

Biodiésel, cambio climático y sostenibilidad

Biodiesel, Climate Change and Sustainability



AUTOR

Tinker, P B

Glebe House, Broadwell,
Lechlade, Glos GL7 3QS,
United Kingdom

Palabras CLAVE

Aceite de palma, Biocombustibles,
Biodiésel, Sostenibilidad,
Cambio climático

Palm oil, Biofuels, Biodiesel,
Sustainability, Climate change.

Tomado de The Planter,
Kuala Lumpur

83 (970):11-17 (2007).

Traducido por Sinfin

El original en inglés se encuentra
disponible en el Centro de
Documentación de Fedepalma

Resumen

En los últimos años ha crecido el interés por los procesos para la producción de biocombustibles a partir de aceites vegetales, y en la actualidad se están construyendo y proyectando muchas plantas de biocombustible en el mundo. Sin embargo, habrá períodos buenos y malos, dependiendo del precio del petróleo y de los avances tecnológicos en otras formas de biocombustibles y métodos alternativos de generación de energía. De cualquier manera, la industria mundial del petróleo no es sostenible en el largo plazo, porque su oferta será cada vez menor comparada con su creciente demanda. Sin embargo, aun si existiera amplia oferta de petróleo en el futuro cercano, no se podría usar libremente debido a su efecto en el cambio climático, que será en el tiempo mucho más importante que el precio.

Summary

Interest in bio-fuels suddenly blossomed in 2005/6, and there are now literally scores of bio-fuels plants being built or planned around the world. However, there may be good and bad periods, depending upon the price of petroleum and possible technological advances in other forms of bio-fuels and alternative energy generation. Any way, the world petroleum industry is unsustainable in the long term because it is clear that the supply of petroleum oil will fall further and further below the rapidly growing maximum potential demand. However, even if petroleum were in ample supply for the foreseeable future, it could not be used freely because of its climate changes effects, which in the long term are much more serious than questions of prices.

La discusión sobre biocombustibles se ha venido desarrollando rápidamente en los dos últimos años. En el excelente análisis de la situación mundial de la industria del aceite de palma realizado por Chandran (2005) no se mencionan porque aún eran un concepto teórico. La posibilidad técnica de convertir el aceite de palma en biodiésel para reemplazar el diésel fósil se dio a conocer gracias a investigaciones realizadas por la Junta Malasia del Aceite de Palma (MPOB) y otros (Ma *et al.*, 1999). Sin embargo, aparentemente es poco probable que esto se lleve a la práctica en gran escala y pronto. La fermentación y destilación de carbohidratos puede producir etanol, que se puede usar en mezclas o como sustituto de la gasolina y, de hecho, se ha venido usando en Brasil por muchos años, pero como caso especial.

El interés en todos estos procesos creció repentinamente alrededor de los años 2005 y 2006, y en la actualidad se están construyendo y proyectando muchas plantas de biocombustible en el mundo, incluyendo 30 plantas de etanol este año en Estados Unidos. Además, se está desarrollando gran cantidad de literatura sobre el tema.

Esta actividad surgió en gran parte a raíz del alza en el precio del petróleo que ha llegado a más de US\$76 por barril, esto es, unos US\$540 por tonelada. Si ese precio se mantiene, el biodiésel derivado de aceites vegetales será competitivo (Mardan, 2006). Sin embargo, el precio del petróleo ha caído, y puede caer mucho más, y con seguridad continuará variando. El petróleo está sujeto a los caprichos del mercado, y sus países exportadores pueden manipular el precio para acomodar sus necesidades. Muchos estimados se han hecho del precio del petróleo por debajo del cual los biocombustibles dejan de ser económicamente competitivos, y US\$50 por barril es a veces considerado como el límite para el biodiésel derivado de aceite de palma. Es una ventaja, no obstante, que el aceite de palma sea relativamente barato comparado con la mayoría de los otros aceites vegetales, especialmente el de colza, que se ha venido usando ampliamente en la Unión Europea (UE).

