

# Oportunidades para la investigación y desarrollo (I & D) de la palma de aceite para hacer frente a los retos de la nueva dinámica\*1

## Opportunities for Oil Palm R & D in Further Meeting the Challenges of the New Dynamics

### AUTOR

**Wood, BJ**

Merrivale Research, Exton Lane,  
Exton, Exter EX3 OPP,  
Reino Unido.

### Palabras CLAVE

Sostenibilidad, Medio ambiente,  
Bioenergía, Reciclaje,  
Tasa de extracción de aceite,  
Resiembra, *Ganoderma*

Sustainability, Environment, Bioenergy,  
Recycling, Oil extraction ratio,  
Replanting, *Ganoderma*

Tomado de:  
Wood, BJ., 2007.  
Opportunities for Oil Palm R & D  
in Further Meeting the  
Challenges of the New Dynamics.  
The Planter, 83 (972): 155-177.

### Resumen

La investigación y desarrollo (I & D) de campo ha sido importante para el éxito de la palma de aceite y siempre ha tenido un fuerte componente ambiental. Algunas razones para la disminución de la investigación y desarrollo durante los últimos años han sido un intento de racionalizar costos, la protección del conocimiento, y, paradójicamente, la desviación hacia los retos de la nueva dinámica –sostenibilidad, biodiversidad, inocuidad de los alimentos y buenas prácticas agrícolas (BPA). El prospecto económico plantea ahora grandes incertidumbres. La mano de obra es alta comparada con los cultivos competidores, aunque la relación trabajador-producto y el balance de energía son más favorables. Los ejemplos que aquí se presentan ilustran la manera como la economía puede ser abordada maximizando la eficiencia de la producción y el ingreso a través de la I & D de campo. Los subproductos del cultivo (75% de los racimos de fruto fresco, RFF) se utilizan para energía en las plantas de beneficio y para el reciclaje de algunos nutrientes. Al desarrollar estas opciones, las plantas de beneficio pueden producir electricidad comercialmente y aumentar el reciclaje. Las tasas de extracción de aceite (TEA) y de almendra (TEK) se asocian con el contenido potencial de los racimos de fruto fresco cosechados, y su logro está afectado por varios factores en la práctica, en el campo y en la planta de beneficio. La medición de las tasas de extracción por medio del análisis de racimos y del procesamiento por lotes es engorrosa y costosa. Una evaluación realizada con más regularidad ayudaría a valorar las comparaciones y los tratamientos agronómicos, y a monitorear los logros en la práctica. La tecnología moderna debe posibilitar mejores métodos. Un distanciamiento de siembra más corto

\*. Este documento es una versión actualizada de una presentación realizada en el Segundo Seminario de la Asociación Malaya de Aceite de Palma (MPOA, por su sigla en inglés), "La nueva dinámica en el comercio global de aceite vegetal: ¿Respuesta de la industria?", realizado en el Crown Plaza Mutiara, Kuala Lumpur, mayo 15-16 de 2006. Fui invitado por MPOA como representante de Qa Plus Asia-Pacific Sdn Bhd.

entre las palmas da un mayor rendimiento temprano y una TEA más alta. El período no productivo largo entre generaciones es costoso, pero puede reducirse mediante la plantación bajo cubierta (*under planting*) y talado progresivo. Estas posibilidades merecen una investigación continua. Un ciclo corto con distancia de siembra corta y la plantación bajo cubierta puede aliviar el problema de la cosecha de palmas altas. La enfermedad causada por *Ganoderma* plantea interrogantes sin respuestas, tales como la causa de la marcada variabilidad de propensión de los sitios. La causa de incidencia temprana por contacto de la raíz con tejidos de rodales viejos enterrados es clara, menos las pérdidas que empiezan alrededor del año 10. Es factible que estén involucrados dos fenómenos diferentes –tal hipótesis puede explicar algunos aspectos que confunden. Diferencias marcadas entre las familia pueden surgir en bloques genéticos, posiblemente explotables, y pueden explicar las diferencias anómalas de campo. La precaución innecesaria en la práctica de campo puede resultar muy costosa. Lo anterior y otra serie de temas muestran un radio de acción para la investigación y desarrollo de campo. No todas las investigaciones tendrán conclusiones enteramente positivas, pero mejorarán la habilidad, y algunas estimularán los estudios en áreas relacionadas y para otras disciplinas. El esfuerzo de la industria es necesario para vigorizar y coordinar programas.

## Summary

Field based research and development (R&D) has been important in the success of the oil palm, and it has always had a strong environmental component. Some reasons for the decline in active R&D over the last few years include attempted cost saving, knowledge protection, and, paradoxically, diversion towards the challenges of the new dynamics – sustainability, biodiversity, food safety and good agricultural practice (GAP). The economic prospect now poses greatest uncertainties. Labor use is high compared with competing crops, although the worker/product ratio and energy balance are more favorable. The examples here illustrate how economics can be addressed by maximizing production efficiency and income through field R&D. The crop by-products (75% of the fresh fruit bunches [FFB]) are used for mill energy and some nutrient recycling. By developing these options, mills could produce electricity commercially and increase recycling. Oil and kernel extraction ratios (OER and KER) are related to the potential content of harvested FFB, the achievement of which is affected by a number of factors in practice, in the field and mill. The measurement of ERs by bunch analysis and batch milling is cumbersome and expensive. More regular assessment would aid in evaluating agronomic comparisons and treatments, and monitoring achievement in practice. Modern technology ought to make better methods possible. Closer palm spacing gives higher early yield and OER. The long non-productive period between generations is expensive, but it can be reduced by underplanting and felling progressively. These possibilities merit ongoing investigation. A close-spaced short cycle with underplanting could relieve the tall palm harvesting problem. *Ganoderma* disease poses unanswered questions, such as the cause of the marked variability in site proneness. The cause of early incidence from root contact with buried old stand tissues is clear, but not the losses starting about year 10. It is feasible that two different phenomena are involved – such a hypothesis could explain some confounding aspects. Marked family differences can arise in genetic blocks, possibly exploitable, and might explain anomalous field differences. Unnecessary precaution in field practice can be very costly. This and a range of other topics show scope for field R&D. Not all investigations will have entirely positive conclusions, but they will enhance skill, and some will stimulate studies in related areas and for other disciplines. Industry effort is necessary to invigorate and coordinate programs.



El extraordinario progreso de la palma de aceite empezó hace solo un siglo aproximadamente, cuando comenzaron las plantaciones comerciales en el Lejano Oriente (en territorios que hoy son Malasia e Indonesia), con semillas traídas 50 años antes. Cuando se escribió la

primera edición de *The Oil Palm* (Hartley, 1967), había unas 200.000 hectáreas en el Lejano Oriente y el inicio de una industria en Suramérica. El área cubierta en su África nativa sigue siendo difícil de calcular por varias razones, que incluyen los distintos países involucrados,



disturbios y la explotación de plantaciones locales y silvestres. Sin embargo, las exportaciones en ese entonces estaban justo por encima de las del Lejano Oriente. Para el momento de la cuarta edición (Corley & Tinker, 2003), el Lejano Oriente tenía más de 6 millones de hectáreas, y el resto del mundo alrededor de 1,8 millones, incluyendo algunos aumentos en siembras organizadas en África.

La importancia de los hallazgos de las investigaciones en estos desarrollos es muy evidente. Una comprensión de las necesidades agrícolas ha dado como resultado grandes avances en la eficiencia de producción. Por ejemplo, en Malasia, el potencial de rendimiento agrícola ha pasado de 1-2 toneladas por hectárea de aceite de palma en 1967 a alrededor de 4 toneladas por hectárea en la actualidad, con algunos de los mejores rendimientos de prueba alcanzando más de 10 toneladas por hectárea (Corley, 2005). Entre los aceites comestibles, ha pasado de 6% por ciento de un comercio mundial de 38 millones de toneladas en 1970 a más de 21% de 112 millones de toneladas en 2000, y recientemente de ha convertido en la fuente más grande.

En el contexto de tales avances es fácil llegar a estar complacido, divertido o inclusive atontado, pero todavía existen claras oportunidades. En su discurso de apertura en el Segundo Seminario de la Asociación Malaya de Aceite de Palma (MPOA, por su sigla en inglés), el Honorable Ministro de Plantaciones y Materias Primas, Datuk Peter Chin Fah Kui, incluyó para discusión elementos claves de la “nueva dinámica”, a saber, sostenibilidad, medio ambiente, inocuidad de los alimentos y energía renovable. Esto es de inmensa importancia para la palma de aceite malaya, con un enfoque en el mejoramiento de la productividad de los cultivos existentes. En este documento, intento enfatizar el papel de la investigación y desarrollo de campo, en los logros anteriores y en las oportunidades para un énfasis renovado.

