

# ¿Puede la palma de aceite sustituir el bosque húmedo tropical? \*

## Oil Palm - Can it Substitute the Tropical Rainforest? \*\*

Ian E. Henson<sup>1</sup>

### Resumen

El bosque húmedo tropical es una gran reserva de biodiversidad animal y vegetal, representa un inmenso depósito de carbono, sirve como regulador de flujo de agua y conserva la estructura, materia orgánica y nutrientes del suelo a través de procesos de reciclaje y protección física de la naturaleza. Es posible que también regule el clima regional. El área de estos bosques se está reduciendo mientras que las plantaciones, como la palma de aceite, se han expandido considerablemente en los últimos años. Este artículo examina brevemente hasta qué punto una plantación de palma de aceite puede cumplir las Punciones naturales del bosque. Se concluye que, siempre y cuando las prácticas culturales y manejo sean apropiados, la palma de aceite puede emular al bosque en muchas formas y en este sentido es superior a muchas otras alternativas agrícolas, sin embargo, habrá una reducción inevitable en biodiversidad y almacenamiento de carbono comparado con el bosque y, por tanto, es importante lograr un equilibrio entre la expansión agrícola y la conservación del bosque

### Summary

The tropical rainforest is a reservoir of high plant and animal biodiversity, represents a large carbon store, serves as a regulator of water flow in catchments and acts to conserve soil structure, organic matter and nutrients through processes of recycling and physical protection of the landscape. It may also regulate regional climates. The area of such forest has diminished whereas that of plantation crops such as oil palm has expanded considerably in recent years. This paper briefly examines the extent to which an oil palm plantation can serve to fulfil the natural functions of the forest. It is concluded that, provided cultural practices and management are appropriate, oil palm can emulate the forest in many ways and in this respect is superior to many alternative agricultural uses. However, there will be an inevitable reduction in biodiversity and total carbon storage in plantations compared with forest and therefore it is important that a balance is struck between agricultural expansion and the conservation of natural forest area.

### Palabras Clave

Palma de aceite, bosque húmedo, biodiversidad, secuestro de carbono, hidrología.

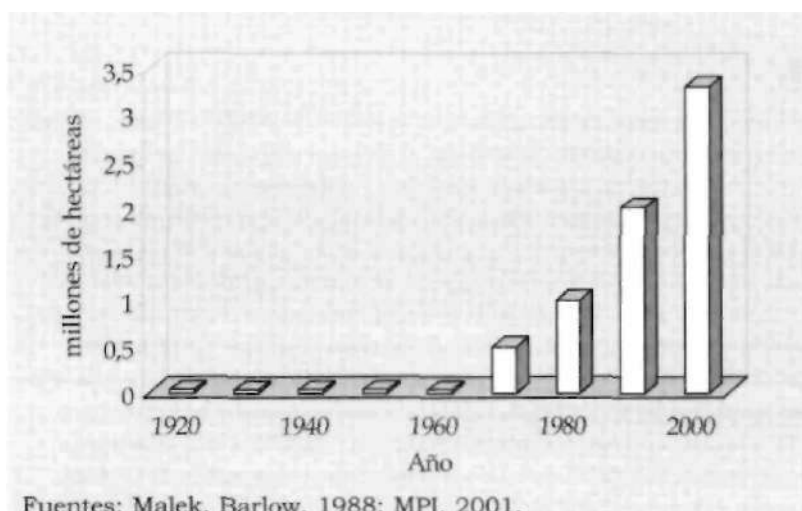
### Introducción

El área ocupada por palma de aceite en Malasia se ha extendido rápidamente (Figura 1), tanto que en el 2000 aproximadamente 10% de todo el país estaba cubierto por este cultivo, representando 56% de toda el área cultivada, superior a cualquier otra actividad agrícola (MPI, 2000, 2001; Chan, 2002).

Para las primeras siembras de palma de aceite muchos bosques

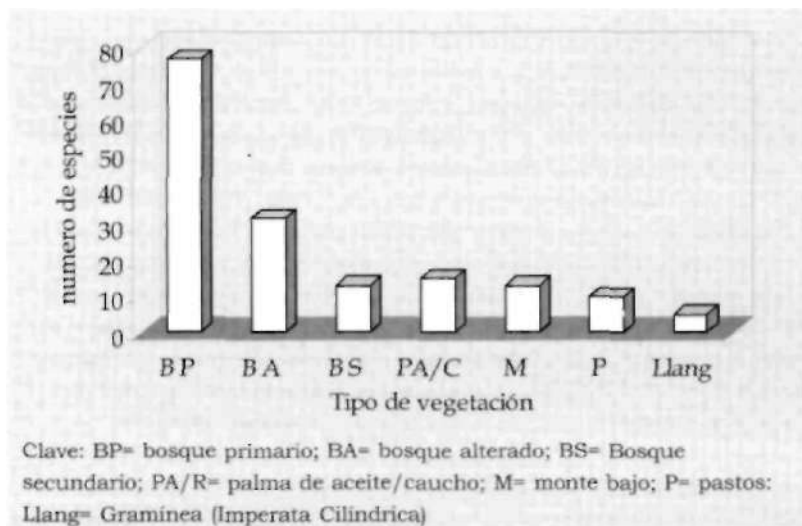
primarios se destruyeron para establecer plantaciones, especialmente en las regiones bajas de la costa occidental de la península, que son las tierras más fértiles y productivas. La expansión siguiente involucró la tala de bosques secundarios o el reemplazo de otros cultivos como caucho y cacao. Más recientemente, la palma de aceite se ha sembrado extensamente en Malasia Oriental, después de la decisión de abrir más áreas forestales para la agricultura.