En esta etapa inicial podemos esperar que continúen los cambios tecnológicos en la producción de biocombustibles, incluyendo combustibles para transporte, y no es posible predecir cuál será el precio en el

futuro. En particular, hoy existen muchos proyectos orientados a producir nuevos biocombustibles a partir de diferentes tipos de biomasa, que son sustratos baratos. Los biocombustibles tendrían precios muy competitivos si se pueden producir a partir de desechos agrícolas o de desechos de madera. Hay múltiples factores impredecibles, y una estrategia de largo plazo y la habilidad de responder rápidamente son esenciales para la industria del aceite de palma, de otra manera, el auge de los biocombustibles puede convertirse en un desastre.

Sin embargo, la competencia entre los diferentes aceites diésel no está impulsada en su totalidad por el precio y el costo. La industria mundial del petróleo no es sostenible a largo plazo, porque si bien actualmente la oferta existente de petróleo puede satisfacer la creciente demanda, las regiones y los campos petroleros se van agotando y llegará el momento en que la oferta disminuirá. Es claro que la oferta de petróleo será cada vez menor comparada con la creciente demanda potencial debido a la mayor riqueza y rápido desarrollo de otros países. Por tanto, en ausencia de sustitutos, el petróleo será cada vez más costoso en términos reales. Sin embargo, aun si existiera amplia oferta de petróleo en el futuro cercano, no se podría usar libremente debido a su efecto en el cambio climático, que a largo plazo es mucho más importante que el precio.

Cambio climático

El cambio climático es en lo fundamental causado por el uso de combustibles fósiles y la inevitable producción de dióxido de carbono, aunque se cree que cerca del 18% de las emisiones netas totales de este gas se debe a la deforestación en los trópicos (Stern, 2006). Originalmente, antes de la era industrial, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera era de 280 ppm, pero ahora es mucho más alta. El dióxido de carbono (y otros gases de invernadero) tiende a evitar que la radiación de calor escape de la superficie de la tierra y, por tanto, a elevar la temperatura de su superficie. Muchos efectos importantes están ya mostrando este cambio global: aumento en las temperaturas del aire y del mar, cambio en movimientos y poblaciones de vida salvaje, y la reducción de glaciales y hielo marino. El área de hielo marino en el Ártico el verano pasado fue un tercio menor que en la década del 80.



La demanda por medidas preventivas ha venido creciendo cada vez más en los últimos dos años, debido a que ciertos gobiernos que anteriormente no creían en la realidad del cambio climático y sus causas, ahora sí lo hacen, por las evidencias a nivel mundial. Los argumentos más sólidos para los políticos son los titulares en la prensa sobre altas temperaturas jamás registradas y eventos de clima extremo como el huracán St. Louis. Estos procesos globales son entendidos en principio, aunque la predicción del clima local para el futuro lejano es extremadamente difícil.

El tercer Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC (2001) predijo un aumento promedio en la temperatura global de 1 a 5 grados hacia el final de este siglo. Temperaturas muy altas podrían derretir las capas de hielo en el mundo y, si esto sucede, en Groenlandia el nivel del mar subiría 7 metros, en la Antártica Occidental 6 metros, y en la Antártica Oriental 70 metros (Anon, 2006a). Este proceso de derretimiento tomaría mucho tiempo y es posible que nunca suceda totalmente, pero muestra la escala de los efectos que pueden resultar del cambio climático. Los científicos han sido acusados de exagerar el cambio climático, pero en mi experiencia ellos tienden a subestimar la velocidad y el tamaño de los efectos. A comienzos de la década del 90 muchos científicos creían que no era probable la ocurrencia de cambios claramente observables antes de los años 2030-2050. Los cambios ya están aquí.

Los gobiernos están bajo fuerte presión para que tomen medidas correctivas. El análisis económico realizado por Stern (2006) afirma que el objetivo práctico debe ser estabilizar el nivel de carbono atmosférico en un rango de 450-550 ppm (actualmente el nivel es de 430 ppm). El análisis económico muestra que la estabilización temprana es más eficiente, pero esto requerirá una reducción del 25% en las emisiones actuales para el año 2050, en vez del aumento continuo que se presenta hoy día. El principal gas de invernadero es el dióxido de carbono, y la fuente principal es el uso de combustibles fósiles, incluyendo diésel y gasolina.