## I&D Actual

### Función y estatus

La naturaleza de la investigación y desarrollo (I & D) de las plantaciones es diferente, por ejemplo, de la de una industria manufacturera (Wood, 1977; 1987). No es principalmente para descubrir una nueva tecnología para mejorar la competitividad o inclusive por exclu-

sividad o control, a través de patentes, etcétera. Su función principal es optimizar la productividad. Nuevas técnicas, aún innovaciones importantes (por ejemplo, un cambio completo de aproximación) pueden surgir, pero las principales justificaciones y expectativas son las de mejorar el entendimiento acerca de la manera como las condiciones, procesos, tratamientos, etc. afectan la producción. Esto facilita la optimización del rendimiento –considerando lo óptimo como el máximo dentro de los objetivos globales, de los costos y de otras limitaciones predominantes.

Por lo general, se ha seguido un método bastante abierto, con los resultados publicados y debatidos en distintas conferencias, en comités y otros medios de comunicación. La exposición de ideas para una evaluación crítica da una clara ventaja a las organizaciones nacionales y privadas involucradas. Se desarrollan habilidades para adoptar rápida y apropiadamente las prácticas e ítems (materiales de siembra, químicos agrícolas, equipo mecánico, etc.) de la fuente de desarrollo que sea. Si se hace adecuadamente, puede llevar a beneficios prácticos de las innovaciones “inventadas aquí” y “no inventadas aquí”.

En los últimos años, puede percibirse una disminución en la investigación y desarrollo de campo empírico en la industria por parte de muchos que han estado involucrados, y que incluye algunos de afuera, por ejemplo RJP (2006). Algunos centros de I & D anteriormente activos se han convertido en unidades de monitoreo únicamente, extrayendo de la experiencia anterior, información de afuera y observación. Varias ramas de I & D que se reportaron hasta la década de

**Una comprensión de las necesidades agrícolas ha dado como resultado grandes avances en la eficiencia de producción.**

los noventa parece que quedaron en suspenso. Por supuesto, esto no indica que haya sido para todos igual. Algunas organizaciones continúan un programa activo de I & D como respaldo a su servicio de asesoramiento técnico, lo que mantiene una buena contribución para su productividad.

Las razones para este cambio no son completamente evidentes, pero pueden estar involucradas varias tendencias. La primera que viene a la mente es el costo. El departamento de I & D es designado, generalmente, como un centro de costos y el efecto de una reducción en su actividad constituye un aumento inmediato aparente de las utilidades. Este es un punto que se debe examinar cuidadosamente. Lo más probable es

**Algunas organizaciones continúan un programa activo de I & D, lo que mantiene una buena contribución para su productividad.**

que en el mejor de los casos, la ganancia sea a corto plazo, y puede resultar bastante ilusoria. Incluso un beneficio muy pequeño en la productividad puede tener un impacto mucho más grande para la utilidad de la organización que el costo de un programa activo de I & D (Wood, 1995).

Un punto adicional, comúnmente observado pero con frecuencia pasado por alto, es que el área de ensayo por lo general da un rendimiento más alto que la plantación en general, debido a un control más cuidadoso. Este rendimiento extra por lo general tiene un valor para compensar o incluso para exceder el costo del tratamiento del ensayo y el registro.

Un segundo factor puede ser una impresión que el trabajo se está haciendo, o los hallazgos se están exponiendo para ventaja de los competidores. Esto siempre ha existido, y las organizaciones han fluctuado en la medida en que revelan sus hallazgos. De hecho, sin una comparación y crítica interactiva, el progreso

manifiestamente se atrasa. La competitividad en la producción agrícola no depende del conocimiento propietario sino de la mejor eficiencia de producción entre las organizaciones dentro de la industria y contra los productos rivales.

Un tercer factor puede encontrarse en la “explosión de la información” que ha llegado con la globalización y el internet. Esto tiene alguna justificación, en que se puede recoger mucho conocimiento útil, que puede parecer más fácil y más barato que las investigaciones de apoyo. Sin embargo, esto se limita solamente a la información que ya existe. Más allá, está fuera de contexto por lo que todavía se requiere la experiencia apropiada y probablemente un desarrollo continuo, para una incorporación satisfactoria en la práctica particular.

### **El contexto de la nueva dinámica**

Una cuarta causa posible de una disminución de la actividad directa de I & D, paradójicamente, es la concentración creciente en asuntos ambientales extensos –sostenibilidad, medio ambiente, biodiversidad, inocuidad de los alimentos con buenas prácticas agrícolas (BPA) y energía renovable. De hecho, la nueva dinámica. Esto no es para negar la importancia de estos conceptos y enfoques, y es esencial que los desarrollos de ahora en adelante les pongan atención específica (Khairudin Hashim, 2003), pero existe el peligro que esa concentración sea en adaptación a las técnicas actuales y al conocimiento de estos aspectos, a costa de fomentarlos más.

En realidad, la rápida respuesta a la demanda mundial explícita y creciente para hacer frente a estos retos solo ha sido posible a través de las bases existentes del entendimiento agrícola. Mucho de esto fue reconocido implícitamente en la investigación y desarrollo realizado en la segunda mitad del siglo XX, con énfasis en consideraciones ecológicas –por ejemplo, en el manejo integrado de plagas (MIP), control de la erosión especialmente en la resiembra, manejo y conservación de aguas, control de la polución, reciclaje, etc. (ver Sabri Ahmad, 2004).

Desde luego, el mejoramiento adicional es posible a través de investigaciones bien dirigidas. El hecho de hacer énfasis en una mayor eficiencia de producción (y por tanto utilidades optimizadas) podría, desde al-



gunos puntos de vista, parecer como si se ignoraran o contradijeran los objetivos ambientales. Pero en realidad, ayudaría a cumplir con los objetivos reduciendo la tierra necesaria para volúmenes de cultivo dados y optimizando el uso de los recursos (Teoh, 2003), a condición de que no sea, por supuesto, un preludio para un decaimiento futuro irreversible.

## Sostenibilidad

La sostenibilidad tiene varias definiciones, empezando desde la explotación de la tierra de tal manera como para no comprometer su productividad posterior, hasta añadir aceptabilidad social y viabilidad económica. Teoh (2003) y Khairudin Hashim (2003) observan la respuesta generalmente positiva de la industria para cumplir con el espíritu y los detalles de esto, que incluye la definición de los criterios, y muestran cómo los hallazgos del pasado han ayudado a cumplir con algunos de los objetivos. Esto incluye la creación de la Mesa Redonda Sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO, por su sigla en inglés) alrededor del año 2002 (Sabri Ahmad y Chandran, 2004; Barlow, 2005).

Corley (2005) especifica tres componentes de la sostenibilidad: ambiental, social y económico. Él concluye que los dos primeros se pueden lograr, pero la sostenibilidad económica puede ser más problemática. Lo anterior debido a que el cultivo tiene un requerimiento laboral alto, y este es el factor de más alto crecimiento en los costos de producción. Aparte de su costo, los problemas en la disponibilidad de la mano de obra han afectado la industria palmera. En Malasia, por ejemplo, en las últimas décadas, la escasez a veces ha sido aguda (ver *The Planter*, 1995). Por tanto, las perspectivas de sostenibilidad económica aumentarán mediante mejoras adicionales en la eficiencia de producción, lo cual es otra razón para mantener una I & D efectivo.

## Biodiversidad

En la mayor parte de las plantaciones, la palma de aceite no es la vegetación clímax nativa y no puede sostener la variedad de especies como las que existen en los bosques. Sin embargo, no es “estéril” y una ecología interactiva y equilibrada en efecto se desarrolla. La idea que los bosques están siendo talados a gran escala simplemente para proporcionar tierra

para la palma de aceite no parece estar justificada (Corley, 2005). Rajah Indran (2003) ha sugerido algunas maneras en las cuales los intereses de la plantación y la biodiversidad pueden trabajar juntos para maximizar los residuos de los bosques naturales y dar mejor oportunidad a la biodiversidad. Las investigaciones en curso ayudarán a sostener esto y a mantenerlo en el ámbito de la objetividad en lugar de un conflicto improductivo.

## Inocuidad de los alimentos y buenas prácticas agrícolas (BAP)

Las voces de los consumidores se escuchan cada vez más en las especificaciones y limitaciones de los productos agrícolas. Los estándares de las “buenas prácticas agrícolas” traen consigo la atención a la sostenibilidad agrícola, toxicología, calidad del producto y ética. Los importadores y distribuidores europeos han establecido el esquema EurepGAP, que ayuda a los productores extranjeros confirmar que sus prácticas y productos son aceptables. Los estándares GAP se establecieron para garantizar la seguridad de los suministros de calidad satisfactoria. La palma de aceite entra en esto en el nivel de productos básicos procesados, en vez de productos directamente atribuible a un productor específico. Aún así, ha ayudado a establecer estándares y a generar beneficios de aproximaciones ecológicamente saludables. Esto se fomentará mediante desarrollos posteriores (Chan, 2004; Wood, 2005).

## Oportunidades de Investigación

Lo anteriormente mencionado ilustra cómo la eficiencia de producción creciente a través de la I & D ha posibilitado el éxito para cumplir con los objetivos, incluidos los apremiantes retos ambientales (Hajah Rosnani Ibarahim, 2003). Paradójicamente, sin embargo, la atención aquí podría haber contribuido con una disminución general percibida del esfuerzo en I & D, por lo menos en algunas organizaciones anteriormente muy activas. No obstante, quedan muchas áreas donde podrían hacerse avances adicionales con un programa de investigación revitalizado. Las siguientes secciones ilustran esto, al cubrir temas seleccionados, algunos de los cuales han estado formulados por mucho tiempo, pero con poco progreso reportado recientemente.