Los cambios de uso de tierras tienen implicaciones en la biodiversidad, clima (ciclo de agua y carbono) y conservación de agua, suelo y nutrientes. Este artículo revisa brevemente las probables consecuencias de reemplazar bosques por palma de aceite, en comparación con otras alternativas, y resalta las prácticas de manejo que pueden ayudar a mitigar los impactos ambientales negativos.



Fuentes: Malek, Barlow, 1988; MPI, 2001.

**Figura 1** Cambios de la palma de aceite en Malasia.



Clave: BP= bosque primario; BA= bosque alterado; BS= Bosque secundario; PA/R= palma de aceite/caucho; M= monte bajo; P= pastos; Llang= Gramínea (*Imperata Cilindrica*)

**Figura 2** Efectos de la vegetación en el número de especies mamíferas

### Biodiversidad

Biodiversidad se puede definir como el número de especies presentes por unidad de área, o alternativamente, como el número de grupos funcionales de especies. Incluye todas las formas de vida: fauna, flora y microbiana. La diversidad genética dentro de las especies es una medida adicional. La biodiversidad de un ecosistema se relaciona con su estabilidad a largo plazo. El efecto más dramático de sustituir bosques naturales por sistemas agrícolas es sin duda sobre el número de especies (Figura 2).

Las plantaciones y otros sistemas de monocultivos tienen una gama limitada de especies comparados con sistemas naturales. Esto se debe en parte a las características de uniformidad del habitat y en parte debido al tipo de manejo, donde ciertas especies son consideradas como plagas y se controlan activamente. En

general, la palma de aceite es un habitat menos favorable para muchas especies comparada con el caucho (Duckett, 1976) y, tal vez, otros cultivos de dicotiledóneas arbóreas. Sin embargo, es probable que los cultivos arbóreas sustenten mayor diversidad de especies que los potreros y cultivos de corto plazo debido al dosel más alto y la oportunidad de tener cultivos de cobertura y epífitas en los troncos.

En Europa, la pérdida de habitat naturales ha conducido a realizar esfuerzos para reintroducir prácticas agrícolas menos intensivas. El objetivo es favorecer ecosistemas más adecuados para la vida silvestre y mitigar impactos ambientales dañinos. Los bajos rendimientos que por lo general se obtienen con este enfoque son parcialmente compensados a través de subsidios gubernamentales, en parte por menores costos de inversión, y en parte por el precio especial de los productos orgánicos. Además del regreso a los métodos tradicionales sin (o muy baja) aplicación de químicos, se están reservando áreas para conservación. Duckett (1976) observó que anteriormente en las plantaciones de caucho era una práctica común dejar las áreas bajas y pantanosas, no adecuadas para el caucho, como vegetación natural que podía mantener una gran variedad de vida silvestre. Más tarde se encontró que estas áreas eran muy adecuadas para la palma de aceite que tolera y crece bien en suelos de alto nivel freático. Esto condujo a la disminución de estas "reservas" pero la idea de conservar estas áreas se ha revivido últimamente (Vis *et al.*, 2001).

Las políticas administrativas que sirven para incrementar la biodiversidad incluyen la siembra de leguminosas de cobertura, siembras intercaladas, retención de desechos de palma en el campo tanto después de tumar el viejo cultivo para resiembra

como a lo largo de la vida del nuevo (suministrando así habitat para heterótrofos), promoción de depredadores naturales para control de plagas y enfermedades (incluyendo plantas huésped para sustentar estados larvales) y uso mínimo de pesticidas y otros agroquímicos. Esto implica una plantación menos limpia pero más equilibrada en términos ecológicos.

La estrecha base genética de materiales comerciales de palma de aceite causa preocupación sobre la potencial vulnerabilidad del cultivo a plagas y enfermedades potenciales. En Malasia tenemos la fortuna, a diferencia de Latinoamérica donde los problemas de plagas y enfermedades parecen ser muy comunes, de tener relativamente pocos problemas importantes con relación a patógenos.

Por tanto, la palma de aceite en Malasia requiere de un modesto uso de químicos protectores, con excepción de cebos para ratas y herbicidas. Los fertilizantes, que constituyen la porción más grande de los costos no laborales, están siendo sustituidos a través del reciclaje de efluentes de las plantas de beneficio y otros materiales orgánicos y la retención y uso de residuos de cultivos anteriores después de la resiembra. Esto favorece tanto a la vida silvestre como al medio ambiente en general, y reduce el uso de energía y combustibles fósiles.

### Productividad

El aumento de la biomasa vegetal es principalmente debido a la absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera (este proceso se conoce como asimilación bruta). Una parte de la asimilación bruta se pierde en procesos respiratorios que liberan CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El resto de CO<sub>2</sub> asimilado (asimilación neta) es usado para formar biomasa. Parte de esta biomasa se agrega a la existente (conduciendo a su incremento) y otra parte se pierde de la planta en proce-

tos de abscisión (por ejemplo, caída de hojas), comida por herbívoros o como partes de la planta cosechadas. En los ecosistemas naturales este material, en su mayoría, permanece en el sitio, pero en cultivos, la porción cosechada se transporta para consumo externo.

La productividad neta de cultivos bien manejados por lo general es más alta que la de los ecosistemas naturales debido a las aplicaciones que se le hacen al sistema. La productividad de un ecosistema en términos de producción de materia seca es además una función de su estado de desarrollo. Con frecuencia, es alta durante las primeras fases de establecimiento, por ejemplo un bosque en proceso de regeneración, luego declina de manera gradual hasta que el sistema llega a un equilibrio en el cual las ganancias se compensan en gran parte con las pérdidas (fase de "climax").