La forma más fácil para moderar el aumento del dióxido de carbono es quemar menos combustible, pero es difícil obtener el apoyo político y popular necesario, especialmente para combustibles de transporte. El mundo necesita métodos adicionales de mitigación,

y lo más inmediato es el uso métodos alternativos de generación de energía. Hasta ahora la mayoría de las medidas que se han tomado son de valor limitado. Los gobiernos han estimulado métodos alternativos de generación de energía como energía eólica y energía derivada de las olas (costoso y variable), energía hidráulica (significativa, pero ya explotada a gran escala), energía solar y uso de biomasa. La energía nuclear tiene un gran potencial pero no goza de aceptación. Ninguno de estos métodos es directamente utilizable como combustible de transporte.

Actualmente, el método más fácil y más popular de mitigación es la implementación de sistemas de créditos de carbono donde quienes producen más dióxido de carbono pagan por ahorros compensatorios en otra parte (Stern, 2006). En principio, un aumento en emisiones es compensado por una reducción equivalente en otras emisiones. Esto puede ser difícil de supervisar y controlar en la práctica, y no hay claridad en qué cantidad de ahorro genuino de dióxido de carbono se puede encontrar. Por ahora, únicamente la Unión Europea ha introducido este sistema.

Biocombustibles

Los biocombustibles proporcionan una fuente promisoría para dichos ahorros. Un sustituto de la gasolina se puede producir fermentando y destilando granos, azúcar u otros carbohidratos para producir etanol o butanol, que puede reemplazar la gasolina totalmente, o se puede usar en mezclas. Igualmente es posible usar aceites vegetales (palma, colza, soya, algodón, etc.) como sustitutos del diésel por medio de reesterificación con alcohol metílico para producir ésteres metílicos y glicerol (Ma *et al.*, 1999; Mardan, 2006). Si se usan estos combustibles en vez de combustibles derivados del petróleo, solos o en mezcla, desde luego producirán por lo menos una cantidad de dióxido de carbono igual a la que produce el combustible fósil. Sin embargo, esto será compensado por la absorción en los cultivos que se establecen para producir más biocombustibles, dando como resultado un ciclo benigno que produce un menor aumento en emisiones de dióxido de carbono.

Existe gran interés en producir estos biocombustibles, para lo cual se están haciendo grandes inversiones. Comentarios iniciales prácticamente sugerían que el problema del calentamiento global podría ser resuelto

con estos biocombustibles, pero esto es muy poco probable debido a la gran escala del problema. Se han citado varias cifras de la proporción de todos los combustibles fósiles que se usan en transporte terrestre, marítimo y aéreo; la cifra oscila entre 20 y 30% en la mayoría de los países industrializados. Sin embargo, el biodiésel también se puede usar para calefacción, generación de energía y como materia prima para químicos y plásticos, en la misma forma en que se usan los destilados medios del petróleo. Si hubiera suministro ilimitado de biodiésel para estos usos podría tener un impacto significativo en las concentraciones de dióxido de carbono y en el cambio global. Sin embargo, normalmente habría también demanda por tierra, lo que evita que se puedan satisfacer todas estas necesidades. Actualmente el uso anual de petrodiesel está muy por encima de 400 millones de toneladas (Administración de Información de Energía, 2006).

Debido a que hay pérdidas en la conversión de aceite vegetal en biodiésel, y el contenido de energía es menor que el del diésel normal por el contenido más alto de oxígeno (Mardan, 2006), se requerirían más de 400 millones de toneladas de aceite vegetal para lograr un reemplazo total. En la práctica, un reemplazo parcial usando mezclas con diésel fósil sería valioso y más práctico, por lo menos en las primeras etapas.

La producción anual de todos los aceites vegetales es de unos 120 millones de toneladas, de las cuales 35 millones son de aceite de palma, y todo este aceite ya tiene un mercado. El suministro de alimentos no se puede poner en peligro desviando aceites vegetales para la producción de biocombustibles (Anon, 2006b, Stern, 2006), de tal manera que el biodiésel debe ser producido a partir de fuentes nuevas de aceites vegetales.

