

BIOCOMBUSTIBLES

(informe de referencia)

Ing. Agr. Hernán Pietronave.

¿Por qué estoy haciendo un informe de referencia sobre biocombustibles?

Algunas preguntas:

- ¿Hay real agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y por esto se previenen crisis energéticas globales?
- ¿Existe interés de parte de los gobiernos por disminuir su dependencia -soberanía energética- de los combustibles fósiles, o lograr mayor seguridad energética?
- ¿Existen ventajas de los biocombustibles con respecto a otras energías, como la menor contaminación ambiental o la sustentabilidad de los mismos?
- ¿Son oportunidades para distintos sectores rurales?
- ¿Es solo un atractivo para inversores?

Hay un poco de todo esto, pero la realidad es que nos estamos quedando sin reservas energéticas fósiles.

Y ¿cómo se explica esto?

Existe una teoría que lo puede explicar:

La teoría del **pico de Hubbert**, también conocida como cenit del petróleo, es una influyente teoría acerca de la tasa de agotamiento a largo plazo del petróleo, así como de otros combustibles fósiles. Predice que la producción mundial de petróleo llegará a su cenit y después declinará tan rápido como creció, resaltando el hecho de que el factor limitador de la extracción de petróleo es la energía requerida y no su coste económico.

Hubbert es el geofísico que creó el modelo matemático que predice el nivel de extracción del petróleo a lo largo del tiempo. Según su teoría, la extracción de un pozo cualquiera sigue una curva con un máximo, cenit de producción, en su centro. Llegados a ese punto cada barril de petróleo se hace, progresivamente, más caro de extraer hasta que la producción deja de ser rentable al necesitarse gastar más cantidad de crudo, que el que se obtiene de extraerlo, es decir cuando se necesita consumir el equivalente a un barril de petróleo, o más para obtener ese mismo barril de crudo del subsuelo. Observó también que, si la curva de producción de un pozo seguía esa simple función parabólica, la curva de producción de países enteros y, por extensión, la curva mundial seguirían patrones similares. Estas son las que se conocen como curva de Hubbert.

Cuando se descubre una reserva petrolífera su reducida producción inicial empieza con muchas limitaciones debido a toda la infraestructura que se requiere instalar para que el yacimiento pueda ser explotado a pleno rendimiento. Cuando se han horadado suficientes pozos y se han instalado todas las plantas de extracción y procesado necesarias la producción aumenta. Pero en algún momento se alcanza un nivel de extracción que no puede ser rebasado por muy avanzada tecnología que se use o por mucho que se hagan más pozos. Después del pico, la producción disminuye irremediablemente y cada vez más rápido. Pero antes de llegar al agotamiento completo del yacimiento existe otro punto significativo que no tarda en alcanzarse. Esto es cuando la extracción, transporte y procesado de cada barril extraído cuesta más energía que la contenida en él. Llegados a ese punto, Hubbert teorizó que la extracción

de crudo con fines energéticos dejaría de ser rentable por lo que ese campo petrolífero sería abandonado.

La llegada del pico del petróleo provocaría una escasez de dicho recurso. Pero esta escasez sería diferente a todas las sucedidas en el pasado ya que sus causas serían muy distintas. Los anteriores períodos de escasez tuvieron más que ver con razones políticas que con problemas reales en la extracción de los recursos. Esta vez, en cambio, el motivo fundamental será la falta de crudo suficiente para abastecer a toda la demanda. Los efectos y la gravedad de dicha escasez dependerán de lo rápido que decrezca la producción y de si se adoptaron medidas preventivas para adaptar la sociedad al uso de energías alternativas. Pero puede que esas alternativas ni siquiera lleguen a tiempo. En ese caso todos los productos y servicios que requieran el uso de petróleo escasearán disminuyendo el nivel de vida de todos los países. Los escenarios futuros van desde un más que probable colapso de la sociedad industrializada hasta los que afirman, no sin cierta fe en ello, que la economía de mercado o las nuevas tecnologías resolverán el problema.

Las nuevas tecnologías podrían hacer disponibles nuevas fuentes de energía o permitir que una mayor cantidad de energía pudiera ser extraída de las viejas. Es sabido que la mayor parte del potencial energético se desaprovecha. Por ejemplo, solo un 10-20% de la luz solar incidente sobre las células solares se convierte en electricidad y solo se logra extraer un 35% del petróleo en un yacimiento típico. Las nuevas tecnologías podrían incrementar estos valores. Muchos de los aceites no-convencionales actualmente requieren más energía para extraerse que la que se obtiene de su quema. Esto también podría cambiar con las nuevas tecnologías. El hecho es que a medida que se agotan las reservas se incrementa la dificultad de la extracción y van quedando las más alejadas y las situadas en lugares más inhóspitos e inaccesibles. Resulta imposible prever qué nuevas tecnologías favorecerán un mayor aprovechamiento energético pero lo que sí es seguro es que no podrán contener el declive de la producción de crudo ya que se trata de un recurso finito. A lo sumo podrán prolongar la llegada del pico más allá de las predicciones actuales.

Entonces...el debate actual se centra en torno a la política energética, en incrementar la eficiencia en el uso de combustibles y en buscar fuentes de energía alternativas.

Dejando un poco de lado las políticas energéticas (por ahora) y metiéndonos en energías alternativas.

¿Qué son los biocombustibles?

Tanto los combustibles fósiles como los biocombustibles, tienen origen biológico. Toda sustancia susceptible de ser oxidada puede otorgar energía. Si esta sustancia procede de plantas, al ser quemada devuelve a la atmósfera dióxido de carbono que la planta tomó del aire anteriormente. Las plantas, mediante la fotosíntesis, fijan energía solar y dióxido de carbono en moléculas orgánicas. El petróleo es energía proveniente de fotosíntesis realizada hace millones de años concentrada. Al provenir de plantas de hace millones de años, su cantidad es limitada. En el caso de los biocombustibles, la sustancia a ser quemada proviene de fotosíntesis reciente, por eso se afirma que la utilización de biocombustibles no tiene impacto neto en la cantidad de dióxido de carbono que hay en la atmósfera. Algunos la consideran energía renovable en el sentido que el ciclo de plantación y cosecha se podría repetir indefinidamente, teniendo en cuenta que no se agoten los suelos ni se contaminen los campos de cultivo.