Un bosque húmedo tropical primario, inalterado, maduro, representa dicho climax, mientras que la palma de aceite, que se reemplaza a los 25 - 30 años después de sembrada, no llega a este estado. Por tanto, como

se muestra en la Tabla 1, la producción anual de materia seca de palma de aceite (por ejemplo, asimilación neta de CO<sub>2</sub>) puede exceder de modo sustancial la del bosque. Sin embargo, en términos absolutos, el incremento del crecimiento anual (cantidad de materia seca agregada a la biomasa) puede ser similar a la de un bosque que no ha llegado a la fase de climax. Esto se debe principalmente a la remoción de la biomasa cosechada.

#### Secuestro de carbono

Aunque las plantas terrestres contienen menos del 0,0009% del carbono total del mundo (99,9% está contenido en rocas y sedimentos) representan una fuente precaria de CO<sub>2</sub>. La destrucción de los bosques a escala mundial ha contribuido sustancialmente al aumento en niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Se ha estimado que la pérdida de carbono de biomasa por la tala de bosques en 1990 contribuyó con aproximadamente 25% de las emisiones netas globales de CO<sub>2</sub> (Jarvis, Dewar, 1993; Tinker *et al.*, 1996). Se calcula que en el sureste asiático el cambio de uso del suelo (principalmente deforestación) en 1980 resultó en una liberación neta de entre 150 y 430 millones de toneladas de carbono, o aproximadamente 0,04% del carbono total en la atmósfera (Palm *et al.*, 1986).

De manera gradual, los bosques primarios han acumulado carbono a través de los siglos tanto en la vegetación como en el suelo y gran parte de éste es liberado con la destrucción de bosques para la agricultura (Unesco, 1991; Anderson y Spencer, 1991). Rara vez se ha detallado la cantidad de carbono contenida en estos bosques (por ejemplo, Ogawa *et al.*, 1965; Yoda, 1978; Kira, 1987; Anderson y Spencer, 1991), pero la reserva total de carbono puede ser sustancial, no sólo en la vegetación si no también

Tabla 1  
Comparación de productividad en bosques y palma de aceite

Proceso	Bosque tierras bajas <sup>a</sup>	Palma de aceite <sup>c</sup>
Asimilación bruta CO <sub>2</sub>	99,1	102,2
Pérdida por respiración	-73,4	-65,5
Asimilación neta CO <sub>2</sub>	25,68	36,7
Residuos	-15,85	-9,0
Rotación por raíces	-4,00	-2,3
Biomasa cosechada	N/A	-17,0
Incremento de biomasa	5,83	8,4
Incremento de biomasa como % de biomasa activa	1,2	13,5

- Todos los datos en toneladas de materia seca/ha/año.
- Datos de bosque Pasoh, Negeri Sembilan (véase Henson, 1999).
- Datos (Henson, 1999) de una plantación costera 9 a 10 años después de siembra.

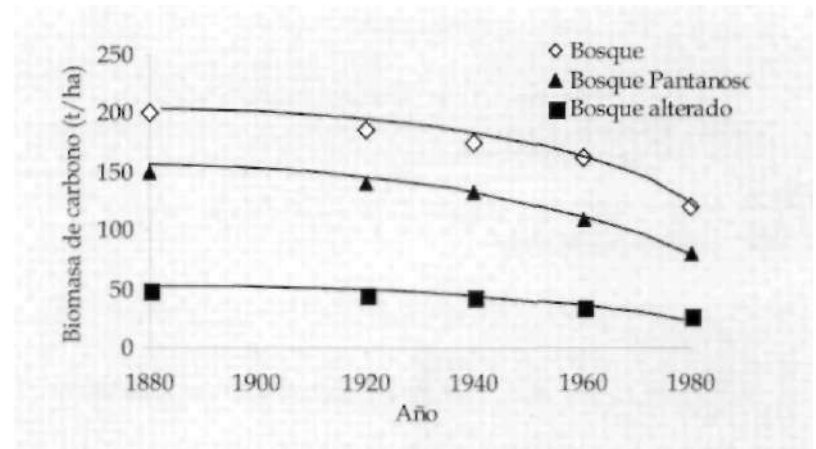
en el suelo (Yoda, 1978; Chan, 1982). La alteración causada por la destrucción de bosques seguida de la preparación de suelos para agricultura libera carbono del suelo y de la vegetación.

Se estima que los bosques primarios de tierras bajas en Malasia contienen entre 190 y 260 toneladas de c. por hectárea en la vegetación y 100 toneladas por hectárea en el suelo y desechos superficiales (Chan, 1982). Sin embargo, por mucho tiempo la densidad de biomasa ha declinando de manera continua en los bosques de Malasia y otros del sureste asiático (Figura 3), debido principalmente a actividades de tala y colonización. Se estima que los bosques alterados en tierras bajas contienen menos de 60% de su biomasa potencial (Brown *et al*, 1993) por tanto son similares a los de tierras altas o en suelos pobres tierra adentro (Chan, 1982). La mayoría de los bosques primarios han desaparecido y gran parte de los nuevos desarrollos agrícolas se hacen en bosques secundarios.

La palma de aceite tiene una vida económica de 25 a 30 años, y para entonces la biomasa total (sobre y bajo la superficie) es de c. 100 toneladas por hectárea, que representa 40 a 50 toneladas de carbono por hectárea (Khalid *et al*, 1999a,b; Henson, Chang, 2000) (Figura 4).