**Tabla 1.** Componentes del racimo de fruto fresco (FFB) de la palma de aceite, con sus valores energéticos y equivalentes de nutrientes

Componente	% participación RFF después del procesamiento*	Uso actual/disposición	Contenido nutricional aprox. como proporción del área de entrada	gJ/ entrada (ha) **
Aceite de palma	18-25%			155
Aceite de palmiste	1,7-3,4%			17
Torta de palmiste	2,3-4,6%			10
				(182)
Fibra	12-25%	Combustible caldera	10%	33
Cuesco	4-7%	Combustible caldera	Mínimo	16
Racimo vacío-tusa	20-24%	Mulch fertilizante	15%	27
Efluentes	2,5-3,5% (en sólidos)	Digerir y descargar a corriente de agua o como fertilizante	10%	10
				(86)

\* Total no necesariamente 100% debido a cambios de la humedad en el procesamiento.

\*\* Asumir 18t/ha de RFF (por ejemplo, 20t, de 90% áreas maduras).

Fuente: De Wood y Corley (1993).

## Reciclaje de Energía y Nutrientes

Este es un buen tema para comenzar una revisión de las oportunidades de I & D para hacer frente a la nueva dinámica, relacionada con la producción de energía de fuentes renovables, reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos y la producción de gases con efecto invernadero.

## Posición actual

El producto final de la cosecha de la palma de aceite son los racimos de fruto fresco (RFF), de los cuales solo el 25% aproximadamente, es producto comercial primario (aceite de palma y almendra), con otros componentes (varios referidos como “desechos” o “subproductos”) que comprende el restante 75%. En el comercio, la separación de los productos se realiza mediante un procesamiento industrial en las plantas de beneficio. Aunque este procesamiento es intensivo en energía, es autosuficiente en el combustible, al quemar algunos de los subproductos que suministran combustible a las calderas. Estos subproductos son la fibra y la cáscara o cuesco (componentes del combustible), y los racimos vacíos o tusas. Además, hay un efluente (efluentes de las plantas de beneficio, POME, por su sigla en inglés), el cual tiene un contenido orgánico de alta concentración. El contenido de nutrientes y el potencial de energía de estos componentes se muestran en la Tabla 1.

En una época, el efluente se descargaba en los ríos y los racimos vacíos eran quemados lentamente (para ceniza fertilizante rica en potasio), causando la polución del agua y del aire, respectivamente. Los programas de I & D en la década de los setenta mostraron cómo manejarlos, los efluentes mediante la digestión y los racimos vacíos mediante la aplicación a la tierra para regresar los nutrientes en una forma beneficiosa. Los efluentes, después de la digestión, pueden también ser aplicados a la tierra. La industria está, con razón, orgullosa de la manera como estos contaminantes anteriores son manejados, basado en una I & D apropiado.

## El potencial

Actualmente ya existe alguna utilización de la energía y de los contenidos de nutrientes de los subproductos (Tabla 1), y hay importantes desarrollos en progreso, pero el potencial es considerablemente más grande de lo que hasta ahora se había llevado a cabo. En términos generales, para un rendimiento razonable de plantación completa de aproximadamente 18 toneladas de RFF por hectárea, habría aproximadamente un insumo de energía de 182 gJ por hectárea en los productos (aceite más almendras) y alrededor de 86gJ en los subproductos. Al poner esto en términos comparables, la utilización completa de la energía de los “subproductos” puede producir energía equivalente a las necesidades de una persona por dos de insumo



por hectárea (Gates, 1985), aún si solamente la mitad estuviera disponible para las necesidades de la planta de beneficio (por tanto, 1 millón de hectáreas puede suplir las necesidades de energía de una población de 500.000 aproximadamente).

Los contenidos de nutrientes, si estuvieran completamente disponibles, serían equivalentes a los fertilizantes inorgánicos aplicados a por lo menos un tercio del área de entrada. Existen oportunidades inmediatas para utilizar el biogás de los efluente para generar energía, y reciclar los componentes ricos en nutrientes más eficientemente. Cualquier progreso entonces, probablemente conduciría al reconocimiento de oportunidades, y a identificar la tecnología para su ejecución. La importancia de esto como una contribución a la sostenibilidad ha sido reconocida (por ejemplo, Yeoh, 2004).

### Limitaciones para el progreso

Para los efluentes se ha demostrado la posibilidad de una utilización más eficiente de energía y del contenido de nutrientes. La digestión de efluentes produce biogás (aproximadamente 60% de metano, 40% CO<sub>2</sub>) y se demostró en la práctica que si se capturaba (por medio de la digestión en condiciones cerradas), podía hacer funcionar los generadores continuamente sin problema (Quah et ál., 1983; Wood y Lim, 1989). Las pruebas también demostraron que el licor digerido dejaba una buena fuente de nutrientes y tasas óptimas indicadas.

Desde hace algún tiempo se ha conocido el potencial si se emplearan la energía y los contenidos de nutrientes de todos los componentes (por ejemplo, Wood y Corley, 1993) pero el progreso al principio fue lento. Entre los factores desalentadores, probablemente han sido que el gas natural es abundante, que la planta de beneficio puede operar de forma barata con el combustible abundante que los subproductos directamente representan, y las dificultades burocráticas encontradas para la producción de energía con el uso de los recursos naturales.

### Desarrollos

La experiencia con los efluentes de este modo ha demostrado el potencial para el biogás. La implementación de la tecnología conocida, con los POME únicamente, puede producir energía significativa como calor o convertida en energía. Los subproductos sólidos también se digieren, y debe ser posible controlar

esto para capturar el biogás, aunque para ello se necesite más desarrollo. La digestión cerrada de todos estos desechos puede producir un gran volumen de biogás con potencial para generar una cuantiosa energía sobrante en la planta de beneficio. La utilización del potencial de energía y luego de los nutrientes de todos los componentes (como se demuestra para los efluentes) de alguna manera está en el futuro, pero hay oportunidades inmediatas para utilizar biogás a partir los efluentes para energía, y reciclar los componentes ricos en nutrientes más eficientemente.

La tecnología del biogás está avanzando, e incluye la producción a partir de materiales con mucho menos valor energético, confiabilidad o consistencia de calidad, por ejemplo, de aguas residuales o negras, de desechos de plantas y animales (ver Gill et ál., 2005). La tecnología de la digestión de desechos sólidos se está desarrollando, de materiales menos prometedoros que los subproductos de los RFF. Si la digestión de los desechos sólidos de la palma de aceite pudiera ser cerrada, el biogás también se pudiera usar para combustible y energía en las plantas de beneficio, y al mismo tiempo dejar todos los subproductos digeridos para devolverlos a la tierra.

Como puede apreciarse, aún con la tecnología actual, la digestión cerrada de los POME puede producir biogás para el propósito. Esto dejaría a la mayoría de los sólidos disponibles, de una forma más manejable para volver a la tierra junto con el licor digerido, mientras que la almendra puede quedar como un combustible multipropósito de calorías altas.

En algunas regiones se están desarrollando lagunas anaerobias con "carpas". Estas comprenden un costo de capital menor que el de los tanques, pero las desventajas pueden incluir una producción de gas menos consistente, y una separación de nutrientes entre flotantes y sedimentados. Un compromiso para la I & D puede el de ser investigar las lagunas con un mecanismo de agitación por ejemplo, por tuberías de burbujas.

Un estudio reciente (Noto et ál., 2006) mostró progresos en el desarrollo del uso de la tierra, por medio de digestiones abiertas simultáneas de los racimos vacíos y de los POME. Esto reduce el peso y aumenta la ductilidad, lo que hace más atractivo el uso de la tierra. Por sus cálculos, este material solo puede reemplazar los fertilizantes sintéticos hasta el 30% del área de en-

trada (totalmente de acuerdo con la Tabla 1), y con la fibra y el cuesco se aumenta significativamente más. Además, ellos calculan que las pérdidas sin explicación de los nutrientes en el procesamiento son muy altas. El trabajo para investigar esto con más detalle puede al final conducir a un potencial aún más grande.

Si la producción de energía para uso externo llegara a ser viable, la cantidad disponible puede incrementarse más al reducir la energía necesaria en el proceso mismo de la planta de beneficio. El uso actual más grande de energía generada por las plantas de beneficio es para producir vapor esterilizador, y la mayor fracción de eso es para asegurar la separación de los frutos contenidos en las espiguillas (*stripping*). Es sabido, desde hace algún tiempo, que si los racimos se dividen en dos (en cualquier plano), así mismo el requerimiento de vapor esterilizador se reduce a la mitad.

Es posible que una técnica para partir los racimos sea diseñada pronto si el valor energético sobrante se lleva a cabo efectivamente. Una separación mejorada de los frutos (menos desecho de producto) es una ventaja adicional, que se combina con las ventajas económicas y operacionales. De hecho, en años anteriores, se ha introducido un nuevo proceso en las plantas de beneficio que se relaciona con esto. Se trata del sistema de esterilización continua, en el cual los RFF son pretriturados y empacados en forma menos densa para la esterilización. De manera similar, utiliza menos vapor para la separación (*stripping*) (Lim y Sivasothy, 2006).

