas, entre otras. El biodiésel puro (B100) es el combustible diésel de menor emisión.

El biodiésel puede ser usado en cualquier motor de diésel cuando es mezclado con diésel mineral. En algunos países, las compañías manufactureras construyen sus motores de diésel bajo la garantía de que puedan utilizar el B100. En muchos países Europeos, un 5% de la mezcla de biodiésel es ampliamente usada y está disponible en miles de estaciones de gas. Además, éste es un combustible oxigenado, es decir, que éste contiene una cantidad reducida de carbono y un contenido alto de hidrógeno y oxígeno más que el diésel fósil. Esto mejora la combustión del biodiésel y reduce las partículas de emisión del carbono no quemado.

También el biodiésel es seguro de manejar y transportar, ya que es tan biodegradable como el azúcar, un décimo de tóxico como la sal de mesa, y posee un punto de inflamación del alrededor de 148 °C (300 °F) en comparación con el petróleo a base de diésel, el cual contiene un punto de inflamación de 125 °C (52 °C).

En Estados Unidos, más del 80% de los camiones comerciales y autobuses de la ciudad funcionan con diésel. El emergente mercado de biodiésel en Estados Unidos estima que tendrá un crecimiento del 200% del 2004 al 2005. "Para finales del 2006, había un estimado que la producción de biodiésel crecería cuatro veces más (a partir del 2004) a más de 1 billón de galones (3, 800, 000 m3)."

### **Diésel Verde**

Éste es producido a través del "hydrocraking" biológico de materias primas de aceite, como lo son los aceites vegetales y las grasas animales. "Hydrocraking" es un método de refinería que usa elevadas temperaturas y presiones en presencia de un catalizador para romper grandes moléculas, como las encontradas en aceites vegetales, en pequeñas cadenas hidrocarbonadas usadas en los motores de diésel. El diésel verde posee las mismas propiedades químicas que el petróleo basado en diésel y además no requiere de nuevos motores, oleoductos o infraestructura para ser distribuido y usado. Aunque todavía no ha sido producido a costos competitivos contra el petróleo, las versiones de gasolina están todavía en desarrollo. A su vez el diésel verde está siendo desarrollado en Louisiana y Singapore por ConocoPhillips, Neste Oil, Balero, Dynamic Fuels, y Honeywell UOP.

### **Gasolina de biocombustible**

En el 2013, investigadores de Reino Unido desarrollaron una cepa genéticamente modificada de la *Escherichia coli* la cual puede transformar glucosa en gasolina de biocombustible que no necesita ser mezclada. Luego en el 2013, investigadores de UCLA diseñaron un nuevo camino metabólico para evitar la glucólisis e incrementar el índice de conversión de azúcar en biocombustible. Se cree que un futuro va ser posible modificar los genes para obtener gasolina de paja o estiércol de animal.

### **Bioéteres**

Estos son componentes de alto costo pero efectividad que actúan como potenciadores de octano. También mejoran el rendimiento del motor, al tiempo que reduce significativamente el desgaste del motor y las exhaustas emisiones de tóxicos. Reduciendo en gran medida la cantidad de ozono en la atmósfera, contribuyen así a la mejora de la calidad del aire.

### **Biogás**

Éste se obtiene del metano por el proceso de digestión anaeróbica de materia orgánica por anaerobios. Puede ser también obtenido de desechos biodegradables o por el uso de cosechas energéticas en digestivos anaeróbicos para suplir a los campos de gas. El producto sólido, "digestato" ("digestate" en inglés), puede ser usado tanto como biocombustible como fertilizantes. El biogás puede ser recuperado a través de un sistema de procesamiento de desechos (un tratamiento biológico-mecánico). Los granjeros puede producir biogás del estiércol de su ganado a través de digestivos anaeróbicos.