La Unión Europea usa gran cantidad de diésel, alrededor de 160 millones de toneladas al año, y ha estimulado la producción de biodiésel a partir de aceite de colza desde el año 2003. Pero este cultivo tiene un rendimiento mucho menor por hectárea que la palma de aceite y su precio es más alto, de tal manera que debe ser subsidiado. El limitado objetivo inmediato de la Unión Europea es que para el año 2010, todo el diésel debe contener 5,75% de biodiésel. Desde luego, todo esto ayuda, pero el impacto de la industria de

aceites vegetales en el problema del cambio climático es muy poco. Existe un problema paralelo con la sustitución de gasolina por etanol en la Unión Europea a partir del año 2010, que requerirá 32 millones de toneladas de grano cada año, o aproximadamente 12% de la cosecha total de granos en la Unión Europea (Bickert, 2006).

Es necesario o que los cultivos tengan rendimientos más altos por hectárea, o que se aumente el área de cultivo. El mejoramiento genético de los cultivos es lento, la Unión Europea ha prohibido el uso de cultivos genéticamente modificados, y las grandes cantidades requeridas no se pueden obtener fácilmente a través de mejoras del cultivo. Sin embargo, si la necesidad mundial es suficientemente importante, y si el precio es correcto, el área de cultivo se puede ampliar. Para los países occidentales esto podría mitigar hasta cierto punto el problema del cambio climático, y satisfacer en parte la demanda popular por acción. Esto también los haría menos dependientes de los países exportadores de petróleo, que en algunos casos son inestables y hostiles.

Finalmente, gran parte de las tierras de reserva no necesarias para la agricultura en los países occidentales se podría usar para cultivos de oleaginosas y cultivos para extracción de etanol, lo que a su vez ayudaría a resolver varios problemas de subsidios y excedentes agrícolas. Para estos gobiernos, los biocombustibles deberían generar situaciones en las que todos ganan. Inclusive, se ha sugerido que este nuevo mercado haría posible el reinicio de la Ronda Doha de negociaciones comerciales.

Hoy el aceite de palma representa cerca del 30% de la producción mundial de aceites vegetales. Si asumimos, a modo explicativo, que esta proporción se mantiene, que podemos ignorar las pérdidas en la producción de biodiésel, y que el objetivo inmediato es producir suficiente como para reemplazar el 10% de las 400 millones de toneladas de diésel fósil por año, esto equivaldría a 13,3 millones de toneladas de aceite de palma al año. Actualmente el promedio mundial de rendimiento es de alrededor de 3,5 toneladas de aceite por hectárea, aunque el material clonado tiene el potencial para un rendimiento de más de 10 toneladas de aceite por hectárea (Soh A C, comunicación privada). Podemos razonablemente esperar 4 toneladas por hectárea en



las nuevas siembras con material mejorado y en sitios apropiados para su cultivo. Esta nueva demanda podría ser producida en 3,3 millones de hectáreas con ese rendimiento. Esto debería ser posible, dado el gran tamaño de los países ecuatoriales adecuados para este cultivo, como Indonesia, Brasil y el Congo. Sería difícil, tomaría mucho tiempo y demandaría conocimientos y personal calificado, y material de siembra mejorado, pero con esto se podría hacer una gran contribución para detener el cambio climático.

La industria malasia tiene la capacidad y los conocimientos, pero tiene limitaciones de tierra. Tendrá que recorrer cuidadosamente el camino para lograr el equilibrio entre demasiada expansión cuando el precio del petróleo es alto o poca expansión cuando el precio es bajo. También debe estar muy atenta a la investigación sobre nuevas formas de biocombustibles, y debe estar lista para reaccionar a cualquier forma nueva y más barata de combustible que se produzca (Chan, 2006). Desde luego también es posible ir cambiando con los años la proporción de vehículos con motores diésel y vehículos a gasolina, de tal manera que la situación de los sustitutos de la gasolina sea de mayor interés. En vista de estas incertidumbres, sería razonable pedir algún tipo de garantía de precio por parte del gobierno, si éste desea que la producción de aceites vegetales se incremente rápidamente con el propósito de satisfacer una parte sustancial de la demanda de biodiésel.

