

# El cultivo de energía renovable

◆ Alberto Álvarez Gallegos

**E**l Sol produce anualmente una gran cantidad de energía ( $\approx 1.17 \times 10^{31}$  kJ), la cual en su mayoría se disipa en el espacio y solamente una pequeña parte de ella es interceptada por la Tierra. Si se aprovechara solamente una pequeña fracción (1/10000) de la energía que llega a la superficie de la Tierra, ésta sería suficiente para satisfacer el 100% de la demanda energética de la población mundial. Actualmente eso no es posible porque del menú de opciones energéticas, se seleccionó la peor: los combustibles fósiles.

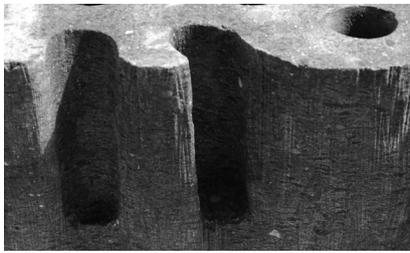
La economía mundial está anclada principalmente en el petróleo y éste involucra una cadena interminable de contaminación ambiental y conflictos sociales. Uno de los principales problemas ambientales es la enorme cantidad de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que se emite a la atmósfera al quemar los combustibles fósiles. Este gas provoca un fuerte efecto de invernadero y está provocando un calentamiento global con cambios en el clima que podrían ser catastróficos. Los efectos de este nuevo fenómeno sobre la vida en el planeta son todavía poco claros; pero lo que sí está muy claro es que, cuando se presente un exceso de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, su posible extracción nunca sería ni tecnológica ni mucho menos económicamente factible: tendríamos que resignarnos a vivir bajo una

atmósfera envenenada. Los únicos procesos eficientes para controlar el nivel de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera que se conocen hasta ahora son dos naturales: el primero, lento, es la fijación del  $\text{CO}_2$  sobre la biomasa y el suelo terrestre, el cual dura millones de años; el segundo, rápido, es la disolución del gas en los océanos, difusión hacia el fondo marino y precipitación como carbonatos; pero este proceso dura varios siglos. Desgraciadamente, ya no se puede esperar tanto tiempo.

Según estimaciones, la demanda global del petróleo crecerá en un 40% para el 2025. Además de los aspectos contaminantes, existen también preocupaciones sobre suministros seguros de petróleo para garantizar una independencia energética. Entonces lo que sí se puede hacer ahora es sustituir progresivamente los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas, entre otros) por combustibles ambientalmente más compatibles (biocombustibles), mientras se desarrolla la tecnología necesaria (eólica, solar, de mareas) que reemplace a los combustibles fósiles. Este escenario constituye un reto tecnológico enorme, pero en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (Ciicap) se ha decidido enfrentarlo, cuando menos parcialmente, con financiamiento proveniente de fondos de la propia universidad.

---

◆ Profesor e investigador, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (Ciicap), UAEM



### La fotosíntesis

La mayor parte de la energía que está disponible en la Tierra proviene del Sol y se estima que es del orden de  $55.4 \times 10^{20}$  kJ/año. De ésta, 30% se refleja y se devuelve al espacio, 24% es absorbida por la atmósfera, 32% por los océanos y 14% por el suelo. De la energía solar total que llega a la Tierra solamente  $0.085 \times 10^{20}$  kJ/año se usa para la fotosíntesis.<sup>1</sup> Con esta energía se lleva a cabo sobre la superficie verde de cualquier hoja una de las reacciones químicas más ordinarias pero con extraordinarias implicaciones energéticas para la sociedad: la fotosíntesis. Brevemente, este proceso puede describirse como una combinación del  $\text{CO}_2$  atmosférico con el vapor de agua que forma en el interior de la planta hidratos de carbono ( $\text{CH}_2\text{O}$ ). Lo que ocurre es solamente una transformación de energía solar en energía química y como subproducto se desprende oxígeno a la atmósfera. Los hidratos de carbono son las principales “especies químicas” que almacenan energía química en las plantas verdes. Esta fuente de energía está disponible fácilmente y la planta la ocupa sobre todo en el crecimiento y síntesis de grasas y proteínas. Las grasas constituyen una reserva energética y la planta toma la energía directamente de las grasas, oxidándolas; las proteínas sirven para fabricar los tejidos de las plantas.

### Biodiesel

Es factible utilizar las grasas o aceites contenidos en las plantas verdes como combustible para los

autos. Esta idea no es nueva; al menos se remonta a 1900, cuando Rudolf Diesel (1858-1913) presentó en la Exposición Universal de París el primer motor de combustión interna que utilizaba aceite de cacahuate como combustible. Después de la muerte de Diesel la industria petrolera se desarrolló rápidamente y se abarató el producto conocido como “gasóleo”, por lo cual el aceite vegetal fue olvidado como una fuente renovable de energía. Sin embargo, en la situación actual existe un renovado interés por diversificar los recursos energéticos y los biocombustibles volvieron a considerarse como una alternativa al petrodiesel.