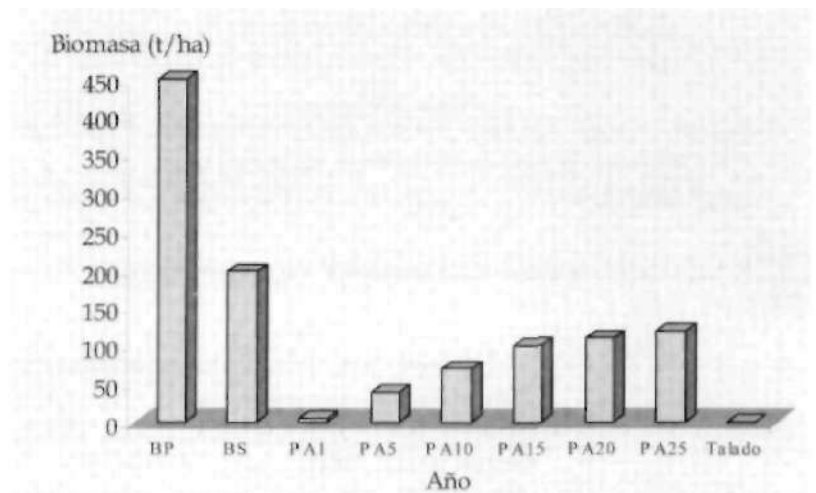
Antes, en la resiembra, una gran porción de la biomasa superficial y troncos extraídos se quemaban en el sitio, causando la pérdida de la mayoría de la reserva de carbono como CO<sub>2</sub>. La práctica actual ha cambiado y ahora el material se apila o se tritura y se incorpora al suelo antes de sembrar el nuevo cultivo (Mohd Hashimm *et al*, 1995). Esto aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, conserva nutrientes (Khalid *et al*, 1996) y reduce la emisión de gases a la atmósfera.

Se calcula que las reservas de carbono en la biomasa de carbono en Malasia en 2000 son de aproximadamente 89.3 millones de toneladas, o 26 toneladas por hectárea (Chan, 2002). Esto representa aproximadamente una décima parte de la cantidad contenida en una hectárea de bosques primarios en tierras bajas (Chan, 1982).



Fuente: Calculado de datos en Richards, Flint (1994). Las líneas de tendencia son polinomios ajustados de segundo orden

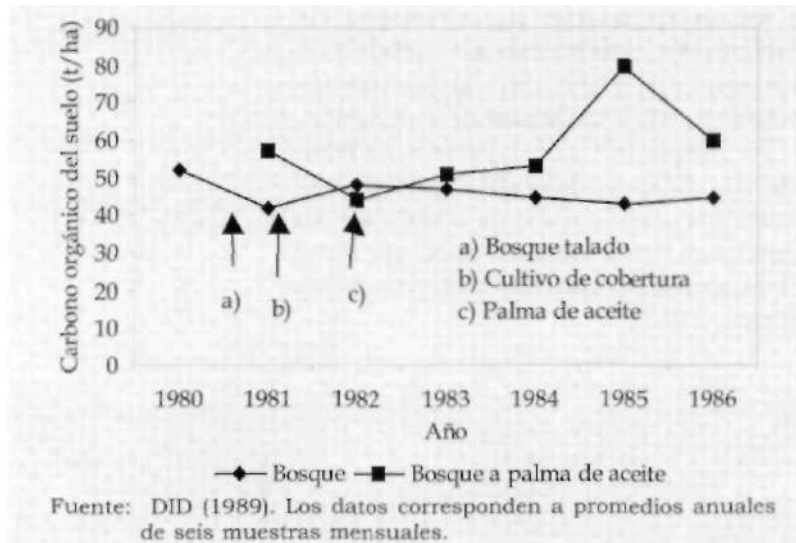
**Figura 3** Cambios a largo plazo en densidad de carbono de biomasa de bosque en Malasia



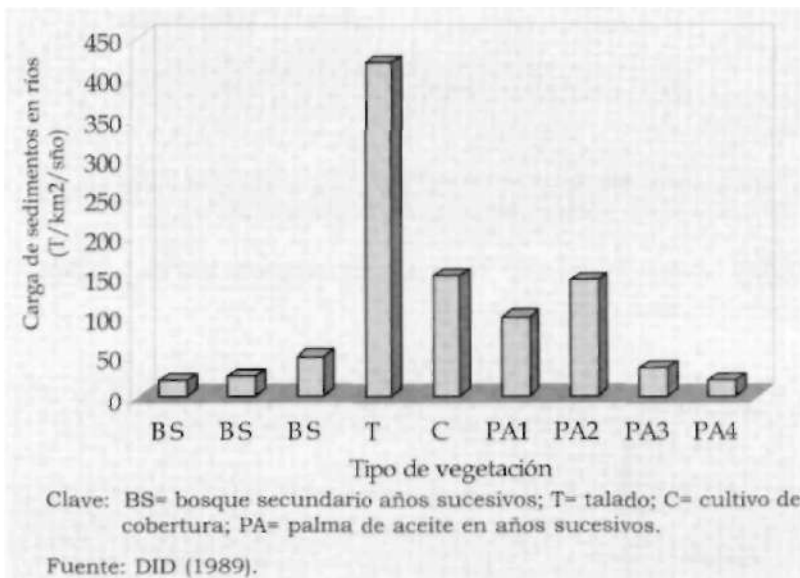
Clave: BP= bosque primario; BS= bosque secundario; PA1-PA25= palma de aceite después de 1 a25 años.

Fuente: Henson (1994).

**Figura 4** Cambios en biomasa activa después de talar el bosque y sembrar palma de aceite



**Figura 5** Cambios anuales en C orgánico en los 30 cm de capa superior (Sg Tekam catchment study)



**Figura 6** Efecto de la vegetación en la carga anual de sedimentos en ríos

En algunos ecosistemas forestales, las reservas de carbono en el suelo pueden ser considerables (Chan, 1982; Gong, Ong, 2002; Lim, 2002). Por lo general la tala de bosques causa una disminución en el contenido de materia orgánica del suelo debido a las temperaturas más altas del suelo (que acelera la descomposición), menos acumulación de desechos y mayor

oxidación causada por las labores de labranza (Tinker *et al*, 1996)

La información disponible, aunque muy escasa, sugiere que los niveles de carbono en el suelo se mantienen o mejoran con el cultivo de la palma de aceite (Figura 5; Haron *et al*, 1998).