Es importante destacar que los biocombustibles son una alternativa más en vistas a buscar fuentes de energías sustitutivas, que sirvan de transición hacia una nueva tecnología (ej. Hidrógeno).

Los biocombustibles que más se utilizan son el etanol y el biodiesel.

El etanol puede ser utilizado en motores que utilizan nafta, mientras que el biodiesel puede ser utilizado en motores que utilizan gasoil.

El etanol es un biocombustible a base de alcohol, el cual se obtiene directamente del azúcar. Ciertos cultivos permiten la extracción directa de azúcar, como la caña azucarera (Brasil), la remolacha (Chile) o el maíz (Estados Unidos). Sin embargo, prácticamente cualquier residuo vegetal puede ser transformado en azúcar, lo que implica que otros cultivos también pueden ser utilizados para obtener alcohol. Aunque con la tecnología disponible actualmente este último proceso es muy costoso, se pronostica que ocurran avances en este sentido (las llamadas tecnologías de segunda generación). En el caso de los motores diesel, se pueden utilizar biocombustibles obtenidos a partir de aceites o grasas. La utilización directa de aceites vegetales es posible, pero requiere de modificaciones en el motor.

Vamos por partes: Empecemos por el biodiesel, que tiene actualmente más expectativas:

¿Cuáles son las materias primas y qué rendimiento en aceite tienen estas materias primas en argentina para producir biodiesel?

Analicemos los productores de sustitutos del diesel oil derivados de oleaginosas tales como:

Soja, Girasol, Maní, Colza, Palma, Lino, Cártamo, Nabo, Aceites usados, grasas animales tales como la manteca de cerdo, sebos y grasas amarillas, y otros vegetales que en su semilla pueden generar aceites tales como: Algodón
Maíz, etc.

Todos esos productos, por un simple proceso (trans-esterificación) se transforman en combustibles líquidos, aunque con diferente volumen de producción de aceite por hectárea tal como se muestra a continuación:

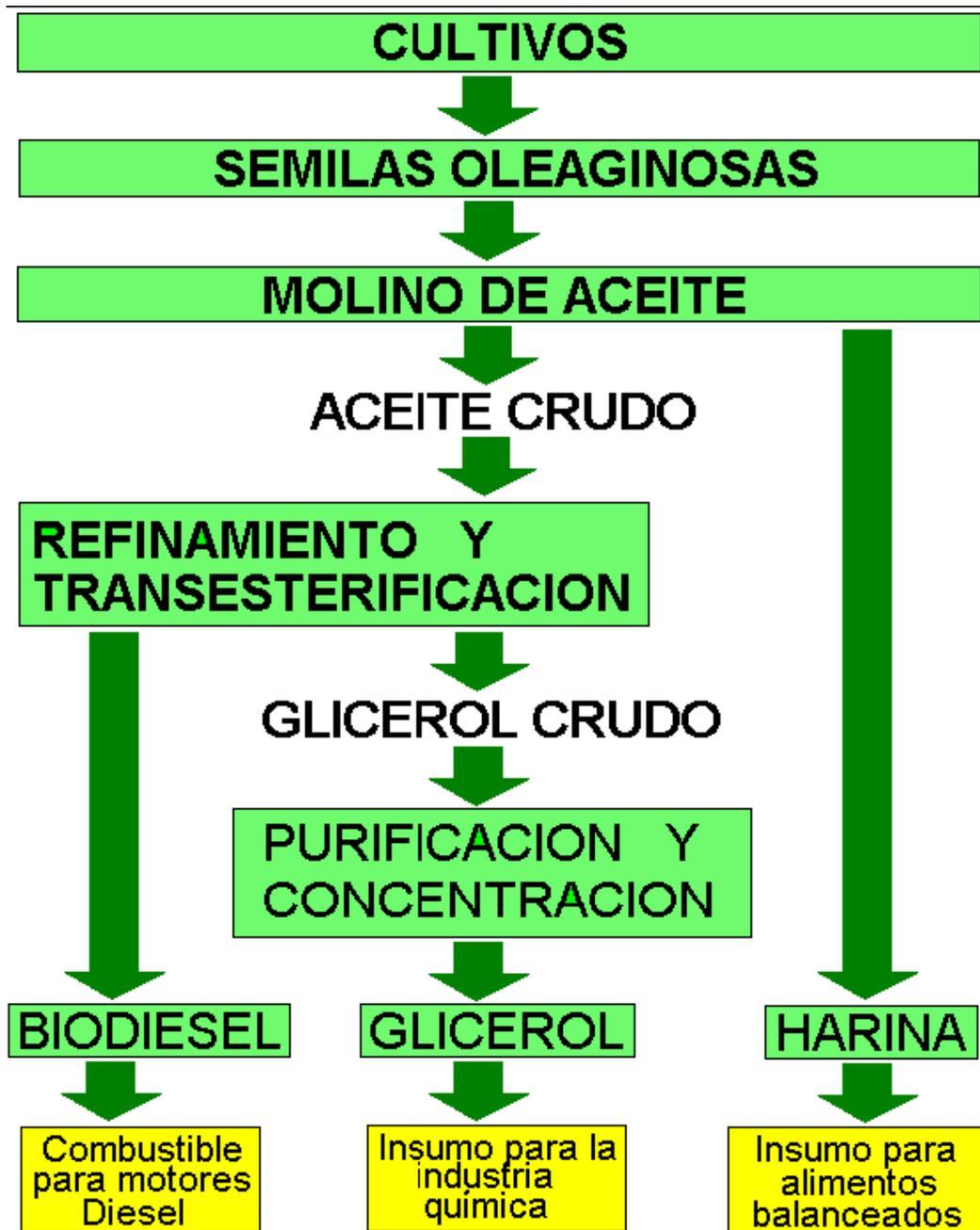
Rendimiento promedio de las oleaginosas cultivadas en Argentina en kg de aceite/ha, para el periodo 1995/96-99/00:

GIRASOL 723 SOJA 407 MANI 560 ALGODON 129 CARTAMO 259

Fuente: Elaborado en base a datos de CIARA

¿Como se obtienen estos combustibles de origen vegetal?