### **Syngas**

Éste es una mezcla de monóxido de carbono, hidrógeno y otros hidrocarburos, producido por la combustión parcial de la biomasa, es decir, una combustión con una cantidad de oxígeno que no es suficiente para convertir la biomasa completamente en dióxido de carbono y agua. Antes de la combustión parcial, la biomasa es secada, y a veces polarizada. La mezcla de gas resultante, syngas, es más eficiente que la combustión directa de biocombustible original; la mayoría de la energía contenida en este combustible es extraída. -El Syngas puede ser quemado directamente en un motor de combustión interna, turbinas o en celdas de combustible de altas temperaturas. -Puede ser usado para producir metanol, DME, hidrógeno, y sustituto de diésel (a través del proceso Fischer-

Tropsch). A su vez puede ser usado en una mezcla de alcoholes que puede ser mezclado en gasolina.

## **Biocombustibles de segunda generación (avanzados)**

Estos son producidos por materia prima sostenible. La materia sostenible es definida, entre muchas, por la disponibilidad de ésta y su impacto en las emisiones de efecto invernadero y en la biodiversidad y uso del suelo. Sus insumos son cultivos energéticos, es decir, vegetales no alimenticios de crecimiento rápido y con una alta densidad y cantidad energética almacenada en sus componentes químicos. Muchos de los biocombustibles de segunda generación están aún en desarrollo, como lo son el etanol de celulosa, el combustible de Algas, el biohidrógeno, el biometanol, DMF, BioDME, diésel del proceso Fischer-Tropsch, el diésel de biohidrógeno, mezclas de alcohol, diésel de madera, entre otros.

La producción de etanol de celulosa usa cultivos o desechos de productos no comestibles. Además no desvía alimentos de la cadena alimentaria animal o humana. La Lignocelulosa es una estructura material "boscosa" de las plantas. Esta materia es abundante y diversa, y en algunos casos (como cáscaras de cítricos o aserrín) es en sí misma un problema significativo para su eliminación.

La producción de etanol por celulosa es un problema técnico de gran dificultad por resolver. En la naturaleza, la materia prima rumiante (como lo es el ganado) come pasto y después usan procesos digestivos enzimáticos lentos para romper dentro de la glucosa. En los laboratorios de etanol por celulosa, varios procesos de experimentación están siendo desarrollados para hacer el mismo proceso, y así las azúcares liberadas puedan ser fermentadas para realizar combustible de etanol. El uso de altas temperaturas ha sido identificado como un importante factor para incrementar la viabilidad económica global de la industria de los biocombustibles y la identificación de enzimas que sean estables y puedan ser utilizadas con eficiencia a temperaturas extremas es un área activa de investigación.

El reciente descubrimiento del hongo *Glocladium roseum* apunta hacia la producción del tan llamado myco-diésel de celulosa. Estos organismos (recientemente descubiertos en los bosques tropicales del norte de la Patagonia) tienen la capacidad única de convertir la celulosa en hidrocarburos de longitud media típicamente encontrados en el combustible de diésel. Los científicos también trabajan en el diseño experimental de la recombinación genética del DNA de ciertos organismos que pueda incrementar su potencial como biocombustibles. Científicos que trabajan con la compañía Nueva Zelandesa Lanzatech han desarrollado una tecnología para usar los gases industriales, como lo es el monóxido de carbono, como materia prima para producir etanol a través de un proceso de fermentación microbiano. En octubre 2011, Virgin Atlantic anunció que se unía con Lanzatech para encargarse de una planta de demostración en Shanghai que produciría un combustible de aviación a partir de los gases residuales de la producción de acero.

## **Investigaciones Actuales**

---

La investigación está en curso para encontrar cultivos para biocombustibles más aptos e incrementar las cosechas de aceites de estos cultivos. Usando las cosechas actuales, una cantidad vasta de tierra y agua fresca va ser necesitada para producir suficiente aceite para reemplazar completamente el uso de combustibles fósiles. Esto requeriría el doble de superficie terrestre de los Estados Unidos que se dedicará a la producción de granos de soya, o 2/3 que se dedicará a la producción de colza, para así satisfacer y alcanzar las actuales necesidades de calefacción y transporte de los Estados Unidos.

Una variedad de especies de mostaza especiales pueden producir grandes cosechas de aceite y son muy útiles para la rotación de cultivos con cereales. Además tienen el beneficio agregado que la harina, dejada después de que el aceite fue extraído, puede actuar como un pesticida efectivo y biodegradable.