Sostenibilidad

En los últimos años, la industria ha venido tomando cada vez más conciencia de la sostenibilidad del cultivo de la palma de aceite y la conservación de los bosques (Corley, 2006). En este sentido, hay gran presión de un gran número de conservacionistas, y el caso para la conservación de vida silvestre y ecosistemas es definitivamente fuerte. La pregunta de fondo es siempre: "¿Qué tanta área de conservación necesitamos?" y sobre esto es muy difícil ponerse de acuerdo. Sin embargo, en la actualidad se está buscando una ruta para lograr un acuerdo a través de la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible, conocida como RSPO por sus iniciales en inglés, que está estableciendo criterios para el aceite de palma sostenible, cuya esencia radica en los métodos y controles de selección del sitio. Una organización paralela se ha establecido para la industria de la soya.

La palma de aceite requiere un clima muy similar al de un bosque húmedo tropical (Corley & Tinker, 2003), y sin duda la mayoría del área sembrada actualmente con palma de aceite fue en el pasado un bosque. Sin embargo, con frecuencia las palmas se han sembrado después de otro cultivo; por ejemplo, caucho, u otro tipo de vegetación como Lalang (*Imperata cilíndrica*) o maleza.

Existe una fuerte oposición a la tala de bosques para la siembra de palma, con la creencia equivocada de que la deforestación es estimulada por su industria. Sin embargo, se ha demostrado (Corley & Tinker, 2003; Henson & Chang, 2003; Corley 2006) que cuando la cantidad de siembras de palma de aceite se compara con medidas cuantitativas de pérdida de bosque tropical, como las de FAO (2001), la fracción correspondiente a la palma de aceite es muy pequeña. Aun dentro de Indonesia, donde se han presentado la mayoría de siembras en bosques existentes en la última década, no ha pasado del 13% de la pérdida total de bosques (Henson & Chang, 2003). La principal causa de la pérdida de bosque es la necesidad de tierra para millones de granjeros.

Una razón muy importante del bajo porcentaje de tierra es el alto rendimiento de más de 3,5 toneladas de aceite por hectárea que se obtiene de cultivos bien manejados. Por el contrario, la mayoría de los cultivos anuales de oleaginosas producen cerca de 1 tonelada de aceite por hectárea únicamente, y los rendimientos obtenidos con la rotación de cultivos son relativamente bajos. Como lo explican Evans (1998) y Corley (2006), es mucho mejor tener una agricultura bien manejada de alto rendimiento en un área relativamente pequeña, que usar áreas muy grandes en agricultura de baja inversión para obtener la misma producción.

Se cree que la deforestación neta actual suministra hasta una quinta parte del exceso de dióxido de carbono que se acumula en la atmósfera a una tasa de alrededor de 2 ppm por año (Stern, 2006). Igualmente, que este exceso viene de la pérdida de bosques en las zonas tropicales del mundo, ya que, por el contrario, los bosques en las zonas templadas están creciendo. Por tanto, disminuir o detener la deforestación en zonas tropicales es un objetivo importante en la lucha contra el cambio climático. La cantidad de carbono en la vegetación de un bosque tropical en Malasia oscila

entre 190 y 260 toneladas por hectárea (Henson, 1999), aunque el promedio en los datos de un rango geográfico más amplio en la misma publicación es de menos de 200 toneladas por hectárea; para bosques pobres o bajo explotación, esa cantidad oscila entre 160 y 100 toneladas por hectárea.

Hoy día se ha aceptado que ningún bosque de Alto Valor de Conservación debe ser talado para la siembra de palma de aceite, pero inclusive bosques pobres pueden contener hasta 130 toneladas de carbono por hectárea. Las palmas mismas acumulan carbono a medida que van creciendo, pero no es probable que el promedio de peso de biomasa a lo largo de una rotación esté por encima de 100 toneladas por hectárea (Henson, 1999) o unas 50 toneladas por hectárea de carbono. La cantidad de carbono en el suelo no cambia significativamente con el cambio de bosque a palma de aceite (Corley, 2006). El carbono en la vegetación de cobertura puede ser considerable en los primeros estados del ciclo del cultivo, pero es muy poco al final, y probablemente puede no ser tomado en cuenta.