Básicamente el proceso se inicia con la refinación del aceite vegetal, ya que normalmente es necesario reducir los contenidos de agua y ácidos grasos, a posteriori este aceite debe ser esterificado mediante su reacción con alcohol metílico o etílico (metanol o etanol) en presencia de un catalizador (hidróxido de sodio o de potasio) obteniéndose el éster correspondiente y dos coproductos, la glicerina y fertilizante de potasio. La glicerina obtenida normalmente es de uso general, pero si se desea desarrollar glicerina apta para cosmetología farmacología debe reprocessársela hasta una pureza del 99,5%



¿Cuáles son las propiedades del biodiesel?

- Su producción es renovable.
- En su proceso de producción primaria y elaboración industrial determina un balance de carbono, menos contaminante que los combustibles fósiles.
- Cumple con los requisitos de la EPA, para los combustibles alternativos de emplearse puro o combinado con los combustibles fósiles en cualquier proporción.
- No contiene azufre y por ende no genera emanaciones de en esta base.

- e) Quema mejor, reduciendo el humo visible en el arranque en un 30%. Cualquiera de sus mezclas reduce, en proporción equivalente a su contenido, las emanaciones de CO₂, CO, Partículas e hidrocarburos aromáticos, estas reducciones están, en el orden del 15% para los hidrocarburos, del 18% para las partículas en suspensión, del 10% para el óxido de carbono y del 45% para el dióxido de carbono. Estos indicadores se mejoran notablemente si se adiciona un catalizador.
- f) Los derrames de este combustible en las aguas de ríos y mares resultan menos contaminantes y letales para la flora y fauna marina que los combustibles fósiles.
- g) Volcados al medioambiente se degradan mas rápidamente que los petrocombustibles.
- h) Actúa como lubricante de los motores, prolongando su vida útil.
- i) Su transporte y almacenamiento resulta más seguro que el de los petroderivados ya que posee un punto de ignición más elevado, el biodiesel puro posee un punto de ignición de 148°C contra los escaso 51°C del gasoil.

¿Cómo se lo puede utilizar y existen experiencias para sus diferentes usos?

- En minería:

Watts (1998) en un exhaustivo análisis desarrollado por la Universidad de Minnesota conjuntamente con la Universidad de Michigan y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad del Trabajo, ratifican los resultados del acápite precedente, expresando que el monóxido de carbono fue casi totalmente eliminado (99% de reducción), mientras que la emanaciones de carbono total se comprimen en un 21% y las de azufre son casi eliminadas por completo. No obstante ello la detección de mayores niveles de emisión de óxidos nitrosos y el alto costo relativo del combustible versus los sistemas de purificación del aire en las minas limitan, en ese momento su incorporación definitiva.

- En aviación

La adición de biodiesel al combustible de las aeronaves fue analizada por Dunn (2001) determinando que no presenta inconvenientes cuando el combustible fue sometido a un proceso de purificación adicional que evita la cristalización de parte de sus componentes.

-En motores marinos

Entre las razones por las cuales estos marinos empleaban biodiesel cabe destacar que el 37% lo eligió fundamentalmente por motivos ambientales, el 33% por razones mecánicas (mejoras en la lubricación de sus motores) y el 30% restante se baso en razones estéticas tales como el menor nivel de humo, seguridad y/o mejor cualidad para el contacto con la piel.

Von Wedel (1999) señala que en el caso de las actividades náuticas, el biodiesel presenta dos características adicionales muy importantes:

- a) La insolubilidad y velocidad de degradación en contacto con el agua, el biodiesel se solubiliza poco en el agua fresca y/o en el agua de mar, llegando solo a las 7 ppm en el agua marina y a las 14 ppm en aguas frescas (17°C), mientras que los derivados del petróleo solubilizan mas de 100 ppm de sus componentes aromáticos generando, por consiguiente, un mayor nivel de contaminación, además el metil ester de los biodiesel, en contacto con el agua, se degrada en no más de 4 días, mientras que la degradación rápida de los derivados del petróleo requiere como mínimo el doble de ese tiempo

b) baja toxicidad para la vegetación acuifera y los peces, así este combustible resulta mucho menos tóxico que los derivados del petróleo, la dosis letal 50 (LD50), es decir la concentración del elemento “tóxico” requerida para eliminar al 50% de la población es sustancialmente mayor que la que presentan los petroderivados, así, por ejemplo, mientras que se necesitan 129 partes por millón (ppm) de biodiesel para eliminar al 50% de las larvas de langostino, solo se requieren 2,9 ppm de fuel oil para lograr idéntico resultado.

En la República Argentina, el velero “Augustus” y el “Augustos II”, entre otros, consumen B100 sin experimentar dificultades.

- En motores terrestres

Las experiencias desarrolladas en los EEUU de NA están explicitadas por Schumacher et all (1996), quienes recopilaron los datos experimentales recogidos originalmente por la Universidad de Idaho y de Missouri, el Departamento de Investigación y Desarrollo de Fossen y la empresa Mercedes Benz-Ag, estas experiencias involucran desde ómnibus urbanos (10 unidades) hasta locomotoras (GM), pasando por pick up (Dodge), tractores agrícolas (Mitsubishi, John Deere, Case y Ford) Camiones y taxis (20 equipos Mercedes Benz).

Esta experiencia permitió demostrar:

1. la reducción en la emisión de residuos de azufre,
2. dificultades en el arranque a bajas temperaturas,
3. mejoras en el nivel de lubricación,
4. disminución de las emisiones de CO, CO₂ y partículas,
5. mantenimiento o incremento de las emisiones de óxidos de nitrógeno,
6. depósitos en los filtros de combustible,
7. daños en las líneas de aprovisionamiento de combustible de caucho,
8. un leve incremento en la emisión de humo.

En la Argentina, Ugolini (2000) señala que en 1997 se ensayo este combustible en el transporte urbano de pasajeros con el apoyo de dos empresas del sector, instituciones oficiales y privadas tanto del país como del extranjero, sin detectarse inconvenientes que señalaran la necesidad de modificaciones en los motores.

Simultáneamente, Adreani et all (2000) menciona que la Universidad Tecnológica Nacional, (UTN) regional Buenos Aires, la Confederación Rural Argentina (CRA) y la American Soybean Association (ASA) de los EE UU de NA están desarrollando diferentes ensayos, que hasta el presente solo han detectado una ligera disminución de la potencia máxima del motor e incremento del consumo, pero consecuentemente observaron una disminución de la emisión de contaminantes y opacidad.