La NFESC, con “Santa Barbara-based Biodiesel Industries”, está trabajando para desarrollar tecnología de biocombustibles para las fuerzas navales y militares de Estados Unidos, unas de las consumidoras más largas de diésel en el mundo. Por otra parte, un grupo de desarrolladores españoles, que están trabajando para la compañía llamada Ecofasa, anunció un nuevo biocombustible hecho de basura. Éste es creado por los desechos y basura urbana que es tratada por una bacteria para producir ácidos grasos, que pueden ser usados para producir biocombustibles.

## **Biocombustibles de etanol**

Al ser la principal fuente de biocombustibles en Norteamérica, muchas organizaciones están conduciendo investigaciones en el área de la producción de etanol. El Centro de Investigación Nacional de Maíz a Etanol (*National Corn-to-Ethanol Research Center*) es una división de investigación de la Universidad de Edwardsville del Sureste de Illinois dedicada solamente a los proyectos de investigación de biocombustibles basados en etanol. En el Nivel Federal, la USDA conduce una gran cantidad de investigaciones sobre la producción de etanol en Estados Unidos. Muchas de estas investigaciones tienen como propósito los efectos del etanol en la producción de los mercados de comida doméstica. Una división del departamento de Energía de los Estados Unidos, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, también lleva cabo varios proyectos de investigación sobre el etanol, principalmente en el área del etanol producido de celulosa.

De acuerdo a una investigación realizada por la revista Nature Climate Change y financiada por el Gobierno de los Estados Unidos, se determinó que los biocombustibles que se obtienen a partir de los restos de las cosechas de maíz resultan más perjudiciales, en términos de calentamiento global, a corto plazo, que la gasolina convencional: emiten a la atmósfera un 7 % más de gases de efecto invernadero durante el proceso de retirada de los tallos, las hojas y las mazorcas y su posterior transformación en combustible, en lugar de permitir que estos desechos restauren el suelo con carbono.<sup>5</sup>

## **Biocombustibles de alga**

Desde 1978 a 1996, la NREL de EE.UU. experimentó con las algas como una fuente de biocombustibles en el programa “Aquatic Species Program” (Programa De Especies Acuáticas). Un artículo escrito y publicado por Michael Briggs, en la UNH Grupo de Biocombustibles, ofrece estimados para el reemplazo realista de todos los combustibles vehiculares al usar algas que tienen un contenido de aceite mayor al 50%, el cuál Briggs sugiere puede crecer en estanques de algas de plantas de tratamiento de agua. El alga rica en aceite puede ser extraída entonces de ese sistema y procesada en biocombustibles, con los residuos secos de ésta siendo reprocesados más tarde para crear etanol. La producción de algas para cosechar aceite para biocombustibles todavía no se ha llevado a escala comercial. Pero además de su alto rendimiento proyectado, el algacultura – a diferencia de los biocombustibles basados en cultivos- no implica una disminución en la producción de alimentos, ya que no requiere ni tierras ni agua fresca. Muchas compañías y empresas están investigando los bioreactores de algas para varios propósitos, incluyendo escalar la producción de sus biocombustibles a escalas comerciales. El profesor Rodrio E. Teixeira de la Universidad de Alabama en Hunstville demostró la extracción de lípidos biocombustibles de las algas mojadas usando una simple y económica reacción en líquidos iónicos. Por otra parte, en el 2012, el Dr. Jonathan Trent, un científico del departamento de nanotecnología de la NASA, dirige el proyecto OMEGA (Offshore Membrane Enclosure for Growing Algae), el cuál es una tecnología de algas, las cuales ayudadas por la energía solar y dióxido de carbono de la atmósfera, podrán comer y convertir los desechos de aguas residuales de ciudades costeras y depositadas en los mares, en aceites que pueden ser convertidos en combustibles.