La cantidad de aceite de palma producido en un ciclo de 25 años es de cerca de 80 toneladas considerando un rendimiento de 4 toneladas por hectárea, con un contenido de alrededor de 76% de carbono (K Berger, comunicación privada), o 61 toneladas de carbono. Al final del ciclo, el carbono en las palmas y en el aceite producido es de 111 toneladas. Si se perdieran 130 toneladas de carbono de bosque, habría una pequeña pérdida neta al final del ciclo de 25 años. Sin embargo, en el caso de tierras agrícolas, habría una ganancia neta que aumenta rápidamente desde el comienzo. Es en extremo importante obtener el valor completo de carbono de la producción de biodiésel, y esto sólo se puede hacer si las palmas se siembran en tierras que no sean de bosque alto. Si existe un sistema de créditos para el ahorro de emisiones de dióxido de carbono (Stern, 2006), la pérdida de carbono de la pequeña vegetación anterior puede simplemente ser compensada con los créditos de carbono ganados por el biodiésel. El balance completo de carbono durante todo el ciclo, incluyendo todos los procesos pertinentes, debe ser calculado.

La tala de bosque alto maduro es perjudicial tanto por la pérdida combinada de carbono como por el efecto

en la vida silvestre. Las siembras se deben realizar en tierras agrícolas existentes, cubiertas de maleza o que no sean de bosque o con bosques muy pobres, y que sean apropiadas para el cultivo (Corley, 2006). La siembra de palma de aceite en este tipo de tierras debe dar un ahorro de carbono significativo y continuo por muchos años. Los altos rendimientos de aceite son esenciales, y demuestran la importancia de seleccionar buenos suelos y tierras planas y que las plantaciones sean bien administradas. La industria puede afirmar que si se usan tierras agrícolas, o bosques pobres o talados, es mucho más sostenible sembrar palma de aceite para la producción de biodiésel que cualquier otro uso de la tierra, debido a la protección que la oleaginosa proporciona al suelo y los créditos de carbono que puede ganar.

Es de esperar que las organizaciones ambientales apoyarán y apreciarán el hecho de que la industria del petróleo, que fundamentalmente no es sostenible, está siendo gradualmente suplementada y tal vez desplazada parcialmente por una industria sostenible de biocombustibles. Estas organizaciones obviamente están en contra del calentamiento global por la amenaza que representa para la vida silvestre en todo el mundo, ya que puede causar la extinción de muchas especies. Sin embargo, a ninguna de estas organizaciones le gustaría ver que se tomen grandes extensiones de bosque maduro para cultivo para producción de biocombustibles. Esperamos que la RSPO pueda lograr un arreglo satisfactorio sobre este tema.

Si estas posibilidades son aceptadas, los gobiernos del mundo tendrán que elaborar políticas con incentivos y regulaciones para hacer que la producción de biocombustibles sea rentable, y tendrán que ayudar económicamente para la rápida expansión de los cultivos de oleaginosas. La palma de aceite siempre tendrá la ventaja por su alto rendimiento por hectárea comparado con el rendimiento de otras oleaginosas como soya y colza. Por otro lado, los cultivos arables pueden responder más rápidamente a los incentivos para ampliar el área sembrada, si hay tierras disponibles para ello. Además, con la mecanización de estos cultivos el costo de producción es más bajo y pueden ser manipulados genéticamente en la mayoría de los países fuera de la Unión Europea.