Esta observación es contrarrestada por las experiencias realizadas en los EE UE, donde en algunos casos se observo la disminución comentada precedentemente y en otro se detectó el efecto contrario, pero siempre en variaciones ínfimas respecto al empleo de gasoil.

Ugolini (2000) destaca que los fabricantes de motores de los EE UU, mantienen las garantías sobre los mismos cuando se emplea este combustible en su modalidad B20, atribuyéndose al alto poder de lubricación del biodiesel, la reducción de partículas de metal y carbón en el aceite del motor.

Hoy día la experiencia desarrollada por los técnicos de la UADE, en colaboración con el Departamento de Ingeniería Rural del INTA, confirmaron los resultados anteriores trabajando sobre un tractor John Deere y B100.

¿Cuáles son los problemas técnicos que se generan en su empleo?

El problema básico de estos combustibles está dado por su ataque a los conductos de transporte del mismo cuando ellos están desarrollados sobre la base de caucho, problema que también se presentó durante el desarrollo de los combustibles alcohólicos y que también se presentan en el biodiesel, pero fácilmente eliminado mediante el reemplazo de estos conductores, por elementos construidos con teflón.

La emisión de óxidos nitrosos.

La determinación rápida, en la línea de producción de los estándares de calidad del combustible.

Los costos de la materia prima.

Las propiedades de fluidez del combustible a bajas temperaturas, este problema está determinado porque a temperaturas bajas forman pequeños y sólidos cristales cerosos que tapan los conductos y filtros. Es decir que este combustible se congela antes que los petroderivados (2 ó 3°C de diferencia).

La estabilidad del producto durante su almacenamiento, está afectada por su escasa estabilidad hidrolítica y oxidativa, comprometiéndose así sus cualidades técnicas durante los almacenamientos prolongados. Este fenómeno está relacionado con la presencia de componentes insaturados (carbonos unidos por doble ligadura) que se caracterizan por el índice de yodo, es decir la cantidad de yodo necesario para abrir esas ligaduras dobles, cuanto más alto es el índice, mayor es la inestabilidad del combustible, y como bien lo señala Duffield et al (1998): "mientras que el diesel oil posee un índice de yodo de 10, el metil éster de soja alcanza los 133, el de nabo 97, el girasol 126 y el algodón 106. Este indicador para los metil y etil derivados de las grasas animales, solo alcanza un valor de 49 y 47 respectivamente".

El primero de estos inconvenientes está parcialmente resuelto por el agregado de aditivos.

La determinación rápida de la calidad del combustible y sus estándares resulta en un impedimento no técnico que incrementa sus costos de obtención, debiéndose desarrollar nuevos métodos analíticos, actualmente este tema se resuelve mediante un complejo método analítico basado en la cromatografía gaseosa, y se está experimentando el empleo de espectroscopia infrarroja (NIR- Near-infrared spectroscopy), técnica que en menos de un minuto permite determinar las cualidades del combustible.

El costo de la materia prima implica el desarrollo de nuevas variedades y/o nuevas técnicas de cultivo.

El desarrollo de mejores condiciones anticongelantes y por ende retardadoras de la fluidez del combustible puede ser parcialmente removida mediante el empleo de nuevos surfactantes, y el desarrollo de nuevos aditivos sintéticos. Hoy en día y en laboratorio este problema se soluciona mediante el enfriado y filtrado del producto, logrando así performances similares a los derivados de combustibles fósiles.

¿Qué pasa con el etanol?

El etanol puede utilizarse como combustible para automóviles por sí mismo o también puede mezclarse con gasolina en cantidades variables para reducir el consumo de derivados del 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.

¿Como se obtiene el etanol y cuales son las principales materias primas necesarias para su producción?

Desde la antigüedad se obtiene el etanol por fermentación anaeróbica de azúcares con levadura en solución acuosa y posterior destilación. La aplicación principal tradicional ha sido la producción de bebidas alcohólicas.

Hoy en día se utilizan tres tipos de materias primas para la producción a gran escala de etanol de origen biológico (*bioetanol*):

- Sustancias con alto contenido de sacarosa
 - caña de azúcar
 - remolacha
 - melazas
 - sorgo dulce
- Sustancias con alto contenido de almidón
 - maíz
 - patata
 - mandioca
- Sustancias con alto contenido de celulosa
 - madera
 - residuos agrícolas

El proceso a partir de almidón es más complejo que a partir de sacarosa porque el almidón debe ser hidrolizado previamente para convertirlos en azúcares. Para ello se mezcla el vegetal triturado con agua y con una enzima (o en su lugar con ácido) y se calienta la papilla obtenida a 120 - 150°C. Luego se cuele la masa, en un proceso llamado escarificación, y se envía a los reactores de fermentación.

A partir de celulosa es aun más complejo porque primero hay que pre-tratar la materia vegetal para que la celulosa pueda ser luego atacada por las enzimas hidrolizantes. El pre-tratamiento puede consistir en una combinación de trituración, pirólisis y ataque con ácidos y otras sustancias. Esto es uno de los factores que explican por qué los rendimientos en etanol son altos para la caña de azúcar, mediocres para el maíz y bajos para la madera.

La fermentación de los azúcares es llevada a cabo por microorganismos (levaduras o bacterias) y produce etanol así como grandes cantidades de CO₂. Además produce otros compuestos oxigenados indeseables como el metanol, alcoholes superiores, ácidos y aldehídos. Típicamente la fermentación requiere unas 48 horas.

Luego hay que purificarlo, el método más antiguo para separar el etanol del agua es la destilación simple, pero la pureza está limitada a un 95-96% debido a la formación de un azeótropo de agua-etanol de bajo punto de ebullición. En el transcurso de la destilación hay que desechar la primera fracción que contiene principalmente metanol, formado en reacciones secundarias. Aún hoy, éste es el único método admitido para obtener etanol para el consumo humano.

Para poder utilizar el etanol como combustible mezclándolo con gasolina, hay que eliminar el agua hasta alcanzar una pureza del 99,5 al 99,9%. El valor exacto depende de la temperatura, que determina cuándo ocurre la separación entre las fases agua e hidrocarburos.