Estas posibilidades empezaron a cristalizarse por primera vez en la década de los ochenta, a partir del trabajo realizado para resolver el problema de los efluentes. Solo hasta ahora están empezando a despegar los desarrollos prácticos, y esos se deben principalmente a unos pocos empresarios que ven una oportunidad en ciertos temas, unidos a la iniciativa de algunos operadores que vislumbran el potencial y lo pueden poner en práctica. También, en algunos territorios la energía es aceptada, de modo comercial. El campo de acción queda para un desarrollo sistémico del potencial completo. Un beneficio importante adicional está en los créditos de reducción de emisiones de carbono con relación a los acuerdos comerciales de carbono de Kyoto.

También puede ser posible la conversión más eficiente del biogás a energía, por ejemplo, y se están haciendo progresos en el desarrollo de pilas de combustibles de

óxidos sólidos que hacen esto. La fuente actual escogida es el gas natural, pero las alternativas incluyen el biogás (Anon, 2004).

## Otros aspectos

Existe una relación de 9.5 a 1 aproximadamente para los valores de energía de los productos con respecto a los requeridos para todos los insumos operacionales –fertilizantes, otros químicos, operación de maquinaria, procesamiento, etcétera. (Martin, 1981; Wood y Corley, 1993). Esto es mucho más favorable que para cualquier otro cultivo comparable (por ejemplo, para la soya de Estados Unidos es 2.5 a 1). Esta proporción alta está basada en un rendimiento promedio de 18 toneladas de RFF por hectárea, produciendo aproximadamente 182 gJ de energía para el producto (155 gJ para el aceite de palma, y 27 gJ para la almendra). Además, hay aproximadamente 86 gJ en otros componentes (Tabla 1). Esto eleva el índice de energía a cerca de 14 a 1 (Tabla 1).

En este artículo no se cubre el tema de “biodiesel” a partir del producto primario, pero es interesante destacar que mientras el índice de energía del aceite (= biodiesel) es cerca de 155 gJ (menos costos de energía para la conversión), el hecho de quemar los RFF directamente para generar energía, produce 268 (182+86) gJ. Esto por supuesto, no tiene en cuenta el valor de la “adaptabilidad para un propósito” y cualquier beneficio estratégico (o político).

Por último, debe destacarse qué otras alternativas diferentes han sido exploradas para la utilización de los subproductos de los RFF, y los reclamos al respecto dependen de la economía prevaleciente y de los requerimientos de volumen. Sin embargo, esto solo puede lograrse cuando las posibilidades hayan sido completamente exploradas y evaluadas.

## Madurez, estándares de cosecha y tasas de extracción

### Contenido de producto de los RFF y su recuperación

Las tasas de extracción de aceite (TEA) y de almendra (TEK) tienen una importancia económica en las prácticas de las plantaciones, debido a que últimamente, el volumen del producto que se puede vender está en



juego. La producción total de RFF varía ampliamente según el material de siembra, la edad de siembra, las condiciones agrícolas y los tratamientos agrícolas. El contenido de aceite se acumula en la fruta a un potencial máximo de aproximadamente 140 días después de la anthesis, hasta cuando comience la pérdida y el deterioro (el potencial de la almendra es por lo general más estable y las consideraciones aquí están basadas en la TEA).

Los problemas acerca de cómo reconocer el punto del potencial óptimo para la cosecha y cómo monitorear los logros contra eso continúan surgiendo. El reconocimiento debe ser por la apariencia exterior, lo cual en la práctica es básicamente el desprendimiento de las espiguillas del racimo, que comienza a medida que el racimo se acerca a la madurez completa.

Por lo general es aceptado que una buena técnica práctica es cosechar 10 al día, cortando solamente los racimos que tienen algún desprendimiento de espiguillas, dando como resultado una “madurez” promedio de “inicio de desprendimiento más cinco días”. Esto es difícil de lograr, debido a la logística, y al mantenimiento de la mano de obra de la cosecha. Los racimos que se cortan antes de estar completamente maduros hacen descender la TEA potencial (lo cual puede ser grave), mientras que la recolección de la fruta desprendida que está en el suelo es costosa, o imposible cuando la mano de obra es poca numéricamente.

### Medición de las tasas de extracción

El principal problema que surge aquí es la dificultad y el costo de monitorear las tasas de extracción potenciales, en los tratamientos de prueba y en las prácticas de la plantación. Un problema industrial importante es el de discernir las razones para las variaciones. En otras palabras, qué tan cerca está lo que se está logrando en la planta de beneficio con el potencial completo de campo en ese momento y lugar.

### Análisis de los racimos

El análisis de laboratorio es ampliamente usado para evaluar los contenidos en los racimos individuales, en gran parte con fines experimentales. Depende de submuestreos sucesivos, con error experimental inevitable para cada racimo, y puede presentarse algún sesgo de laboratorio (Lim & Toh, 1985; Said et ál.,

1985). Además es intensivo en mano de obra, costoso y más bien lento. Fue desarrollado para evaluar el contenido de producto potencial de los materiales de siembra, que tiene un componente genético fuerte, y su éxito puede apreciarse en la TEA potencial que se incrementa gradualmente en el campo. Se ha utilizado ocasionalmente en otros aspectos, como en tratamientos agronómicos, pero no se ha aplicado en forma extensiva debido a costos y prioridad.

Por tanto, la mayor parte de los resultados de los tratamientos de prueba (diferentes al mejoramiento genético) se basan en la comparación de los RFF en lugar del producto en sí. Una evaluación periódica de este último sería de un valor evidente, por ejemplo, con relación al mayor costo en la plantación, el uso de fertilizantes (Corley y Tinker, 2003). Claramente, puede existir alguna influencia en la TEA de la variación nutricional (Foster et ál., 1988), pero rara vez se mide, y ciertamente no como rutina.

**Los problemas acerca de cómo reconocer el punto del potencial óptimo para la cosecha y cómo monitorear los logros contra eso continúan surgiendo.**

### Procesamiento por lotes separados de los RFF

Para determinar exactamente las extracciones en una escala de campo, una carga práctica debe ser grande. Aproximadamente un lote esterilizador (150-200 toneladas en una línea de 30 toneladas) se ha utilizado para evaluar un “área potencial” particular cosechada bajo condiciones supervisadas con sumo cuidado (Wood et ál., 1985). Esto entraña el costo de cerrar una línea de procesamiento en la planta de beneficio antes y después de procesar el lote de prueba, para medir el aceite y las almendras producidas, y estimar las pérdidas del procesamiento. El método puede usarse para desarrollar una recuperación inesperada de siembras individuales, y así obtener una expectativa de la TEA de

los RFF traídos a la planta de beneficio en un período de tiempo- aunque es una “foto instantánea”, mientras que el potencial puede variar con el tiempo.

Este método no obstante, puede ser utilizado para confirmar el potencial para hacer una evaluación objetiva de los logros. Esto puede ser extremadamente útil en situaciones donde las tasas de extracción se desvían (usualmente hacia abajo) de las expectativas por ejemplo (Hoon y Donough, 1998; Chew, 1996; Corley y Law, 2001), y el método puede ser valioso para investigar las causas de estas desviaciones (Gan, 1998).

### La necesidad de un monitoreo periódico y la nueva técnica

El análisis de racimos y el procesamiento controlado pueden desempeñar un papel, y existe un caso para una aplicación más extensa, pero el hecho es que son logísticamente difíciles y costosos. El punto crucial aquí es sugerir que una ventaja muy considerable

**Un tema económico clave en un cultivo de árboles a largo plazo es el tiempo no productivo entre las siembras.**

se obtendría de un método económico práctico para evaluar con regularidad los contenidos de racimos únicos y pequeños lotes de RFF. Sin duda, esto se ha pensado por muchos años, pero la tecnología sigue adelante y la economía palmera se vuelve más grande. Tal vez ahora debería ser factible si se le prestara atención. Habría algunas ventajas principales, como:

- Evaluación de un campo más amplio de tratamientos de prueba para el efecto en el producto en sí
- Perfeccionamiento de los estándares óptimos de cosecha
- Evaluación de la extracción alcanzada frente a la potencial

- Optimización de los estándares para hacer frente a las dificultades

## Ciclo de vida de la plantación y parámetros de siembra

### Minimizar el período no productivo, particularmente mediante la plantación bajo cubierta (*underplanting*)

Un tema económico clave en un cultivo de árboles a largo plazo es el tiempo no productivo entre las siembras. En la práctica general, las palmas se renuevan cada 20-25 años, ya que se vuelven menos productivas y más difíciles de manejar. Varios problemas surgen con respecto al tratamiento del rodal viejo después del talado (acceso, preparación de la tierra, riesgo de la infección de *Ganoderma*, o daños de *Oryctes* por su reproducción en los tejidos viejos). Sin embargo, después de tumbar el rodal viejo, hay un período de dos o tres años prácticamente sin cultivo, y un año o dos más de relativamente poco cultivo. En una planificación de siembra uniforme, esto significa que 10 a 15% o más de la tierra no es productiva. Una excelente agronomía y una edad óptima en la transferencia de las plantas de vivero pueden ayudar a minimizar esto, equilibrado contra costos cada vez mayores (Nazeeb et ál., 1988).