Dentro de esta área se encuentran las microalgas: microorganismos unicelulares polifiléticos, de metabolismo autótrofo o heterótrofo, y la mayoría de las veces suelen ser eucariontes.<sup>6</sup> El uso de microalgas como materia prima para la producción de



biocombustible presenta un sinnúmero de ventajas, entre las que destacan: reducción de gases de efecto invernadero hasta el 70-90% con respecto al diésel convencional,<sup>7</sup> sus tasas de crecimiento son altas y los tiempos de generación son cortos, su requerimiento de tierra es mínimo comparado con otros sistemas de cultivo, tienen un alto contenido de lípidos y ácidos grasos, y pueden utilizar las aguas residuales como fuente de nutrientes.<sup>8</sup> Asimismo, contienen ácidos grasos como componentes de su membrana, productos de almacenamiento, metabolitos y fuentes de energía; de hecho, algunas especies pueden acumular entre 20-80% (peso seco) de triglicéridos.<sup>9</sup>

## **Jatropha**

Varios grupos de diversos sectores están llevando a cabo investigaciones sobre la *Jatropha curcas*, un arbusto venenoso tipo árbol que produce semillas consideradas por muchos como una fuente viable de materia prima de aceite para biocombustibles. Gran parte de esta investigación se centra en mejorar el rendimiento de cosecha de aceite por hectárea global de *Jatropha* a través de avances en la genética, ciencia del suelo y prácticas hortícolas.

SG Biofuels, un desarrollador de San Diego de *Jatropha*, ha usado el mejoramiento molecular y biotecnología para producir semillas híbridas de élite que muestran mejoras significativas de rendimiento sobre las cepas de la primera generación. A la vez, mencionan beneficios adicionales han surgido en dichas cepas, incluyendo la mejora de floración sincronizada, una resistencia mayor a las plagas y enfermedades, y un incremento en su tolerancia al clima frío.

Plant Research International, un departamento de la Universidad y centro de Investigación Wageningen en Holanda, mantiene en curso el Proyecto de Evaluación de la *Jatropha* que examina la viabilidad a larga escala del cultivo de *Jatropha* a través de los experimentos de campo y ciudad. El Centro de Energía Sustentable de Agricultura (CfSEF) es una organización de investigación sin fines de lucro de Los Ángeles se dedica a la investigación de la *jatropha* en las áreas de planta de ciencia, agronomía y horticultura. Exploraciones exitosas de estas disciplinas proyectan que aumente el rendimiento de la producción agrícola de *jatropha* en un 200- 300% en los próximos 10 años.

## **Hongos**

Un grupo en la Academia Rusa de Ciencias en Moscú, en un papel del 2008, declaró que ellos habían aislado grandes cantidades de lípidos provenientes de hongos unicelulares y los habían convertido en biocombustibles en una manera económicamente eficiente. Más investigaciones de estas especies de hongos, *Cunninghamella* japónica, y otros, es probable que aparezcan en un futuro cercano. El descubrimiento reciente de una variante del hongo *Gliocladium roseum* apunta hacia la producción del tan llamado myco-diésel proveniente de celulosa. Este organismo fue recientemente descubierto en los bosques tropicales del norte de la Patagonia, y tiene la capacidad única de convertir celulosa en hidrocarburos de longitud media típicamente encontrados en los combustibles de diésel.

## **Bacterias del estómago de los animales**

La flora microbiana intestinal en una variedad de animales ha demostrado potencial para la producción de biocombustibles. Investigaciones recientes han demostrado que el TU-103, una cepa de la bacteria *Clostridium* encontrada en las heces de la cebra, puede convertir casi cualquier tipo de forma de celulosa en butanol combustible. Los microbios en desechos de panda están siendo investigados para su uso en la creación de biocombustibles provenientes de bambú y otros materiales de plantas.

## **Consumo**

---

Muchos vehículos utilizan biocombustibles a base de metanol y etanol mezclado con gasolina. Se puede obtener etanol a partir de la caña de azúcar, de la remolacha o el maíz. En algunos países como la India y la China producen biogás a partir de la fermentación natural de desechos orgánicos (excrementos de animales y residuos

vegetales). Estos biocombustibles ayudan al medio ambiente porque reducen los niveles de dióxido de carbono en el aire.