¿Se lo utiliza puro o en mezclas?

Generalmente, cuanto mayor es el contenido de etanol en una mezcla de gasohol, más baja es su conveniencia para los motores corrientes de automóvil. El etanol puro reacciona o se disuelve con ciertos materiales de goma y plásticos y no debe utilizarse en motores sin modificar. Además, el etanol puro tiene un octanaje mucho más alto (116 AKI, 129 RON) que la gasolina común (86/87 AKI, 91/92 RON), requiriendo por tanto cambiar el cociente de compresión o la sincronización de la chispa para obtener el rendimiento máximo. Cambiar un coche que utilice gasolina pura como combustible a un coche que utilice etanol puro como combustible, necesita carburadores y caudales más grandes (un aumento de área de cerca del 30-40%).

Los motores de etanol también necesitan un sistema de arranque en frío para asegurar la suficiente vaporización con temperaturas por debajo de 13°C (°F 55) para maximizar la combustión y reducir al mínimo la no combustión de etanol no vaporizado. Sin embargo, una mezcla de gasolinas con un 10 a un 30% de etanol, no necesita en general ninguna modificación del motor. La mayoría de coches modernos pueden funcionar con estas mezclas sin ningún problema.

El gasohol E10, la variante más común, se ha introducido por toda Dinamarca, y en 1989, Brasil produjo 12 mil millones litros de etanol para combustible a partir de la caña de azúcar, que fue utilizado para mover 9.2 millones de coches. También suele estar disponible en el medio-Oeste de Estados Unidos y es el único tipo de gasolina que puede ser vendida en el estado de Minnesota. Las mezclas similares incluyen el E5 y el E7. Estas concentraciones son generalmente seguras para los últimos motores de automóvil, sin modificar, y algunas regiones y municipios asignan por mandato los límites en la cantidad de etanol en los combustibles vendidos.

El término "E85" se utiliza para la mezcla de un 15% de gasolina (por volumen) y de un 85% de etanol. Esta mezcla tiene un octanaje de cerca del 105. Lo cual es sensiblemente más bajo que el etanol puro, pero mucho mayor que el de la gasolina normal. La adición de una pequeña cantidad de gasolina ayuda a un motor convencional a arrancar al estar el motor (y el combustible) frío. El E85 no contiene siempre exactamente un 85% de etanol. En invierno, especialmente en climas más fríos (se entiende que más fríos que España, Colombia, Brasil, etc.), se agrega una mayor proporción de gasolina (para facilitar el arranque en frío). Normalmente el E85 ha tenido un costo similar a la gasolina.

Hay un aumento importante del número de vehículos en el mundo que se fabrican con motores que pueden funcionar con cualquier gasolina a partir del etanol de la 0% hasta el etanol del 85% sin modificación. Muchos coches comerciales ligeros (una clase que contiene monovolúmenes, todoterrenos y furgonetas) se diseñan como vehículos flexibles para utilizar varias combinaciones de combustible, pues pueden detectar automáticamente el tipo de combustible y cambiar el comportamiento del motor, principalmente la sincronización de la ignición y la relación de compresión para compensar los diversos octanajes del combustible en los cilindros del motor.

¿Cual es el la gran duda que encierra al etanol como combustible?

La gran duda es su balance energético, esto es... para que el etanol contribuya perceptiblemente a las necesidades de combustible para el transporte, necesitaría tener un balance energético neto positivo. Para evaluar la energía neta del etanol hay que considerar cuatro variables: la cantidad de energía contenida en el producto final del

etanol, la cantidad de energía consumida directamente para hacer el etanol (tal como el diesel usado en tractores), la calidad del etanol que resultaba comparado a la calidad de la gasolina refinada y la energía consumida indirectamente (para hacer la planta de proceso de etanol, etc.). Aunque es un asunto que crea discusión, algunas investigaciones que hagan caso de la calidad de la energía sugieren que el proceso toma tanta o más energía combustible fósil (en las formas de gas diesel, natural y de carbón) para crear una cantidad equivalente de energía bajo la forma de etanol. Es decir la energía necesitada para funcionar los tractores, para producir el fertilizante, para procesar el etanol, y la energía asociada al desgaste y al rasgón en todo el equipo usado en el proceso (conocido como amortización del activo por los economistas) puede ser mayor que la energía derivada del etanol al quemarse. Se suelen citar dos defectos de esta argumentación como respuesta: (1) no se hace caso la calidad de la energía, cuyos efectos económicos son importantes. Los efectos económicos principales de la comparación de la calidad de la energía son los costes de la limpieza de contaminación del suelo que provienen derrames de gasolina al ambiente y costes médicos de la contaminación atmosférica resultado de la refinación y de la gasolina quemada. y (2) la inclusión del desarrollo de las plantas del etanol inculca un prejuicio contra ese producto basado estrictamente sobre la pre-existencia de la capacidad de refinación de la gasolina. La decisión última se debería fundar sobre razonamientos económicos y sociales a largo plazo. El primer argumento, sin embargo, sigue debatiéndose. No tiene sentido quemar 1 litro de etanol si requiere quemar 2 litros de gasolina (o incluso de etanol) para crear ese litro.

La mayor parte de la discusión científica actual, en lo que al etanol se refiere, gira alrededor de las aplicaciones en las fronteras del sistema. Esto se refiere a lo completo que pueda ser el esquema de entradas y salidas de energía. Se discute si se deben incluir temas como la energía requerida para alimentar a la gente que cuida y procesa el maíz, para levantar y reparar las cercas de la granja, incluso la cantidad de energía que consume un tractor. Además, no hay acuerdo en qué clase de valor dar para el resto del maíz (como el tallo por ejemplo), lo que se conoce comúnmente como coproducto. Algunos estudios propugnan que es mejor dejarlo en el campo para proteger el suelo contra la erosión y para agregar materia orgánica. Mientras que otros queman el coproducto para accionar la planta del etanol, pero no evitan la erosión del suelo que resulta (lo cual requeriría más energía en forma de fertilizante). Dependiendo del estudio, la energía neta varía de 0,7 a 1,5 unidades de etanol por unidad de energía de combustible fósil consumida. En comparación si el combustible fósil utilizado para extraer etanol se hubiese utilizado para extraer petróleo y gas se hubiesen llenado 15 unidades de gasolina, que es un orden de magnitud mayor.