### Regulación de flujos de agua y conservación de suelos y nutrientes

Los bosques desempeñan un papel importante en la regulación del ciclo del agua entre el suelo y la atmósfera. Su papel protector en las cuencas hidrográficas y sumideros es bien conocido (Daniel, Kulasingam, 1974). El dosel de los bosques intercepta gran parte de la lluvia y las capas intermedias y hojarasca en el suelo proveen aún mayor protección. Estos factores reducen el impacto adverso de las lluvias fuertes sobre la estructura del suelo, previenen la compactación de la superficie, mantienen la capacidad de infiltración y reducen la escorrentía y la pérdida de suelo y nutrientes causada por la erosión. La contaminación de los cursos de agua es mínima y no hay impactos adversos en la vida acuática. Los bosques, además, amortiguan las corrientes de agua que entran a los ríos, y suaviza el flujo de agua de los sumideros, reduciendo los riesgos de inundación durante la época de lluvias y asegurando suministro continuo de agua durante las épocas secas.

El sistema radical de los bosques puede reciclar agua profunda. La evotranspiración de los bosques tropicales puede jugar un papel importante en el control del clima global y en los patrones de lluvia regionales (Shukla *et al*. 1990).

Hasta que punto los cultivos arbóreos, y en especial la palma de aceite, sirven para emular los efectos descritos con anterioridad ha sido el tema de unos pocos estudios. Es pro-

bable que el mejor ejemplo es el estudio realizado en los humedales Sungai Tekam en Pahang (DID, 1989) donde áreas de bosques secundarios fueron reemplazadas por palma de aceite. Los impactos adversos de la tala de bosques y desarrollos relacionados en los humedales se miden por los sedimentos sólidos en los ríos (DOE, 1991). Se encontró que de 53 ríos en la Península, analizados en 1990, 27 (51%) estaban muy contaminados, lo mismo que 16 (42%) de los 38 estudiados en Malasia Oriental.

Los cambios en carga de sedimentos en Sungai Tekam se ilustran en la Figura 6. Las cargas de sedimento aumentaron drásticamente con la tala del bosque, pero se redujeron después de establecer el cultivo de cobertura y sembrar la palma de aceite. De hecho, al tercer y cuarto año, la contaminación de los ríos en áreas cultivadas con palma de aceite fue menor que la registrada antes de talar el bosque. Aiken y Moss (1975) suministran datos sobre cargas de sedimentos después del cambio de uso del suelo.

De igual modo, las tasas de erosión del suelo, que para los suelos serie Munchong de Sungai Tekam se estimaron entre 19 a 54 toneladas al año (según la pendiente), aumentaron dramáticamente con la tala del bosque (137 a 207 tons/ha/año) pero regresaron a los niveles anteriores de dos a cuatro años después de sembrar la palma de aceite (DID, 1989).

La pérdida de nutrientes por escorrentía y lixiviación también se minimiza con la cubierta forestal. El bosque primario es visto como un sistema cerrado en términos de nutrientes los cuales se reciclan internamente, aunque de manera inevitable habrá algún flujo de nutrientes hacia las corrientes de agua. Sin embargo, el bosque es en gran parte autosuficiente en términos de requerimientos de nutrientes minerales.

En contraste, en cultivos, los nutrientes se extraen en las cosechas y se inmovilizan en la creciente biomasa. Por tanto, la aplicación de nutrientes es necesaria si se quieren mantener los rendimientos y la fertilidad del suelo. El uso de fertilizantes inorgánicos solubles aplicados en grandes cantidades a intervalos no muy frecuentes presenta el riesgo de pérdidas por lixiviación, escorrentía y, en el caso de la urea, por volatilización. Las pérdidas en palma de aceite dependen de muchos factores pero se pueden minimizar poniendo cuidadosa atención a la fuente, cantidades aplicadas, frecuencia, localización y época de aplicación con relación a las lluvias. En plantaciones bien manejadas, la aplicación de fertilizantes se basa en análisis de suelo y foliares detallados para ajustar las cantidades aplicadas a los requerimientos.

Con las tasas de fertilizantes usadas en la actualidad, es probable que las pérdidas por lixiviación sean pocas (Chang, Chow, 1985), pero en las pendientes o con lluvias recientes, las pérdidas por escorrentía pueden ser sustanciales (Chef *et al*, 1999). Las pérdidas de nutrientes se pueden reducir reemplazando las fuentes inorgánicas por orgánicas. El reciclaje de nutrientes en las plantaciones usando desechos de plantas de beneficio reduce tanto la necesidad de fertilizantes inorgánicos como las pérdidas asociadas con su uso.

Palma de aceite como un cultivo amigable para el medio ambiente:

Algunas conclusiones

Es tal vez irónico que el cultivo de la palma de aceite, que en un principio fue estimulado como una forma de diversificar las exportaciones agrícolas, haya venido a dominar la economía a tal punto que el precio mundial de grasas y aceites tiene ahora un gran

impacto en la economía del país. El cultivo también tiene el potencial de tener un impacto igualmente grande en el medio ambiente; para bien o para mal, dependiendo de las prácticas adoptadas por la industria. Las ventajas del cultivo aumentan con su alto nivel de producción de aceite comparado con otras oleaginosas.