La mayor parte del carbón que contiene el aceite vegetal proviene del  $\text{CO}_2$  atmosférico, y cuando se quema el biodiesel, el  $\text{CO}_2$  regresa a su lugar de origen: la atmósfera. De esta forma no se altera el ciclo del carbón; hay menos emisiones de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ , hidrocarburos no quemados y partículas. Además, hay más motores que trabajan con diesel (27%) que motores que trabajan con gasolina (25.6%), y los motores de combustión interna que trabajan con diesel no necesitan modificación alguna para consumir el biodiesel.

A pesar de que el aceite vegetal es energéticamente conveniente, su uso directo en los motores de combustión interna es problemático por su alta viscosidad (aproximadamente de once a diecisiete veces más alta que el petrodiesel) y su baja volatilidad. El aceite crudo no se quema completamente y forma depósitos en los motores de combustión interna. Existen varias tecnologías para

---

<sup>1</sup> Thomas G. Spiro y William M. Stigliani, *Química medioambiental*, Pearson Educación, Madrid, 2004, p. 3.

refinar (purificar) el aceite vegetal y así minimizar sus desventajas. Entre ellas, en el Ciicap<sup>2</sup> se seleccionó la transesterificación, un proceso que se utiliza para describir reacciones orgánicas en las que un ester (ácido graso) es transformado en otro mediante la sustitución de la glicerina por un alcohol anhidro. Sin embargo, para que la reacción se produzca en un tiempo razonable se utiliza un catalizador, normalmente NaOH o KOH. El producto obtenido se separa en dos fases (o se centrifuga); una de ellas es la glicerina y la otra el biodiesel (metil ester) que se lava para retirar impurezas y mejorar su calidad.

#### Alimento o combustible

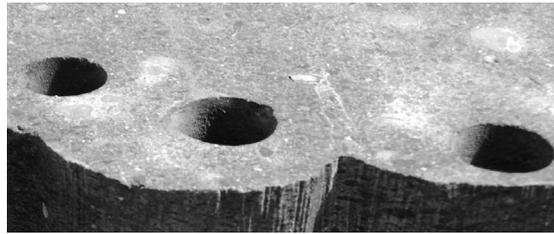
Los biocombustibles parecen estar mejor posicionados que el resto de las energías alternativas. Sin embargo, plantean varios desafíos tecnológicos dependiendo de dónde, cómo y a partir de qué insumos se vayan a producir. Por ejemplo, Estados Unidos, que tiene un rápido desarrollo en la producción de etanol a partir del maíz, ha demostrado cómo algunos países con pocas reservas de petróleo pueden desequilibrar los precios internacionales de los productos alimenticios.<sup>3</sup> Los biocombustibles, al igual que otras posibles soluciones, no son la panacea, pero representan un compromiso a largo plazo ante una encrucija-

da: o se emplean adecuadamente para revertir el cambio climático o se utilizan como instrumento económico para dominar a grandes masas sociales. La cuestión no reside en si se les acepta o no; el problema debe enfocarse más bien en qué tipo de biocombustibles se requieren, tomando en cuenta las características (geográficas, económicas, políticas, sociales, entre otras) de las regiones o países, y bajo qué sistema productivo y controlada por quiénes se va a desarrollar la producción de biocombustibles. Desde el punto de vista de México pueden formularse los siguientes criterios básicos a tener en cuenta para cualquier decisión que se tome sobre los biocombustibles:

1. En México hay diecisiete millones de personas en pobreza alimentaria. De esta forma, el etanol no parece estar entre los biocombustibles adecuados, porque se orientaría buena parte de la producción del maíz a la producción del etanol. El derecho a la alimentación, energía básica de los seres vivos, es de rango superior al derecho a la energía para las máquinas.
2. Las empresas transnacionales interesadas en los biocombustibles se interesan principalmente en las tierras irrigadas y después en las tierras de temporal, donde se desarrollarían obras hidráulicas para irrigación; pero en Méxi-

<sup>2</sup> Omar Díaz Vázquez, *Producción de biodiesel a nivel de laboratorio a partir de aceite puro de canola comercial*, tesis de licenciatura, UAEM-FCQel-Ciicap, 2009; Fabián J. Rendón Hernández, *Producción de biodiesel grado ASTM a nivel piloto a partir de aceite comestible*, tesis de licenciatura, UAEM-FCQel-Ciicap, 2009.

<sup>3</sup> C. Ford Runge y Benjamin Senauer, "How biofuels could starve the poor", en *Foreign Affairs*, may/june 2007, en Grain, <http://www.grain.org/front/>, consultado el 15 de enero 2009.



co todavía no están generalizados los sistemas de uso eficiente del agua; hay poca y agotar ese recurso vital en aras de la producción de combustibles sería colocar otros problemas potenciales en el camino. El cultivo de las plantas base para biocombustibles debe estar siempre supeditado no a la disponibilidad, sino a la sustentabilidad en el manejo del agua.