Conclusiones

Según la información actual, el biodiésel llegó para quedarse y crecerá mucho en las próximas décadas. Sin embargo, habrá períodos buenos y malos, dependiendo del precio del petróleo y los avances tecnológicos en otras formas de biocombustibles y métodos alternativos de generación de energía. Existe una gran variedad de ideas y críticas sobre el tema de biocombustibles, como lo discute Pearce (2006). Hoy la mayoría de las incertidumbres parecen concentrarse en el bio-etanol, donde el ahorro neto de carbono puede ser muy pequeño después de considerar todos los costos de combustible involucrados en la producción de algunos cultivos. Tanto para bio-etanol como para biodiésel existe una seria posibilidad de que la nueva demanda pueda subir los precios de estos productos comestibles hasta el punto de que queden por fuera del alcance de los pobres.

La única forma de prevenir esto es satisfacer la nueva demanda aumentando las áreas de cultivo y los rendimientos. Por tanto, hay interés en cultivar palma de aceite en África, aunque la experiencia, el

conocimiento sobre palma de aceite, el manejo de las plantaciones y los materiales de siembra mejorados se concentran en el suroriente asiático. Este sería un buen momento para pedir apoyo a las ONG conservacionistas para detener el calentamiento global con el uso de biocombustibles. A cambio, la industria podría ofrecer ayuda en la preservación de bosques altos y apoyar inversiones sustanciales en biodiversidad y conservación, donde se necesita investigación sobre ecología y manejo de suelos en bosques tropicales (Korner, 2006). Con esta posibilidad de un gran mercado nuevo, es ciertamente el momento preciso de impulsar la investigación para lograr los máximos rendimientos. Si la industria del aceite de palma puede responder a esta oportunidad, esto podría representar un gran aumento en el mercado de aceite de palma y al mismo tiempo un paso adelante en la sostenibilidad mundial de fuentes de energía.

Agradecimientos

El autor agradece a Mr Chew Poh Soon y Dr R H V Corley por su colaboración, y a Ms Belvinder Kaur por la útil información.

Bibliografía

- Anon. 2006a. The heat is on. *The Economist*, London. Special Report, September 9, 2006, 5-24
- Anon. 2006b. *Energy Information Administration Online* (2006).
- Anon. 2006c. Food prices would soar in bio fuels switch, says Unilever. Aug. 7, 2006, *Times*, London
- Bickert, C. 2006. Fuelling a grain shortage. *Agrifuture*, summer 2006, 24-25.
- Chan K W. 2006. *Renewable energy*. In: Higher Productivity and Efficient Practices for Sustainable Plantation Agriculture (Vol. 1). The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. 37-55.
- Chandran, M R. 2005. Malaysian palm oil industry and the changing global environment. *The Planter*, 81 (955): 619-633
- Corley, R H V. 2006. Is the oil palm industry sustainable? *The Planter*, 82 (959): 121-135
- Corley R H V; Tinker, P B. 2003. *The Oil Palm*. Blackwell Science, Oxford. p 480
- Evans, L T. 2003. Agricultural intensification and sustainability. *Outlook Agriculture*, 32, 83-89.
- Henson I E. 1999. Comparative ecophysiology of oil palm and tropical rainforest. In: *Oil Palms and the Environment* (G Singh, Lim K H, Leng T, D Lee Kow, eds.). Malaysian Oil Palm Growers Council, Kuala Lumpur. 253-260.
- Henson I E; Chang K.C. 1999. Oil palm plantations and forest loss - an objective appraisal. In: *Proc. Agric. Conf. "Palm oil: the power house for the global oils and fats economy"*, 24-28 August. Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur. 960-974
- Korner, C. 2006. Forests, biodiversity and CO₂: surprises are certain. *Biologist*, 53 (2): 82-90.
- Ma, A N; Toh T S; Chua N S. 1999. Renewable energy from oil palm industry. In: *Oil palm and the environment* (G Singh, Lim K H, Leng T, D Lee Kow, eds.). Malaysian Oil Palm Growers Council, Kuala Lumpur. 253-260
- Mardan, M. 2006. Beyond palm oil: the biodiesel power! *The Planter*, 82 (958): 7-10.
- Pearce, F. 2006. Fuels Gold. *New Scientist*, 23 September, 36-41.
- Stern Review. 2006. *The Stern Review on the economics of global change*. Preview www.sternreview.org.uk to be published January 2007, Cambridge University Press.