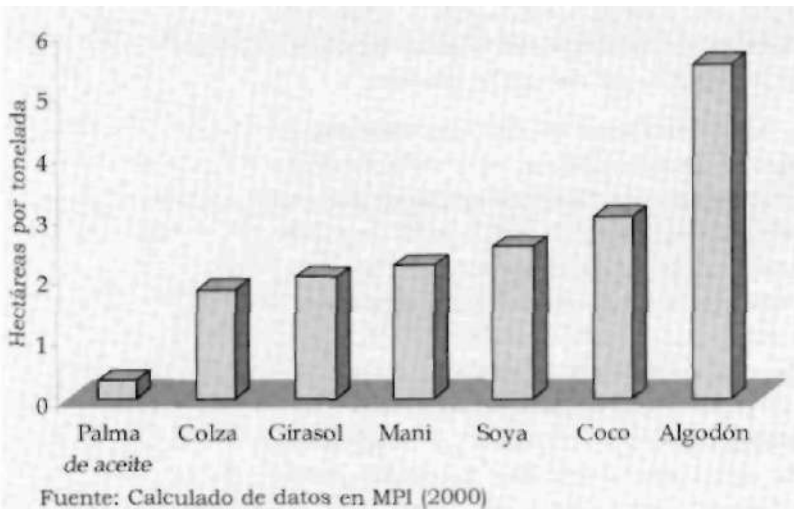
**Procesamiento de aceite de palma**

Las plantas de beneficio constituyen fuentes potenciales de contaminación pero son más fáciles de monitorear y controlar que las operaciones de campo. La expansión del cultivo de la palma de aceite ha traído una expansión similar en capacidad de procesamiento. Por tanto, el número de

plantas de beneficio operacionales se ha incrementado de 252 en 1989 a 350 en 2000 (MPI, 2000; MPOB, 2001). Aunque ha habido un gran avance en las plantas de beneficio debido a la introducción de la ley de calidad ambiental de 1974 y sus enmiendas subsiguientes, en 1990, las plantas de beneficio conformaban la más grande fuente industrial de descarga de partículas (76%) a la atmósfera (DOE, 1991). En 1998, el nivel de cumplimiento con la ley ambiental fue de 81% (DOE, 1998).

**Eficiencia del uso de la tierra**

La alta productividad de la palma de aceite comparada con otros cultivos de oleaginosas significa que se requiere menos área para producir la misma cantidad de aceite (Figura 7). Esto se puede usar para justificar la continua expansión del cultivo, dado que la demanda mundial sigue subiendo. Sin embargo, el argumento de que más aceite debe provenir de zonas tropicales para permitir que áreas cultivadas en oleaginosas en zonas templadas y subtropicales puedan convertirse de nuevo en bosques o reducir la necesidad de expandir zonas cultivables, ignora diferencias fundamentales en términos de composición de especies entre bosques tropicales y templados. Un acre de roble no es igual a un acre de bosque húmedo tropical en términos de especies y estructura ambiental. Por otro lado, un acre de aceite de palma es preferible a un acre de soya tanto en términos de productividad como en términos de protección ambiental.



**Figura 7** Área requerida por los principales cultivos de oleaginosas para producir una tonelada de aceite

**Tabla 2** Comparación de inversión de energía usada para producción de tres cultivos de oleaginosas con base en unidad de área y rendimientos\*

Cultivo	País	Rendimiento T/Ha/Año	Inversión de energía GJ/ha/año GJ/t	
Palma de aceite	Malasia	3,86	19,2	4,97
Soya	Estados Unidos	0,40	20	50
Colza	Reino Unido	1,02	23	22,64

\* Rendimientos e inversión de energía de Wood, Corley (1993).

**Contribución a emisión de gases de invernadero por el uso de combustibles fósiles**

La secuestro de carbono en cultivos se compensa parcialmente por la liberación de carbono de combustibles fósiles consumidos durante el cultivo y procesamiento. En plantaciones, esto puede ser por consumo directo de



combustible para maquinaria agrícola, o indirectamente a través del uso de productos que requieren combustibles fósiles para fabricación y transporte. Cuando la energía equivalente en combustible fósil usado en plantaciones de palma de aceite se relacionó con la energía generada en productos de palma (Wood, Corley, 1993), se obtuvo un ratio de 9.5, comparado con ratios de 2.5 y 3 para soya y colza, respectivamente. La inversión de energía para estos tres cultivos, aunque similares en términos de área, difieren de manera sustancial con relación a rendimiento (Tabla 2).

#### Sostenibilidad de la palma de aceite

Con la llamada agricultura de quema (itinerante), se destruyen áreas de bosque para pequeñas siembras y por lo general la tierra se abandona después de unos pocos años y se le permite volver a su condición de bosque ya que los rendimientos disminuyen de manera progresiva debido al agotamiento de la tierra. En contraste, en algunas áreas se han realizado hasta tres cultivos sucesivos de palma de aceite, demostrando la estabilidad a largo plazo (> 60 años) del sistema de cultivo. Durante ese tiempo, los rendimientos se han man-

tenido y aún mejorado a través del uso de materiales de siembra mejorados y buenas prácticas de manejo.

#### Conclusiones

Los ejemplos anteriores muestran que la palma de aceite puede cumplir muchas de las funciones de la cobertura forestal pero es importante que:

- La tala y la resiembra se realicen con cuidado para minimizar daños ambientales causados por la pérdida de cobertura del suelo.
- Se adopten prácticas de manejo progresivas a lo largo de la vida del cultivo y su eventual terminación.

Sin embargo, la pérdida de bosques causa de manera inevitable una disminución en las reservas de carbono, en una liberación neta de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y una marcada reducción en vida salvaje. Queda por determinar hasta qué punto se puedan soportar estas pérdidas sin serias consecuencias adversas para la ecología y clima tanto regional como global.