Durante los ochenta, las pruebas demostraron que la plantación bajo cubierta era una opción factible (Loong et ál., 1990). Varios tratamientos incluían maneras de talar el rodal viejo progresivamente después de sembrar el nuevo, de tal manera que el cultivo se continuara cosechando durante su establecimiento. La ventaja económica continuaba, sin problemas de agricultura (Nazeeb et ál., 1996). El *Oryctes* no era un problema (lo cual era de esperar puesto que la vegetación siempre era densa), ni la infección de *Ganoderama* inquietaba (ver *Ganoderma*. Su relación con la plantación bajo cubierta).

Estas pruebas se están llevando a cabo por una generación completa de palmas, aproximadamente, pero no existen informes recientes publicados, y la práctica no está adaptada extensivamente en los principales territorios palmeros. Las pruebas adaptadas a las necesidades locales son muy útiles. En Tailandia, se ha visto reflejada con buenos beneficios económicos con relación a un menor flujo de caja interrumpido



(Clendon et ál., 2006), por medio del talado de filas pares alternas antes de la resiembra y podando la mitad distal de las hojas bajas de las palmas restantes durante los próximos dos años, y usando hoyos grandes para la siembra. Las operaciones de cosecha, el establecimiento de leguminosas, la uniformidad entre las plantas jóvenes ni los cambios en el patrón de siembra son problemáticos. El daño de *Oryctes* es mínimo, aunque de moderado a severo en las resiembras convencionales cercanas, y el *Ganoderma* no ha sido significativo.

## Distanciamiento de siembra

### *Encontrando el óptimo*

En la práctica, el distanciamiento de siembra entre las palmas es un compromiso para optimizar la producción durante la vida de un rodal, demasiado denso y mientras los rendimientos tempranos por unidad de área sean altos, esto será negado por una disminución posteriormente. Un distanciamiento demasiado grande y un déficit de rendimiento temprano nunca serán económicamente compensados. Las densidades convencionales han sido percibidas como bajas con respecto al mejor retorno económico, cuando un rendimiento temprano más alto sucede (Corley et ál., 1973).

Corley y Tinker (2003) concluyeron que generalmente en un ciclo normal de vida, un rango bastante amplio de densidades daba un rendimiento de RFF muy cerca al óptimo. Este óptimo, sin embargo, depende de la calidad del medio ambiente, variando, por ejemplo, de 119 por hectárea en PNG a 171 en las condiciones estacionales de Nigeria a cerca de 150-170 en el rango de las condiciones malayas.

Probablemente la respuesta de las palmas individuales (genotipo) a la densidad prevaleciente dan cuenta de la flexibilidad hasta cierto límite, otras palmas en el rodal, a una densidad diferente hubieran contribuido con una proporción diferente. Como respaldo de esto, Corley y Donough (1992) encontraron un rango óptimo de densidad de 156 a 260 por hectárea para clones separados en un entorno.

En años anteriores las palmas con un distanciamiento más corto han mostrado TEA más altas (después de la introducción de los gorgojos polinizadores) (Corley y Tinker, 2003). Esto no ha sido bien cuantificado, sin

duda debido a las dificultades para hacer un análisis periódico (ver Madurez, estándares de cosecha y tasas de extracción; medición de las tasas de extracción). Parece ser significativo, y podría constituir una diferencia importante para la economía. Una posible razón lógica para esto es que hasta un límite, la formación de los frutos se mejora por el tamaño aumentado y la densidad de la flor masculina, lo que a su vez aumenta la densidad de los insectos polinizadores, factores que posiblemente sean el subóptimo en las plantas más jóvenes.

### *Adelgazamiento*

Una densidad inicial alta y luego un adelgazamiento puede ofrecer algunas opciones (Nazeeb et ál., 1990). Las palmas a una densidad dada tienen un mejor desempeño en un patrón sistemático (hexagonal), pero no sería realista considerar un patrón sistemático antes y después del adelgazamiento, lo que conlleva a 75% de adelgazamiento (ó 50% en la única otra opción sistemática, la plantación cuadrada). Sin embargo, un adelgazamiento de espacio uniforme al quitar el mismo número de vecinos de cada palma (adelgazamiento 1 en 7, en 4 ò en 3 palmas) puede dar rendimientos solo un poco por debajo de la del mismo número de palmas sistemáticamente espaciadas. Las pruebas en densidades aparentemente sobre elevadas sí mostraron algunas recuperaciones. Pero la siembra densa deliberada para un rendimiento temprano, con adelgazamiento posterior, merece continuar.

### *Economía*

Se da énfasis a la importancia de una evaluación económica objetiva en todo esto. El retorno de una plantación (su valor presente neto, VPN) hace parte de la evaluación global. Los costos, el valor del producto y las tasas de interés varían. Es bastante probable que las cifras comparativas permanezcan con la misma relación, pero aún podrían cambiar, por ejemplo, en la actualidad, por el costo de la mano de obra con respecto a los otros costos. El método es utilizado por Corley et ál. (1973; Nazeeb et ál. (1988) y Nazeeb et ál., (1996). Nazeeb et ál. (1996) encuentran un VPN de 25 años para una compensación limpia de 4970 Ringgit de Malasia (RM) a un precio de aceite de palma de 800 RM por tonelada, contra 8830 RM para su mejor tratamiento de plantación bajo cubierta con materiales de vivero convencionales.

### ¿Siembra de ciclo corto?

Parece que existe la posibilidad de siembras más densas para obtener las ventajas en los primeros años, posiblemente con adelgazamiento y con plantación bajo cubierta, en un ciclo mucho más corto. Esto tiene la ventaja de reducir el problema de la cosecha de palmas altas. Los hechos *a priori* son suficientemente positivos para sugerir que vale la pena intentar, en las dos pruebas duplicadas para determinar la aplicación óptima en el plazo más largo, y también una prueba a escala de campo de la opción actual más probable. El plazo de ejecución puede parecer desalentador, pero si estas pruebas se hubieran establecido cuando las posibilidades se hicieron por primera vez evidentes, ya estuviéramos por lo menos, adelantados en una generación (ciclo corto).

## Ganoderma

### El problema

Las grandes pérdidas de palmas están asociadas al *Ganoderma*, una fuente de gran preocupación en el Lejano Oriente, donde los rodales de las palmas pueden ser diezmos. En la década de 1960 se centró la atención en esto, y desde entonces, las investigaciones detalladas han llevado a un progreso importante. Aún así, no puede decirse que el asunto está resuelto. La etiología de la enfermedad de la planta (causación) clásicamente tiene tres elementos interactivos, las características del organismo causante, los de la planta huésped y los efectos del medio ambiente (“el triángulo de la enfermedad”). En el caso de *Ganoderma*, parece justo afirmar que la mayor parte del trabajo a la fecha ha sido direccionado al primero de estos, pero ahora también existe un buen caso para enfocar más atención en los otros dos.

En el momento en que el problema se estaba desarrollando, la enfermedad se manifestaba principalmente como una pérdida progresiva de las palmas con una edad de aproximada entre 12 y 15 años en el campo. En ese entonces se consideraba que estaba ligado al envejecimiento orgánico de las palmas (Turner, 1981). A partir de los años sesenta, la experiencia y la investigación demostraron que las palmas replantadas más jóvenes podían ser infectadas por medio del contacto de la raíz con los tejidos (principalmente de palmas muertas) sólidos (“leñoso”) infectados saprofiticamen-

te por el micelio de *Ganoderma* cerca del punto de siembra. Desde entonces, las plantas resembradas han sido comúnmente afectadas, frecuentemente con pérdidas sustanciales durante los primeros diez años (Turner, 1981; Corley y Tinker, 2003).

### ¿Un fenómeno o dos?

Es ampliamente aceptado que la incidencia que ocurre en los años posteriores debe ser por la misma causa a la que afecta a las palmas jóvenes, lo cual representa una intensificación de la enfermedad en la medida en que se resiembran áreas cada vez mayores. Sin embargo, hasta ahora, ningún mecanismo lógico se ha demostrado. ¿Es posible que en realidad, las primeras infecciones y las posteriores sean dos fenómenos diferentes? Aquí, para el propósito del análisis, me refiero a estos como *Ganoderma* “fase temprana” y “fase tardía”. La primera, sin duda, es causada por infección directa de la raíz, pero ¿podría la segunda, en realidad, ser debido a la causa sugerida anteriormente, una función del envejecimiento orgánico de la palma? Basados en tal hipótesis, se resuelven varias anomalías aparentes.