3. La urgencia por producir cada vez más biocombustibles dispara la utilización de semillas transgénicas. Recorrer este camino requiere visualizar las posibles amenazas: depender de transnacionales, como Monsanto, para pagarles patentes por emplear sus semillas, y la *agresión* a las semillas por la intrusión de transgénicos puede tener un impacto negativo en los seres vivos cuando éstas se utilicen como alimentos.

4. La producción de biocombustibles debería de servir como un factor de desarrollo local o nacional, mediante la producción y distribución del combustible. Dejar en manos de transnacionales estas tareas podría traer consigo problemas sociales por la obtención del petróleo: las comunidades donde se asientan los pozos petroleros son las últimas beneficiarias de la extracción del crudo y las principales perjudicadas por los daños ambientales derivados de esta actividad.

Se sabe que las compañías pueden manipular las políticas agrícolas de una gran cantidad de países. Hay diez compañías económicamente poderosas (entre ellas Monsanto y Dupont) que pueden

hacerlo porque tienen el capital y la experiencia en la transformación genética de la semilla, el cultivo, la cosecha, la extracción de aceite y su comercialización. El negocio de los biocombustibles será siempre atractivo para esas compañías y tratarán de obtener las mejores ganancias sin importar demasiado los derechos de terceros. Para ello se necesita una manipulación sutil y el camino es sencillo: adicionar el prefijo “bio” (que significa vida) a los combustibles derivados de las plantas para agrandar su imagen ecológica, presentándolos como algo sumamente bueno y fácilmente aceptable en la sociedad. Siguiendo esta lógica, ¿podríamos llamarnos a nosotros mismos *biogente*? En realidad, el juego de palabras es ridículo porque todos los seres vivos son “bio”. Se podría usar una terminología más adecuada y clasificar a los combustibles derivados de semillas vegetales como agrocombustibles. Sin embargo, este nombre impacta mucho menos porque hace pensar más en la agricultura (y con ello en los problemas alimentarios que se le asocian, lo que no les agrada mucho a las compañías) que en la vida misma (que se pretende un sinónimo de bienestar).

#### **Biodiesel a partir de aceite no comestible**

La generación de biodiesel puede llevar a un país a minimizar problemas ambientales, pero esto podría generar conflictos sociales relacionados con el abasto adecuado de alimentos. Esta situación debe ser tomada en cuenta por los gobiernos de los países involucrados y de los organismos internacionales para desarrollar planes energéticos adecuados

y tomar las mejores decisiones. El desafío tecnológico es desarrollar una producción agrícola sustentable a largo plazo de semillas oleaginosas para la producción de biodiesel, sin tener un impacto negativo en los suministros alimentarios y evitando simultáneamente el requerimiento de tierras fértiles adicionales.

Uno de los enfoques inteligentes sería utilizar insumos baratos (sin relación con la cadena alimentaria) que produzcan semillas oleaginosas, preferentemente aquellas que crezcan en tierras de baja calidad o que sean desperdicios. La disponibilidad y sustentabilidad de esa materia prima es indispensable para desarrollar un sistema competitivo de producción y distribución de biodiesel que pueda desplazar al petrodiesel. Afortunadamente, varios candidatos están a la vista: se puede aprovechar el aceite usado, desperdicios de grasa animal solos o mezclados con desperdicios de aceites vegetales, semillas de tabaco, microalgas o aceite producido con los desperdicios de los granos de café usado.

México (y Morelos en particular) se encuentra geográficamente situado en una región en la que crecen dos plantas no comestibles (incluso se con-

sideran maleza) que producen semillas oleaginosas: la *Ricinus comunis* (higuerilla) y la *Jatropha curcas L.* Estas plantas, con respecto a otras (soya, cártamo, maíz, entre otras), tienen una resistencia natural a plagas y enfermedades; además, necesitan tierras de baja calidad para crecer y se les encuentra igualmente al nivel del mar que en alturas de hasta 2 500 metros. Estas plantas fueron seleccionadas recientemente en el Ciicap para la producción de biodiesel.<sup>4</sup> En los primeros trabajos de investigación y desarrollo se produjo biodiesel a nivel de laboratorio (unos cuantos litros), pero actualmente la producción es a nivel piloto, con un volumen de hasta 300 litros de biodiesel grado ASTM<sup>5</sup> por corrida.

El Ciicap tiene una planta eléctrica para casos de emergencia que funciona con petrodiesel. Se planea reemplazar este combustible fósil por biodiesel producido en el centro mismo. El biodiesel tiene un menor impacto ambiental y colocaría al Ciicap como uno de los primeros centros de investigación en el estado de Morelos en producir y consumir energía eléctrica con combustibles limpios y renovables.

<sup>4</sup> José Naím Dámaso Sarabia, *Producción de biodiesel grado ASTM a nivel piloto a partir de aceite no comestible*, tesis de licenciatura en proceso, UAEM-FCQel-Ciicap, 2009.

<sup>5</sup> Sistema de normalización para la definición de materiales y métodos de prueba en la industria, especialmente petrolera y agroquímica.