#### Agradecimientos

Agradezco al Sr. K.C. Chang por sus sugerencias y comentarios al manuscrito.

#### Referencias

- AIKEN, S.R.; MOSS, M.R. 1975. Man's impact on the tropical rainforest of Peninsular Malaysia: a review. *Biological Conservation* v.8, p.213-229.
- ANDERSON, J.M.; SPENCER, T. 1991. Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance. *MAB Digest* 7. UNESCO, París. 95p.
- BROWN, S.; IVERSON, I.R.; PRASAD, A.; LUÍ, D. 1993. Geographical distribution of carbon in biomass and soils of tropical Asian forests. *Geocarto International* v.4, p.45-59.
- CHAN, K.W. 2002. Biomass and carbon sequestration determination in oil palm: their effects on carbon reduction and removal. Paper presented at Seminar on Climate Change and Carbon Accounting. 8<sup>th</sup> January 2002, SIRIM, Shah Alam, Malaysia.
- CHAN, Y.H. 1982. Storage and release of organic carbon in Peninsular Malaysia. *International Journal of Environmental Studies* v.18, p.211-222.
- CHANG, K.C; CHOW, C.S. 1985. Some questions of the leaching losses of soil nutrients from mature oil palm fields in Malaysia. *Oleagineux* (Francia) v.40, p.233-243.
- CHEW, P.S.; KEE, K.K.; GOH, K.J. 1999. Cultural practices and their impact. *In: Gurmit Singh; K.H., Lim; L., Teo; D., Lee Know* (Eds.). *Oil Palm and the Environment - A Malaysian Perspective*. Malaysian Oil Palm Growers Council, Kuala Lumpur. p.55-81.
- CHEW, P.S.; QUAY, Y.; PUSHPARAJAH, E. 1994. Sustainability of oil palm plantations in Malaysia as assessed by a framework approach. *in: K.H., Chee* (Eds.).

- Management for Enhanced Profitability in Plantations. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, p.531-554.
- DANIEL, J.G.; KULASINGAMA, A. 1974. Problems arising from large scale forest clearing for agricultural use - the Malaysian experience. *The Malaysian Forester* v.37, p.152-160.
- DRAINAGE AND IRRIGATION DEPARTMENT (DID). MALAYSIA. 1989. Sungai Tekam Experimental Basin final report. July 1977 to July 1986. Water Resources Publications no.20. Ministry of Agriculture, Kuala Lumpur. 93pp.
- DEPARTMENT OF ENVIRONMENT (DOE). MALAYSIA. 1991. Environmental Quality Report, 1990. Ministry of Science, Technology and the Environment. 144p.
- DEPARTMENT OF ENVIRONMENT (DOE). MALAYSIA. 1998. Environmental Quality Report, 1998. Ministry of Science, Technology and the Environment. 104p.
- DYCKETT, J.E. 1976. Plantations as a habitat for wild life in Peninsular Malaysia with particular reference to the oil palm (*Elaeis guineensis*). *Malayan Nature Journal* v.29, p. 176-182.
- GONG, W.K.; ONG, J.E. 2002. Carbon budget of a mangrove forest. Paper presented at: Seminar on Climate Change and Carbon Accounting. 8<sup>th</sup> January 2002, SIRIM, Shah Alam, Malaysia.
- HARON, K.; BROOKES, P.C.; ANDERSON, J.M.; ZAKARIA, Z.Z. 1998. Microbial biomass and soil organic matter dynamics in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations, West Malaysia. *Soil Biology and Biochemistry* v.30, p.547-552.
- HENSON, I.E. 1994. Environmental Impacts of Oil Palm Plantations in Malaysia. PORIM Occasional Paper, no.33, 27p.
- HENSON, I.E. 1999. Comparative Ecophysiology of Oil Palm and Tropical Rainforest. *In: Gurmit Singh; K.H., Lim; L., Teo; D., Lee Know (Eds.). Oil Palm and the Environment - A Malaysian Perspective. Malaysian Oil Palm Growers Council, Kuala Lumpur, p.9-39.*
- HENSON, I.E.; CHANG, K.C. 2000. Oil Palm Productivity and its Component Processes. Chapter 4. *In: B., Yusof; B.S. Jalani; K.W., Chan (Eds.). Advances in Oil Palm Research, v. 1. Malaysian Palm Oil Board, p.97-145.*
- JARVIS, P.G.; DEWAR, R.C. 1993. Forest in the global carbon balance: from stand to region. *In: J.R., Ehlinger; C.B., Field (Eds.). Scaling Physiological Processes: Leaf to Globe. Academic Press Inc. San Diego.*
- KHALID HARON; ZAKARIA, Z.Z.; ANDERSON, J.M. 1996. Management of palm residues using various replanting techniques in oil palm plantations. *In: Proceedings of 1996 PORIM International Palm Oil Congress. Agriculture. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, p.241-253.*
- KHALID, H.; ZIN, Z.Z.; ANDERSON, J.M. 1999a. Quantification of oil palm biomass and nutrient value in a mature plantation. I. Above-ground biomass. *Journal of Oil Palm Research* v. 11, p.23-32.
- KHALID, H.; ZIN, Z.Z.; ANDERSON, J.M. 1999b. Quantification of oil palm biomass and nutrient value in a mature plantation. II. Below-ground biomass. *Journal of Oil Palm Research* v. 11, p.63-71.
- KIRA, T. 1987. Primary production and carbon cycling in a primeval lowland rainforest of Peninsular Malaysia. *In: M.R. Sthuraj, A.S. Ragheendra (Eds.). Tree Crop Physiology. Elsevier, Amsterdam. p.99-119.*
- LIM, J. 2002. Estimating organic carbon in soils in Peninsular Malaysia. Paper presented at Seminar on Climate Change and Carbon Accounting. 8<sup>th</sup> January 2002, SIRIM, Shah Alam, Malaysia.
- MALEK, M.; BARLOW, C. 1988. The production structure of the Malaysian oil palm industry with special reference to the smallholder subsection. PORIM Occasional Paper, no.24, 56p.
- MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES (MPI), MALAYSIA. 2000. Statistics on Commodities. 14<sup>th</sup> edition. 192p.
- MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES (MPI), MALAYSIA. 2001. Statistics on Commodities. 15<sup>th</sup> edition. 205p.
- MALAYSIAN PALM OIL BOARD (MPOB). 2001. Malaysian Oil Palm Statistics 2000. 20<sup>th</sup> edition. Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur. 128p.
- MOHD. HASHIM, T.; TEOH, C.H.; KAMARUD-ZAMANA, A.; MOHD. ALI, A. 1995. Zero burning - an environmentally friendly replanting technique. *In: Proceedings of 1993 PORIM International Palm Oil Congress. Agriculture. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, p. 185-194.*
- OGAWA, H.; YODA, K.; OGINO, K.; KIRA, T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. *Nature and Life in Southeast* v.4, p.49-80.
- PALM, C.A.; HOUGHTON, R.A.; MELILLO, J.M.; SKOLE, D.L. 1986. Atmospheric carbon dioxide from deforestation in Southeast Asia. *Biotropica* v. 18, p. 177-188.
- RICHARDS, J.F.; FLINT, E.P. 1994. Historic land use and carbon estimates for South and Southeast Asia 1880-1980. R.C. Daniels (Ed.). Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, USA, 326p.
- SALLEH MOHD, NOR; NG, F.S.P. 1983. Conservation in Malaysia. *The Planter* v.59 no.692, p.483-490.
- SHUKLA, J.; NOBRE, C; SELLERS, P. 1990. Amazon deforestation and climate change. *Science* v.247, p. 1322-1325.
- SQUIRE, G.R. 1985. A physiological analysis for oil palm trials. *Porim Bulletin*, v. 12, p. 12-31.