Actualmente, cualquier intento de encontrar una justificación lógica de la etiología del *Ganoderma*, para una incidencia temprana o tardía, tarde o temprano alcanza una contradicción que surge de algún aspecto de la otra incidencia; pero teniendo en cuenta cada una por separado, se hace más fácil concebir un curso coherente de causa y efecto. Como ejemplo principal, Flood et ál. (2002) consideran la brecha grande entre la manifestación más temprana y la más tardía de la enfermedad, cuando no ocurre un aumento de la infección. Esto se explicaría si existieran dos causas diferentes.

### *Ganoderma* fase temprana

La fase temprana de *Ganoderma* puede afectar cualquier resiembra de palma a palma, si se dejan tejidos del sitio viejo en la resiembra, especialmente si están completamente o parcialmente enterrados (Yonnes y Turner, 1998; Chung, 2005). Los sitios sembrados por primera vez con palmas rara vez están afectados, pero la infección puede generarse fácilmente trayendo un tejido viejo del tronco de la palma y enterrándolo adyacente a los puntos de siembra de las nuevas plantas (Flood et ál., 2005). La infección claramente



es a través de las raíces que entran en contacto con el tejido infectado saprofiticamente. Si en la resiembra los tejidos de los troncos viejos o de los tallos principales quedan enterrados completamente o parcialmente, ocurre la infección, y puede afectar una proporción alta de palmas jóvenes.

#### *Algunos aspectos comparativos*

Una diferencia principal es que hay un factor de sitio muy fuerte en la fase tardía de *Ganoderma*. Algunos sitios son muy propensos a las pérdidas por esta causa (“sitios propensos”), pero otros no (en la mayor parte de los lugares, la mayoría). A pesar de los temores expresados frecuentemente, no hay evidencia que los sitios cambien en su susceptibilidad, ni de un aumento en las pérdidas promedio de una generación de palmas a la siguiente (Corley y Tinker, 2003).

La fase tardía de *Ganoderma* ocurre en sitios propensos independientemente de la historia de siembra y resiembra; también sin tomar en cuenta la incidencia anterior de *Ganoderma* fase temprana, en lo que concierne a lo que pueda ser juzgado por una evaluación subjetiva en esta fase. Obviamente, si las primeras pérdidas son muy severas, pero a pesar de eso se retiene el rodal, el esclarecimiento de las pérdidas adicionales después del año 12 aproximadamente, puede ser confundido, especialmente si hay propagación de la enfermedad entre las palmas en la medida en que sucumben.

Cualquier palma lo suficientemente madura para tener tejido de “tronco” significativo, y que muera por cualquier causa, es probable que presente síntomas de infección de *Ganoderma*, porque es un saprófito ubicuo que puede empezar a desarrollarse cuando los tejidos vivos se debilitan y pierden sus defensas. Una proporción de palmas (con frecuencia la mayoría) que mueren con *Ganoderma* muestran la forma de “pudrición superior del tallo” (USR, por su sigla en inglés), es decir, la descomposición empieza en el mismo tallo en lugar del nivel del suelo (pudrición basal del tallo, BSR, por su sigla en inglés) (Flood et ál, 2002). Yonnes y Turner (1998) observaron que la BSR y USR debían tener una etiología muy diferente ¿podría esto ser más bien un interrogante de una diferencia entre palmas jóvenes y viejas, siendo la etiología de ambas formas similar en las palmas más viejas? En *Ganoderma* de

fase tardía, los hongos tienden a ser genéticamente individuales, indicando una transmisión de esporas, mientras que en la fase temprana, lo que infecta una palma joven puede que sea generalmente del mismo genotipo que el del tejido muerto, lo que confirma la transmisión directa del micelio (Corley y Tinker, 2003; Flood et ál., 2005).

#### *Ganoderma fase tardía*

A pesar de los intentos realizados por una serie de técnicas, resulta casi imposible infectar palmas más viejas “sanas” por medio de la aplicación del “germen” *Ganoderma* (Flood et ál., 2002). Esto le da algún respaldo a la idea que algunos cambios en la condición de la palma es el causante del desarrollo del hongo.

El primer síntoma de la fase tardía de *Ganoderma* es similar a la de la sequía, que implica una falla de las raíces. Esto generalmente se asume ya que la enfermedad ha destruido las raíces. Sin embargo, las causas y efectos no han sido bien comprobados, y también existe la posibilidad que el deterioro de la raíz ocurra por algún otro motivo, y luego viene la infección. El amontonamiento de tierra en la base de las palmas con síntomas tempranos da una vida extendida (Lim et ál., 1995; Ho y Khairuddin, 1997; Ho y Teh, 2004). Esto no apunta en ninguna de las direcciones, pero sugiere que al mejorar las condiciones para el crecimiento y supervivencia de la raíz, la infección es contrarrestada. Amontonar tierra antes que comiencen a aparecer los síntomas da todavía una mejor supervivencia, y también mejores indicadores para la etiología.

**El primer  
síntoma  
de la fase  
tardía de  
*Ganoderma*  
es similar  
a la de la  
sequía, que  
implica una  
falla de las  
raíces.**

### *Susceptibilidad del huésped (genética de la palma)*

Existe una amplia aceptación de un componente genético en la incidencia, pero hay pocos informes de investigación sistemática. La observación personal es que en los bloques genéticos viejos de los sitios propensos, hay una variación amplia entre las familias en las pérdidas, tan amplia algunas veces, que familias enteras pueden perderse completamente, y en el otro extremo, algunas familias no presentan pérdidas. Esto puede implicar una similitud con otras enfermedades investigadas de las palmas, por ejemplo, la marchitez vascular, en la cual la exclusión de los genotipos susceptibles ha sido la manera de realizar un control práctico (Corley y Tinker, 2003). Lo mismo aplica para *Crown Disease*, o *mal de juventud* (aunque generalmente no se considera grave).

**Las cepas, especialmente, necesitan ser excavadas, incluidas las de todas las palmas muertas antes del talado general.**

Tales diferencias en la susceptibilidad entre las familias (que tienden a sembrarse en bloques en las plantaciones), podría explicar algunas diferencias de prueba y de sitio aparentemente conflictivas y anómalas. También podría afectar los hallazgos de los estudios, por lo que las tendencias generales tendrían más significado que

las comparaciones individuales. Incluso podría haber un factor fuente de semilla.

### **Relevancia del control y necesidades de investigación adicionales**

#### *Fase temprana*

Desde un punto de vista práctico, independientemente de los méritos de esta hipótesis de “dos fases”, es claro que se necesitan las precauciones apropiadas en la resiembra. En esencia, esto significa arrancar de raíz las palmas viejas sin dejar tejidos sustanciales bajo

la superficie (Yonnes y Turner, 1998; Chung, 2005; Flood et ál, 2005). Las cepas, especialmente, necesitan ser excavadas, incluidas las de todas las palmas muertas antes del talado general (aquéllas que no están visiblemente afectadas por *Ganoderma* pueden ser más potentes que las que presentan síntomas, como una fuente de infección de las palmas jóvenes.). En todas las palmas durante el talado, todos los tejidos deben colocarse en las hileras del nuevo rodal (preferiblemente parejos, no apilados), de tal manera que las palmas nuevas estén lo más separadas posible de los tejidos viejos. Más que eso no es de gran ayuda. Los procedimientos de desmenuzar, que se realizan exclusivamente para el control de *Ganoderma*, involucran gastos más allá de los necesarios.

De hecho, ¿podría la introducción de maquinaria pesada para la remoción de tierra y cortar en trozos aumentar el riesgo de enterrar los tejidos, especialmente si se hace de una forma descuidada? Si eso es así, paradójicamente, los intentos excesivos en las precauciones en una situación imperfectamente investigada pueden aumentar la incidencia de la enfermedad de fase temprana. La presunta conexión entre la fase temprana y tardía de *Ganoderma* puede hacer que esto sea una posibilidad especial en los sitios propensos (debido a “precauciones” extras), y conduzca a unas suposiciones incorrectas acerca de la relación entre las dos fases.

Queda la posibilidad que algunos sitios sean especialmente propensos a la fase temprana de *Ganoderma* debido a las dificultades de lograr una excavación completa, por causa de factores edáficos, por ejemplo. Puede existir la necesidad de excavar hondo para destruir masas de raíces más grandes (Yonnes y Turner, 1998), aunque la literatura sugiere que esto es posible solo en un número limitado de “sitios difíciles” a lo sumo. Esto requiere una evaluación cuidadosa para separar tales casos de situaciones que han empeorado debido a las medidas tomadas, por ejemplo, ¿se están enterrando los tejidos inadvertidamente? Los hallazgos de Gurmit (1991) y Chung (2005) dejan este interrogante abierto.

Sería de mucha utilidad confirmar si existen sitios propensos a la fase temprana de *Ganoderma*, particularmente, y si es así, identificarlos con más precisión (una consideración separada de la de una incidencia debido



a prácticas inadecuadas que pongan en peligro una excavación exitosa). Aún, si no fueran efectivas otras precauciones mayores, otros pasos de mejoramiento económico son posibles, en particular una siembra más densa, permitiendo el adelgazamiento “natural” (Nazeeb et ál., 2000).