La extracción no es igual que la producción. Cada litro de petróleo extraído es un litro de petróleo agotado. Para comparar el balance energético de la producción de la gasolina a la producción de etanol, debe calcularse también la energía requerida para producir el petróleo de la atmósfera y para meterlo nuevamente dentro de la tierra, un proceso que haría que la eficiencia de la producción de la gasolina fuese fraccionaria comparada a la del etanol. Se calcula que se necesita un balance energético de 200 %, o 2 unidades de etanol por unidad de combustible fósil invertida, antes de que la producción en masa del etanol llegue a ser económicamente factible.

¿Qué políticas se proponen para el desarrollo de los biocombustibles?

Diversos países promueven el desarrollo de la producción de biocombustibles mediante subsidios u otras políticas, o han incorporado en su legislación metas de sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles.

La Unión Europea proyecta cortar todo su gasoil con un 5.7% de biodiésel en el año 2010. Estados Unidos planea reemplazar el 20% de su consumo de petróleo en diez años, utilizando etanol. Brasil fue un pionero en la utilización de biocombustible, hace treinta años implementó un plan para reducir la dependencia del petróleo. Ahora tiene excedentes de etanol, producido a partir de la caña de azúcar. Argentina emitió una ley de biocombustibles, que prevé el corte obligatorio del 5% en naftas y gasoil para el 2010. Colombia indicó el uso obligatorio de etanol al 10% en cortes con naftas.

Las razones detrás de estas metas de sustitución pueden ser varias, incluyendo cuestiones de seguridad energética y consideraciones técnicas, y no siempre motivos ecológicos. En el caso de la Unión Europea, la legislación ha llevado los límites de contenido de azufre a niveles muy bajos, 50 ppm, lo que provocó que los combustibles pierdan capacidad de lubricante. La incorporación del 5% de biodiesel en el gasoil elevará la capacidad de lubricación de los combustibles. En el caso del etanol, su incorporación reduce la contaminación por la menor emisión de anhídrido carbónico perjudicial para la salud. [Martínez 2007]

La producción de biocombustibles aún cuesta considerablemente más que la de combustibles fósiles, incluso teniendo en cuenta el fuerte incremento en los precios del petróleo. Los países que desarrollaron una producción sustancial de biocombustibles (Estados Unidos, Brasil, Alemania), se han apoyado en una combinación de medidas fiscales (desgravaciones fiscales, subvenciones), medidas de sostenimiento de precios y objetivos de uso obligatorio. (FAO 2007). En estos casos, la mayor parte del biocombustible producido es consumido internamente.

Estas medidas pueden tener un justificativo

- para apoyar al sector en las etapas iniciales
- por tratarse la seguridad energética de cada país de una cuestión estratégica
- por consideraciones ambientales (menor emisión de CO₂ y gases perjudiciales para la salud) o técnicas (mayor lubricación de motores).

De acuerdo con un estudio del Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los países de Latinoamérica que poseen mayor potencial para producir biocombustibles son Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Dentro de los mismos, los que tienen mayores condiciones para desarrollar etanol son Brasil, Argentina, Bolivia, Colombia, Paraguay y Uruguay. Con respecto al biodiésel, Brasil, Argentina, Perú, Colombia y Bolivia son los países con mayor potencial por sus cultivos de soja o palma aceitera. En el caso de los países centroamericanos, tienen menor potencial debido a que su dieta es a base de maíz, y en los del Caribe, por falta de disponibilidad de tierra para cultivos que sirvan para producir biocombustibles.

Para la producción, almacenamiento y transporte de biocombustibles se requieren grandes cantidades de insumos además de la tierra y el agua, insumos cuya producción y transporte también demanda cantidades de energía. Se necesita energía para sembrar, producir fertilizantes o pesticidas, cosechar, transportar y procesar los granos o

plantas hasta su forma final de biocombustible (Martínez 2007). Si se da el caso de que la energía utilizada para la producción (incluyendo todas las etapas) sea mayor a la generada por el biocombustible, el saldo energético será negativo.

“La soja produce tres veces la energía que se consume desde la siembra hasta el producto final. El maíz, en cambio, produce una energía neta que está en serio debate, según los autores, genera un 100% o un 40% mas de lo necesario para su implementación.” Pero otros autores sostienen que el balance de energía global del maíz es negativo. El etanol basado en maíz “podría entregar una energía total menor que la energía necesaria para producir el maíz, extraerle el alcohol y purificarlo”. (Martínez 2007)

Aplicando esto último a un país concreto. Suponiendo que el país en cuestión utiliza combustibles fósiles de sus propias reservas y produce biocombustibles para exportación. Teniendo en cuenta que la producción de biocombustibles demanda gran cantidad de combustibles fósiles (además de tierra y otros insumos), el país estaría exportando energía limpia, para lo cual utiliza combustibles contaminantes, no renovables y de sus propias reservas. Evidentemente, las relaciones de precios juegan un papel fundamental. En este caso, teniendo en cuenta las externalidades jugadas por la contaminación, como así también otras fallas de mercado existentes en el mercado de combustibles fósiles, el estado podría intervenir para corregir las relaciones de precios que no reflejan los verdaderos costos y beneficios sociales para el país. Sin tener en cuenta otros elementos, debería penalizar la producción de biocombustibles para exportación, ya que generan contaminación interna y utilizan un recurso estratégico no renovable, el petróleo, mientras que los beneficios sociales de los biocombustibles no son repartidos internamente, sino que son exportados. Las conclusiones son diferentes para un país importador de combustibles, como Estados Unidos o Alemania.

¿Hay legislación en Argentina?

Si, es la ley 26.093.

Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles.

Consta de: Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones.

¿Qué dice el Estado Nacional respecto a esto?

Existe un plan de apoyo y un plan de competitividad para los biocombustibles, que puede resumirse en algunos de los puntos principales del decreto 1396/2001:

- a) Se declara de *interés nacional* la producción y comercialización de Biodiesel para su uso como combustible puro, como base para mezcla con gasoil o como aditivo del mismo.
- b) Se establece una exención del *Impuesto a la Transferencia de los Combustibles* (ITC= \$0,15/lit para el gasoil) al biodiesel por 10 años.
- c) A los efectos del *Impuesto a las Ganancias*, se establece un régimen de *amortización acelerada* para nuevas inversiones destinadas al almacenamiento de biodiesel que se practicará en DOS (2) ejercicios, 40% en el primer ejercicio fiscal y el 60% restante en el ejercicio fiscal siguiente.
- d) Las firmas que desarrollen actividades de producción de biodiesel estarán exentas del *Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta* a partir del 1° de enero de 2002.