TINKER, P.B.; INGRAM, J.S.I.; STRUWE, S. 1996. Effects of slash-and-burn agriculture and deforestation on climate change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* v.58, p. 13-22.

YODA, K. 1978. Organic carbon, nitrogen and mineral nutrient stocks in soils of Pasoh forest. *Malayan Nature Journal* v.30, p.229-251.

VIS, J-K.; SMITH, B.G.; RAO, V.; CORELY, R.H.V. 2001. Sustained

agriculture - Unilever's view. *In: Proceedings of 2001 PIPOC International Palm Oil Congress. Agriculture. Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur, p.233-243.*

WOOD, B.J.; CORLEY, R.H.V. 1993. The energy balance of oil palm cultivation. *In: Proceedings of 1991 Porim International Palm Oil Conference. Agriculture. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, p. 130-143.*

WYCHERLEY, P.R. 1969. Conservation in Malaysia. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Switzerland (Quoted by Salleh and Ng, 1983).*

UNESCO. 1991. The disappearing tropical forests. *IHP Humid Tropics Programme Series No. 1. Unesco, Paris, 48p.*



# Agroexport de Colombia Ltda

## FERTILIZANTES Y MATERIAS PRIMAS

### GRADOS SIMPLES

#### IMPORTADORES ✓

**NITRASAM 28-4-06**  
Sulfato de Potasio 0-0-50 (K<sub>2</sub>O) 16(S)  
Fosfacid's (F) Total 25%  
Rápidamente asimilable 10%  
Lentamente asimilable 15%

#### DISTRIBUIDORES ✓

Calcio 36% (CaO)  
Azufre 5% (S)  
Calcos 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Roca Acidulada)  
A-micrus (Aminoácido) + NPK  
Sulfato de Calcio (Yeso Agrícola) 99%  
Sulfato de Amonio 21-0-0-24% (S)  
Óxido de Magnesio 88%

#### REPRESENTANTES ✓

Urea (46-0-0)  
Cloruro de Potasio (0-0-60)  
DAP 18-46-0  
Superfosfato Triple 0-46-0  
Bórax 48% (USA)  
Sulfomag 22 (K<sub>2</sub>O) -22% (S) -18% (MgO)  
Kieserita [25% MgO] (20% S)  
Cal Dolomita 33% MgO  
Roca Fosfónica 22% 26% 30%  
Sinergiprón (Ácido Húmico)  
Sulfato de Magnesio (18% MgO)  
Sumiglifo (R) 480SL (Glifosato)

GRADOS COMPUESTOS QUÍMICOS: 13-6-23-6 16-5-26 25-15-0-2-3  
25-15-5-3-4 17-6-18-2-3-1,6-0,1

EL PALMERO [Abono Químico] 15-4-23-4 (MgO) 2 (S) - 0,1(B) - 0,1(Zn) - 0,4(Cu)

### MEZCLAS ESPECIALES CON MATERIAS PRIMAS DE EXCELENTE CALIDAD

Bogotá D.C.: Avenida Eldorado No. 84A 55 Centro Cial. Dorado Plaza Of. 211  
Tels.: 5421766 - 2950503 - 2951685 - 2951472. Fax: 2958717 - 5402174  
Villavicencio: Av. 40 No. 35A-97 (Via Acacias) Tels.: 633351 - 633832  
Ibagué: Cra. 5a. No. 39-76. Of. 404 Telefax: 654860  
Espinal: Calle 8a No. 3-30 Tels.: 484360- 485357



Abonos  
**NUTRIMON**  
producen más ganancias  
Tejas  
Techoline  
IMPORTACION