Con frecuencia se menciona la función de envenenar las palmas viejas en la resiembra (Yonnes y Turner, 1998; Flood et ál., 2005). El tejido se afecta más rápidamente por *Ganoderma* como un saprofito, pero para saber si es mejor hacer esto (la terminación más rápida del “período infeccioso”), o no (aumentar la posibilidad de otros hongos causantes de pudrición), se necesita una investigación comparativa. Yonnes y Turner (1998) sugieren que el envenenamiento con un compuesto de nitrógeno puede reducir la colonización de *Ganoderma*.

Un período inactivo de un año y medio a dos años usualmente es suficiente para que las fuentes de inóculo se descompongan y no sean infecciosas (Yonnes y Turner, 1998). Pero, por otro lado, el efecto económico de prolongar el período no productivo es desventajoso en la mayoría de los casos, y evidentemente, en general no necesario si se implementa una práctica de resiembra apropiada.

#### *Fase tardía*

A pesar del largo tiempo dedicado al enfoque de esta enfermedad, casi no hay avances para entender las causas por las cuales un sitio es propenso, aunque se han sugerido varias posibilidades (Corley y Tinker, 2003). Los sitios propensos generalmente son áreas bajas, pero no todas las áreas bajas son susceptibles, y no todos los sitios propensos son áreas bajas. Pueden existir diferencias en pruebas de fertilizantes (Tayed Dolmat y Hamdan, 1999), que puede sugerir un factor químico en el suelo.

Períodos alternativos de lluvia y sequía pueden estar involucrados (Gurmit, 1991). Esto puede estar relacionado con la adaptabilidad a los hongos antagonistas, aunque eso no está de acuerdo con un cambio en la susceptibilidad individual de la palma como causa. Una aclaración de lo que hace a un sitio propenso sería de mucha utilidad para identificarlos mejor antes que sean sembrados. Podría hacer posible las correcciones, o por lo menos permitir pasos anticipados tales

como un siembra más densa y un ciclo más corto (*ver* Ciclo de vida de la plantación y parámetros de siembra; ¿Siembra de corto ciclo?).

Varias pruebas en técnicas de resiembra con respecto a la fase temprana de *Ganoderma* se han realizado por parte de una serie de organizaciones. El tiempo pasa, y sería de mucha utilidad si la incidencia de fase tardía se pudiera evaluar con relación al tratamiento de parcelas. Algunas han sido retenidas intencionalmente por esto pero otras pueden ser “rescatadas”. Evidentemente sería de igual interés un informe con resultados negativos.

#### *General*

Un estudio de incidencia de toda la industria, actual y de registros históricos o de memoria, puede ser útil con relación a las generaciones de la palma, el terreno, el agua y otros factores ambientales. Indudablemente hay incertidumbres y hasta errores acerca de lo que se ha hecho en casos particulares, pero se garantiza cierta objetividad con una investigación bastante extensa. Puede ayudar a determinar la causa de las variaciones de los sitios, y dar una conclusión “final” acerca de si la incidencia de fase tardía aumenta por las generaciones de la palma. Algunas veces el límite entre un sitio propenso y uno con poca incidencia está muy bien definido. Esto también puede arrojar una luz sobre la hipótesis de “dos fases”, y revelar si la propensión es similar para las dos, o diferente, como se sugiere por las comparaciones a la fecha.

Algunos sitios pueden presentar incertidumbres especiales, en particular, la turba (P Lim, pers comm.), que necesitan investigación. Los estudios pueden incluir comparación de las fuentes de semillas, y una revisión de información coordinada de los bloques genéticos, particularmente en sitios propensos a pérdidas de fase tardía. Como una advertencia para los programas de selección, no se deben cruzar características de resistencia entre las manifestaciones de la fase temprana y de la tardía.

#### **Relación con plantación bajo cubierta (*underplanting*)**

A pesar de la gran ventaja económica de la plantación bajo cubierta (*ver* arriba), la percepción del riesgo de *Ganoderma* con frecuencia se presenta como una

razón para evitarla. De hecho, una prueba cuidadosa no mostró un aumento marcado en la incidencia de *Ganoderma* de fase temprana o tardía (Nazeeb et ál., 1996), a pesar que las palmas viejas fueron envenenadas y dejadas en el sitio para que se pudrieran en los primeros cinco a seis años, tal vez, de la vida de las palmas nuevas. Unas pocas pérdidas al principio sí ocurrieron, probablemente debido a que no se desarraigaron las palmas ya muertas cuando se sembró la nueva generación. Posiblemente, además de la disminución del material infeccioso, una vez las palmas han sido bien establecidas, están menos susceptibles a la infección de fase temprana.

En las últimas fases de la prueba, no se presentaron incidencias cada vez mayores de *Ganoderma* fase tardía, ni tampoco existieron evidencias de estas en la práctica en Tailandia (Clendon et ál., 2006) (ver Ciclo de vida de la plantación y parámetros de siembra, Minimizar el período no productivo), particularmente mediante la plantación bajo cubierta (*underplanting*), donde las palmas son excavadas y cortadas en trozos después del talado.

Un análisis económico apropiado (ver Ciclo de vida de la plantación y parámetros de siembra; Economía) es esencial, los hallazgos pueden ser ilógicos. Por ejemplo, en una prueba, con cálculo de costos normales, se encontró que la disminución del período no productivo por la plantación bajo cubierta produjo un beneficio tal que las pérdidas progresivas hasta el 80% de las palmas en el año 20, contra ninguna con compensación limpia, dio aún un mejor VPN (Wood, 1999). De hecho, no se han encontrado diferencias consistentes en la incidencia con las experiencias de las plantaciones bajo cubierta.

## Otros temas

No se pretende que los casos que he escogido sean la base de un programa completo de I & D, ellos ilustran algunas áreas donde la investigación puede conducir a mejoras económicas en la práctica. Estos casos específicos pueden no llevar directamente a las conclusiones que en la actualidad se contemplan, pero la evidencia *a priori* es que merecen investigación, que puedan conducir en esas direcciones o a otros campos de trabajo prácticos. Ellos ilustran las debilidades causadas por la disminución del esfuerzo de I & D

coordinado y los amplios beneficios de participación. Aparte de estos temas, hay por supuesto otros que pueden ofrecer campo de acción para beneficios derivados de una investigación mejorada. Algunos de estos se tratan en esta sección.

Los fertilizantes siguen siendo el mayor costo y una eficiencia cada vez mayor debe ser el objetivo. Esto incluye ir a la par con los cambios del medio ambiente que ellos mismos generan (Fairhurst, 2003), la aplicación de métodos (Tang et ál., 1999), e ir construyendo una evaluación continua de producto en vez de la producción de RFF (ver Madurez, estándares de cosecha y tasas de extracción; Medición de las tasas de extracción). Hay posibilidad de continuar contribuyendo con un mayor potencial de rendimiento a partir del trabajo sobre el manejo de aguas (Lim et ál., 1994) y la práctica óptima de ambientes “especiales” pero a gran escala, específicamente los suelos de turba (Lim, 2005).

El control de plagas con enfoque MIP ha demostrado ser efectivo para la palma de aceite, pero requiere de modificaciones continuas y flexibilidad para enfrentarse a situaciones cambiantes. Por ejemplo, la técnica de inyección en el tronco de la palma ha sido muy valiosa orientada solamente hacia los insectos plaga (defoliadores), pero los químicos sistémicos en los cuales se basa están cada vez más abolidos. Actualmente, es necesario ensayar los pesticidas disponibles a este respecto. La importancia del control biológico natural “básico” ha sido reconocida y resaltada para la palma de aceite (Wood, 2002), pero las mejoras continuas son convenientes, entre otras cosas, para hacer asociaciones más específicas entre las plagas y sus enemigos naturales.

Hay necesidad de investigar la ecología de la pérdida de ratas con relación a las limitaciones de la cosecha, que incluyen el valor de búhos de apoyo, contra el simple desarrollo de poblaciones de depredadores autosostenibles (Wood y Chung, 2003). Los químicos son esenciales para el control de malezas, y la práctica más neutral ecológicamente necesita de una investigación constante para cumplir con los programas químicos cambiantes y aceptables.

Hay campo de acción para una eficiencia cada vez mayor en las prácticas de vivero. En algunos años y



lugares, se necesitan grandes cantidades de plantas, lo que pone un límite para encontrar medios de siembra adecuados que sustituyan la capa vegetal. Esto, y otros temas como cantidades y fuentes de nutrientes, y la optimización de la cobertura de irrigación contra el costo, ameritan más investigación.

Los enfoques hacia los temas de la cosecha incluyen cambiar la estructura de la palma y su comportamiento de cultivo, mediante el mejoramiento genético convencional, la técnica biotecnológica, y la identificación de clones (Corley y Tinker, 2003; Corley, 2005). Los clones con una productividad alta tienen una función que desempeñar para elevar el potencial de rendimiento, si el costo adicional se justifica con el progreso esperado. Por otro lado, puede haber alguna pérdida de la protección que los diversos genotipos en una siembra de plántulas pueda dar frente a las condiciones ambientales variables y fluctuantes y a las prácticas de siembra (en particular el distanciamiento de la siembra). La selección de los clones y su tratamiento probablemente requieran más investigación en detalle, para sacar el máximo provecho del potencial que ofrecen.