## Rendimiento

---

Rendimiento de cultivos energéticos en 2009. <sup>10</sup>		
Cultivo	Rendimiento (L/ha/año)	Tipo
Palma	5500.854	biodiésel
Coco	4200.245	biodiésel
Ricino	2600.00	biodiésel
Aguacate	2460.14	biodiésel
Jatropha	1559.25	biodiésel
Colza	1100.00	biodiésel
Soya	840.36	biodiésel
Caña de azúcar	9000.3654.	bioetanol
Remolacha	5000.2154	bioetanol
Mandioca	4500.0	bioetanol
Sorgo dulce	4400.25	bioetanol
Maíz	3200.0000	bioetanol

## Inconvenientes de su empleo

---



## Inconvenientes

El término biocombustible ha sido cuestionado, proponiéndose como más correcto usar el sustantivo agrocombustibles,<sup>1</sup> el prefijo "bio-" se utiliza en toda la UE para referirse a los productos agrícolas en cuya producción no intervienen productos de síntesis. La palabra biocombustible, por lo tanto, se presta a confusión, dotándolo de unas características que este tipo de agrocombustibles no tienen.

Los mayores inconvenientes de estos productos es la utilización de cultivos de vegetales comestibles (sirva como ejemplo el maíz o la caña de azúcar); o el cambio de uso de tierras dedicadas a la alimentación al cultivo de vegetales destinados a producir biocombustibles, provocando en otras ocasiones la deforestación o desecación de terrenos vírgenes o selváticos, ya que al subir los precios se financia la tala de bosques nativos.

Es necesario además tener en cuenta en la contabilidad de los inputs indirectos de energía, tal es el caso de la energía incorporada en el agua dulce empleada. La importancia de estos inputs depende de cada proceso, en el caso del biodiésel, por ejemplo, se estima un consumo de 20 kilogramos de agua por cada kilogramo de combustible: dependiendo del contexto industrial la energía incorporada en el agua podría ser superior a la del combustible obtenido.<sup>11</sup>

Tanto en el balance de emisiones como en el balance de energía útil si la materia prima empleada procede de residuos, estos combustibles colaboran al reciclaje. Pero es necesario considerar si la producción de combustibles es el mejor uso posible para un residuo concreto. Si la materia prima empleada procede de cultivos, hay que considerar si éste es el mejor uso posible del suelo frente a otras alternativas (cultivos alimentarios, reforestación, etc.). Esta consideración depende sobre manera de las circunstancias concretas de cada territorio.

## Consecuencias

### Consecuencias sobre el medio ambiente

---

El uso de biocarburantes tiene impactos ambientales negativos y positivos. Los impactos negativos hacen que, a pesar de ser una energía renovable, no sea considerado por muchos expertos como una energía no contaminante y, en consecuencia, tampoco una energía verde.

Una de las causas es que, pese a que en las primeras producciones de biocarburantes solo se utilizaban los restos de otras actividades agrícolas, con su generalización y fomento en los países desarrollados, muchos países subdesarrollados, especialmente del sureste asiático, están destruyendo sus espacios naturales, incluyendo selvas y bosques, para crear plantaciones para biocarburantes. La consecuencia de esto es justo la contraria de lo que se desea conseguir con los biocarburantes: los bosques y selvas limpian más el aire de lo que lo hacen los cultivos que se ponen en su lugar.

Algunas fuentes afirman que el balance neto de emisiones de dióxido de carbono por el uso de biocarburantes es nulo debido a que la planta, mediante fotosíntesis, captura durante su crecimiento el CO<sub>2</sub> que será emitido en la combustión del biocarburante. Sin embargo, muchas operaciones realizadas para la producción de biocarburantes, como el uso de maquinaria agrícola, la fertilización o el transporte de productos y materias primas, actualmente utilizan combustibles fósiles y, en consecuencia, el balance neto de emisiones de dióxido de carbono es positivo.

Otras de las causas del impacto ambiental son las debidas a la utilización de fertilizantes y agua necesarios para los cultivos; el transporte de la biomasa; el procesado del combustible y la distribución del biocarburante hasta el consumidor. Varios tipos de fertilizantes tienden a degradar los suelos al acidificarlos. El consumo de agua para el cultivo supone disminuir los volúmenes de las reservas y los caudales de los cauces de agua dulce.