- e) Invitación a las provincias a adherirse al presente régimen del decreto. La adhesión deberá estar acompañada del **compromiso de eximir**, por un plazo de DIEZ (10) años, a los productores, almacenadores y comercializadores, de por lo menos los siguientes impuestos:
- f) Impuesto a los Ingresos Brutos a la industrialización y a las ventas.
 - b) Impuesto de Sellos.
 - c) Impuesto inmobiliario sobre los inmuebles donde operan las facilidades de producción y almacenaje.

Fuente SAGPyA

¿Qué proyectos o anteproyectos están en marcha en Argentina?

Algunos megaproyectos:

Un nuevo complejo de molienda de soja y producción de biodiésel se instalará en la localidad santafesina de Timbúes.

Los protagonistas son la española Green Fuel Corporación, orientada al mercado de biocombustibles; el trader, con sede en Hong Kong, Noble Group; la argentina Raiser, dedicada a la comercialización de combustibles, fertilizantes y granos; y la estatal nacional Enarsa.

La sociedad construirá una planta de trituración de soja con una capacidad de 12.000 toneladas diarias, lo cual la coloca entre las más grandes del país y del mundo (Dreyfus tiene una de esa misma capacidad en General Lagos). Con esa planta podría procesar más de tres millones de toneladas de soja por año (7% de la producción argentina de soja del ciclo 2006/07).

Aledaña a la aceitera, montarán una planta de producción de biodiésel, que utilizará el aceite de soja como materia prima. Ambos emprendimientos demandarían una inversión del orden de los 190 M/u\$s, de los cuales 40 M/u\$s se requerirán para la planta de biodiésel y 150 M/u\$s para la de aceites. Fuente: Infocampo

Adecoagro:

Anunció la compra en la Argentina de 150.000 hectáreas para la producción de etanol a partir de caña de azúcar que se agregan a las 30.000 hectáreas que ya maneja en Brasil.

De acuerdo a un matutino porteño, la empresa de George Soros desembolsará u\$s 1.000 millones para convertirse en uno de los grandes productores de etanol.

Si bien la empresa incorpora recursos humanos locales tanto en la Argentina, donde maneja 200.000 hectáreas, como en Uruguay, donde tiene el manejo de 5.000 hectáreas, la coordinación técnica inicial del nuevo emprendimiento está en manos de los argentinos. Fuente: Infobae Profesional

RepsolYPF:

La gigantesca empresa petrolera, a través de su Centro de Tecnología Aplicada, puso en marcha el Centro de Investigación de Biocombustibles y anunció recientemente que construirá una planta de biodiesel con una capacidad de producción de 100 mil toneladas anuales

Aceitera General Deheza:

La empresa es una de las principales aceiteras argentinas. En su planta Terminal 6, que

administra con Bunge, ubicada en Puerto San Martín, Santa Fe, invertirá 15 millones de dólares para producir biodiésel , a partir del 2007.

El titular de la firma es el senador nacional Roberto Urquía

Dreyfus:

La importante empresa cerealera internacional tiene un plan de inversiones por 45 millones de dólares en el complejo que la compañía tiene en Santa Fe.

El proyecto contempla la ampliación de almacenaje en 100 mil toneladas para los nuevos productos, la construcción de un muelle para descarga de barcazas y la instalación de una planta de biodiesel con capacidad para generar 300 mil toneladas anuales.

Eurnekian:

El importante grupo empresario que lidera Eduardo Eurnekian, y que incluye a la empresa Aeropuertos Argentina 2000, concesionaria de la mayoría de los aeropuertos argentinos, está proyectando construir tres plantas de 100 mil toneladas anuales cada una de biodiesel . Las localizaciones tentativas son la Provincia de Santiago del Estero y Campana, Provincia de Buenos Aires

Vicentín SA:

Importante empresa aceitera argentina, proyecta una planta de biodiesel con una capacidad de producción de 300 mil toneladas anuales. La elaboración del combustible estará basada en el aceite de soja refinada, y tendrá una inversión de 25 millones de dólares. Terminal Puerto Rosario

Esta empresa desarrollará una planta de biodiesel que estará funcionando en el 2008, la inversión será de 40 millones de dólares y la producción llegará a 200 mil toneladas.

Greenlife:

Firma norteamericana que proyecta construir una planta de biodiesel en Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires. La planta demandará 32 millones de dólares de inversión.

Algunas plantas en marcha:

1) BIOFE -ESPERANZA en Santa FE produce 15.000/20.000 lts/día en sistema continuo.

La empresa FIMACO, con el desarrollo tecnológico de BIOFE, en Esperanza, Pcia de Santa Fe elabora 20.000 litros diarios en proceso continuo partir del aceite elaborado por aceiteras dedicadas básicamente a la producción de alimentos balanceados para pollos parrilleros.

2) RICEDAL ALIMENTOS en Chabas, pcia de Santa Fe 60.000LTS EN 24 HS BATCH.

3) GRUTASOL PILAR BS AS

4) CAIMANCITO JUJUY 30.000 LTS /DIA EN AMPLIACION A 90.000 LTS/DIA. PLANTAS PROXIMAS A MARCHAR.

5) RECOMB ARROYO SECO SANTA FE 50.000 LTS 8HS SEMICONTINUA.