Algunos procesos de producción de biocarburante son más eficientes que otros en cuanto al consumo de recursos y a la contaminación ambiental. Por ejemplo, el cultivo de la caña de azúcar requiere el uso de menos fertilizantes que el cultivo del maíz, por lo que el ciclo de vida del bioetanol de caña de azúcar supone una mayor reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto al ciclo de vida de combustibles fósiles con más efectividad que el ciclo del bioetanol derivado del maíz. Sin embargo, aplicando las técnicas agrícolas y las estrategias de procesamiento apropiadas, los biocarburantes pueden ofrecer ahorros en las emisiones de al menos el 50% comparando con combustibles fósiles como el gasóleo o la gasolina.

El uso de biocarburantes de origen vegetal produce menos emisiones nocivas de azufre por unidad de energía que el uso de productos derivados del petróleo. Debido al uso de fertilizantes nitrogenados, en determinadas condiciones el uso de biocarburantes de origen vegetal puede producir más emisiones de óxidos de nitrógeno que el uso de productos derivados del petróleo.

Una solución real pero aún no disponible es la utilización de residuos agroindustriales ricos en hemicelulosas. De esta forma no se utilizarían áreas de cultivos nuevas ni utilización de alimento para la producción de biocarburantes. Un ejemplo de esto es la utilización de coseta de remolacha, paja de trigo, coronta de maíz o cortezas de árboles. La hidrólisis de estos compuestos es más compleja que la utilización de almidón para la obtención de azúcares libres fermentables, por lo tanto, requiere de una mayor cantidad de energía inicial para procesar los compuestos antes de la fermentación, sin embargo, el costo de producción es casi nulo al considerar que se trata de residuos. La única tecnología eficiente y limpia es la utilización de enzimas hemicelulolíticas. Existen tres puntos claves que se deben solucionar o perfeccionar antes de aplicar esta tecnología. 1) Se deben encontrar enzimas más estables y eficientes. 2) Métodos menos destructivos de inmovilización de enzimas para su utilización industrial. 3) Microorganismos capaces de fermentar eficientemente monosacáridos derivados de las hemicelulosas (xilosa y arabinosa principalmente).

## **Consecuencias para el sector alimentario**

*Artículo principal:* Crisis alimentaria mundial (2007-2008)

Al comenzar a utilizarse suelo agrario para el cultivo directo de biocombustibles, en lugar de aprovechar exclusivamente los restos de otros cultivos (en este caso, hablamos de "biocombustibles de segunda generación"), se ha comenzado a producir un efecto de competencia entre la producción de comida y la de biocombustibles, resultando en el aumento del precio de la comida.

Un caso de este efecto se ha dado en Argentina, con la producción de carne de vaca. Las plantaciones para biocombustible dan beneficios cada seis meses, y los pastos en los que se crían las vacas lo dan a varios años, con lo que se comenzaron a usar estos pastos para crear biocombustibles. La conclusión fue un aumento de precio en la carne de vaca, duplicando o incluso llegando a triplicar su valor en Argentina.

Otro de estos casos se ha dado en México, con la producción de maíz. La compra de maíz para producir biocarburantes para Estados Unidos ha hecho que en el primer semestre de 2007, la tortilla de maíz —que es la comida básica en México— duplique o incluso llegue a triplicar su precio.

En Italia el precio de la pasta se ha incrementado sustancialmente dando lugar en septiembre de 2007 a una jornada de protesta consistente en un boicot a la compra de este producto típico de la comida italiana. También España registró en septiembre de 2007 una subida del precio del pan causado por el aumento en origen del precio de la harina.

Las empresas de capital riesgo de Estados Unidos han decidido dar la espalda al etanol procedente del cultivo de maíz e invertir en productores que utilicen algas, residuos forestales y agrícolas u otro tipo de residuos.<sup>12</sup>

## **Regulación**

---

## **España**

En España existía un tipo impositivo especial para biocarburantes de cero euros por 1000 L, aunque desde el año 2012, su tributación se ha equiparado, aunque no completamente, a la de los combustibles tradicionales. El tipo especial se aplicará exclusivamente sobre el volumen de biocarburante aun cuando éste se utilice mezclado con otros productos.

Se consideran como biocarburantes el biometanol y el biodiésel, cuando se utilicen como carburantes, y el bioetanol.

Se consideran biocombustibles, el biometanol y el biodiésel cuando se utilicen como combustibles.

El IFAPA ha admirado que España es un gran productor de bioetanol y muy consumidor.