6) BIOCUM ALVEAR SANTA FE 30.000 LTS 8 HS ACEITE GRASAS ANIMALES FABRICA DE ACEITES

7) RIO IV (INTEGRACION) 10.000 LTS EN 8HS DIA CON FABRICA DE ACEITE Y FABRICA DE RACIONES. PROYECTO SEMICONTINUO

Otros pre-proyectos:

1) El proyecto de CODESU en Plaza Huincul, Pcia del Neuquén, en etapa de estudio a efectos de desarrollar una planta productora de biodiesel a partir de la producción primaria de colza, la elaboración de aceite y su transformación en biocombustible, se prevé desarrollar el cultivo sobre 15.000,0 hectáreas y crear 1.200 puestos de trabajo en toda la cadena productiva

DR HECTOR BECK-ING FERNANDO DE LILLO- laher@copelnet.com.ar-tel: 02994965453

2) El Gobierno de la Provincia del Chaco, planea apoyar un desarrollo productivo en este sentido ya que actualmente la potencialidad productiva de la provincia se encuentra explotada en menos del 50%, es decir que este desarrollo intensificaría la utilización de la tierra, generando nuevas fuentes de trabajo, este proyecto se encuentra en una situación similar al anterior, es decir se están desarrollando los estudios de base. ING JOSE STOLANI- lstolani@arnet.com.ar-te: 0372215603814

3) En la Provincia de Salta, se está estudiando la factibilidad de un desarrollo similar para diferentes asociaciones agrícolas en base a pequeñas plantas productoras de biocombustible, este proyecto tiene por objetivo adicional remediar la carencia de plantas aceiteras en la región y por consiguiente la necesidad de importar harinas para la ingesta animal, se pretenden cubrir unas 20.000 has con la producción primaria a efectos de utilizar tanto el combustible como las harinas que su molienda genera.

ING SILVANO LOCATELLI. locatelli@quimica.unsa.edu.ar tel 03487 4393848

4) El grupo IBC (Investigaciones Científicas Biotecnológicas) y Grutasol SA en la localidad bonaerense de Pilar han desarrollado un proyecto hoy en producción, que abastece de combustible a productores de la Provincia de Entre Ríos. En 90 días entra en producción una planta con capacidad para elaborar 4.000.000 litros/mes.

JESE MARTINEZ JUSTO- CARLOS LENCIONI grutasol@webnet.com.ar te 02322430787

5) Horreos Argentina, esta empresa hincada originalmente en el comercio de granos hoy procesa 500.000 toneladas anuales de soja. En combinación con la Cooperativa norteamericana de Iowa, West Central, con esta empresa de larga experiencia en el desarrollo de la soja y sus productos y subproductos, piensa concretar un proyecto integral, similar a los desarrollados en los EE UU de NA.

JORGE ZIMERMACHER- zervino@horreos-arg.com.ar tel 011 47429542

6) En Caimancito, Provincia de Jujuy, Química NOVA SA inauguró, hace 30 días una planta por proceso discontinuo, con una capacidad de 30 toneladas diarias, desarrollando el combustible para ser empleado, en primera instancia como B20.

ING ROBERTO DE LA LOZA quimica_nova_sa@ciudad.com.ar tel 03886427215

7) En Villa Mercedes, San Luis Zichy Thyssen Biodiesel esta desarrollando un proyecto integral destinado a producir biodiesel a partir de la molienda del grano de soja, la inversión prevista esta en el orden de los 30,0 millones de dólares.

DIN. LUIS CLANCY roberto@csi.vmercedes.com.ar te 02657430248

8) En Cañada Rosquín, Provincia de Santa Fe, el proyecto de SGYT-GETEC se encuentra trabajando sobre una planta elaboradora de jabones y por ende el proyecto tiende al procesamiento grasas animales, en este proyecto de reconversión de los procesos y planta existente se acentuara la recuperación de metanol y la purificación de la glicerina a efectos de llevarla a glicerina farmacopea, estructurando su proyecto sobre la cooperación con el movimiento agrario cooperativo.

OSCAR ARNAEZ-MARIO BLAJMAN mblajman@redcrs.com.ar tel 03401470552

9) Eduardo Castex, Provincia de la Pampa se encuentran desarrollando un

anteproyecto modular tendiente a procesar 45.000 toneladas anuales en base a girasol.

RAUL CASSETTA asagrcas@cospec.com.ar te 02334452255

10) En Monte Buey, provincia de Córdoba, este anteproyecto impulsado por la Municipalidad local y la Cooperativa de Electricidad esta analizando la capacidad productiva del proyecto y su impacto en la economía regional. NELSON ROMAGNOLI coopmbu@soutlink.com.ar 03467470027

11) El proyecto BIOCOM impulsado por el C.I.DE.RE. (Consortio Intermunicipal de Desarrollo Regional y con el apoyo del Gobierno provincial, esta analizando el proyecto final que se basa en la elaboración del combustible en función de la producción de girasol y soja local, ya que el área de influencia del proyecto es la ciudad bonaerense de Tres Arroyos. Su idea fuerza esta dada por el intercambio de semilla por biocombustible (2,5 kg de grano por litro de biocombustible) el capital requerido será aportado, en un 51% por la gobernación provincial quien será miembro de la empresa.

MAURO KNUDSEN knudsen@3net.com.ar tel 0298315579333

12) Cooperativa La Protectora de General Galarza, Provincia de Entre Ríos, desarrollo el primer surtidor de este combustible el cual es proveído por Grutasol, están analizando la factibilidad del desarrollo propio en base al sistema cooperativo provincial. CARLOS AMEGLIO te 0344615572457

¿Qué más existe sobre los biocombustibles?

Un abanico de organizaciones, redes y movimientos sociales así como diversos expertos cuestionan el balance energético positivo y el ahorro de emisiones de carbono de los biocarburantes. Un creciente número de informes sobre el ciclo de producción completo indica que es mínimo -o incluso negativo- el ahorro de emisiones de carbono. Se señala además que la UE no tiene capacidad agrícola suficiente para producir la materia prima necesaria para satisfacer la demanda de biocarburantes asociada a un objetivo europeo del 10% (o 12%) y se propone importarla de países tropicales donde su producción está destruyendo ecosistemas. Las propuestas presentadas a la Cumbre Europea no reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que amenazan con acelerar el calentamiento global, incrementando la destrucción de bosques tropicales cruciales para la regulación del clima mundial. Los planes de biocarburantes de Indonesia, vinculados muy directamente con la política europea, prevén multiplicar por 43 la producción de aceite de palma, destruyendo 20 millones de hectáreas de bosques tropicales. La UE pretende a favorecer esta expansión que implicaría la liberación de hasta 50 billones de toneladas de carbono. Esta cantidad equivale a más de seis años de quema de combustibles fósiles y podría provocar un calentamiento de más de 2° C, superando el límite que la UE se ha comprometido a no sobrepasar.