La lista de los temas para mejorar la eficiencia de la palma de aceite a través de I & D es interminable. Otros, incluidos algunos llamados a mi atención por colegas que vieron el borrador de este artículo, comprenden limitaciones cada vez mayores de mano de obra, escasez de trabajadores dispuestos y con cualificación adecuada, y una administración bien capacitada que, entre otras cosas, requiere vincular la I & D de asuntos de campo y su aplicación. El desarrollo de la mecanización, la capacitación, los sistemas de incentivos, inclusive el cruce de normas de género, todo entra en esto.

## Eventos fortuitos

Al repasar textos recientes, se me ocurrió que el azar jugaba un papel importante al comienzo del despegue de la plantación comercial de palma de aceite. Este despegue no ocurrió durante muchas décadas después que la palma fue traída al Lejano Oriente. Varios factores posiblemente estuvieron involucrados (Corley y Tinker, 2003), y otros que pudieron ser restrictivos no lo fueron, por fortuna más

que por conocimiento. Los aspectos detallados más adelante han sido todos estudiados posteriormente y optimizados para una ventaja considerable. En sentido contrario, muestran los peligros de dejar el desarrollo en manos de la suerte.

## Insectos en la polinización

Parece posible que los prospectos comerciales solo fueron reconocidos después de la adaptación fortuita de los trips polinizadores (*Thrips hawaiiensis*) a la palma. Ciertamente, sin esto, la formación de frutos hubiera sido muy poca para fomentar el desarrollo de lo que en ese entonces era esencialmente una palma ornamental. No existen registros de la fecha en que esto

sucedió en la Península Malaya o en Sumatra, pero la experiencia en Sabah y en Papúa, Nueva Guinea, (desde la década de 1960) es que la polinización de forma natural no se llevó a cabo sino hasta principios de los años ochenta, a pesar de la presencia de la misma especie de trips. Debido a que es esencial la polinización asistida, es poco probable que la palma se hubiera comercializado allá, a menos que se hubiera visto lo que podía hacer en Malasia peninsular o en Sumatra. Resulta interesante que una plantación de prueba en Labuan en la década de 1870 fue talada en 1889 sin haber sido productiva alguna vez (Corley y Tinker, 2003), fallas de polinización muy bien podría explicar esto. Todo esto, por supuesto, fue eventualmente sustituido por la importación y la implantación de los gorgojos polinizadores a principios de la década de 1980 (Syed et ál., 1982), pero esa es otra historia.

**Los enfoques hacia los temas de la cosecha incluyen cambiar la estructura de la palma y su comportamiento de cultivo.**

## Micorrizas

Segundo, solo recientemente la palma ha mostrado ser dependiente de la simbiosis micorrizal para un crecimiento adecuado. Como sucede, una amplia gama de especies puede formar la asociación, pero si hubiera sido restringido (como sucede con algunas especies de árboles), las siembras piloto no habrían sido alentadoras.

## Marchitez vascular

Tercero, si las primeras importaciones de palmas al Lejano Oriente hubieran sufrido de la enfermedad de

**El rendimiento medio en el Lejano Oriente es de aproximadamente 4 toneladas de aceite de palma por hectárea en la actualidad, pero los mejores rendimientos de prueba son aproximadamente 10 toneladas por hectárea.**

marchitez vascular extensiva que la puede diezmar en África, la palma podría haber sido mucho menos atractiva. Parece poco probable que el inóculo no fue traído con las primeras importaciones (aunque en la actualidad la cuarentena es bastante rígida). La misma especie patógena de hongos está presente en el Lejano Oriente, y puede ser que esta sea una cepa no infecciosa que inhibe a la patógena, aunque inclusive ahora, eso es una especulación.

## Conclusiones

La investigación y el desarrollo práctico de campo de la palma de aceite ha contribuido esencialmente con la práctica agrícola, incluida la acomodación al contexto variable, que comprende la nueva dinámica (ver también Wood, 1995; Chew et ál., 1998; Basiron

et ál., 2000). La eficiencia de la producción contiene muchos elementos, pero en este contexto se pueden especificar dos. Primero, como anota Corley (2005), la relación de trabajadores a unidad de área es muy desfavorable para la palma de aceite en comparación con los cultivos competidores por ejemplo uno por más de 150 hectáreas de soya de Brasil, pero uno por 4-10 hectáreas de palma de aceite. No es probable que esta brecha se cierre completamente, pero la relación a volumen de producto es mejor, mientras que el índice de energía (la de producción al valor en el producto) es sobresaliente.

Segundo, los costos fijos tienen una participación grande en el costo de producción, por lo que una recuperación total del potencial de cultivo actual debe tener prioridad. Encontrar el óptimo económico es uno de los factores más importantes en todas las investigaciones. La situación cambia y es esencial renovar y mantener el ímpetu, con estudios prácticos de campo para sostener el impulso.

Varios autores han señalado algunas áreas donde un empuje a la investigación puede pagar dividendos, y Corley (2005) hace énfasis en la necesidad de tratar el tema de la sostenibilidad económica. Esto se puede igualar con los costos de producción cuando las relatividades varían los costos de los trabajadores, en particular en la actualidad. Al seleccionar algunos ejemplos específicos donde los campos de acción para el avance parecen aparentes, no implica que todo se pueda realizar exactamente según los criterios postulados. Si el resultado es obvio, no hay necesidad de hacer I & D, excepto, tal vez, como demostración. No obstante, todos parecen ofrecer buenas esperanzas de avances útiles o clarificación de asuntos prácticos. Esto incluye algunas líneas de investigación que en un tiempo mostraron buenas posibilidades, pero parecen haber quedado en suspenso.

Además, es de la naturaleza de la investigación que puedan surgir líneas de investigación imprevistas. El progreso generalmente se logra por una serie de pequeños pasos, pero estos pasos solo son posibles cuando se sigue todo el sendero. El potencial está bien ilustrado cuando se repite un comentario de apertura, que el rendimiento medio en el Lejano Oriente es de aproximadamente 4 toneladas de aceite de palma por hectárea en la actualidad, pero los mejores rendimien-



tos de prueba son aproximadamente 10 toneladas por hectárea.

Las estructuras de la administración de la industria y las actitudes con frecuencia no están dirigidas hacia esta clase de I & D de respaldo, debido al sobre énfasis en objetivos de corto plazo. La realidad es que la línea de sucesión de los investigadores de campo experimentados se está rompiendo. Puede ser muy difícil recuperarla.

Hace algunos años, un editorial de *Planter* (Chew, 2001) preguntaba acerca de si estábamos alcanzando retornos disminuidos en la I & D de las plantaciones. La conclusión fue que la industria tenía sus problemas, pero había un buen campo de acción para la I & D para mejorar el desempeño, si se permitía investigar los problemas. Las limitaciones económicas continúan amenazando la industria, y la mejor esperanza es mantener el ímpetu. En un ambiente de reducción de costos, lo

más fácil es el recorte de los costos variables, por lo que aunque continúe la I & D, el trabajo de campo le da paso al laboratorio y al computador. No se trata de contradecir su importancia, pero las oportunidades derivadas de las investigaciones de campo se deben tener en cuenta. Necesita una atención consciente de la industria para vigorizarla y coordinar el esfuerzo.

## Agradecimientos

Agradezco a mis colegas por sus valiosos comentarios y discusiones. Incluyo en este agradecimiento al Dr. Lim Kim Hua, Mr Cheng Gait Fee, Mr C F Robert, Mr Sathianathan Menon, Mr John Clendon, Dr Palat Tittinutchanon y al Dr H L Foster. La interacción reciente sobre *Ganoderma* fue con Ir Yonnes Hassan y Dr Julie Flood, dentro del ámbito de las Plantaciones Lonsum en Sumtra. Los errores e imprecisiones quedan bajo mi responsabilidad.

## Bibliografía

- Anon, 2004. Progressions of power. *The fuel cells review*. Institute of Physics, 1 (1): 3-4.
- Barlow, HS. 2005. The roundtable on sustainable palm oil. *The Planter*, 81 (954): 543-544.
- Basiron, Y; Jalani, BS; Chan, KW (ED). 2000. In: *Advances in Oil Palm Research* (2 vols). Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur.
- Chan, KW. 2004. The role of research and development strategies in food safety and good agricultural, manufacturing and distributing practices in the Malaysian palm oil industry. Paper presented in EurepGAP Asia, 2004, "Towards globally accepted quality, safe and sustainable agriculture". Department of Agriculture, Malaysian & qaplus asia-pacific sdn bhd: 24.
- Chew, PS. 1996. Industry's low OER problems—impact, outlook and implications. *The Planter*, 72 (842): 273-290.
- Chew, PS. 2001. Plantation R&D in oil palm—are we reaching the point of diminishing returns? *The Planter*, 77 (902): 251-253.
- Chew, PS; Soh, AC; Goh, KJ; Kee, KK. 1998. Role of private sector research in oil palm crop production. In: *Proceedings 1998 International Oil Palm Conference*, Nusa Dua, Bali.
- Chung, GF. 2005. Management of *Ganoderma* diseases in oil palm to minimize spreading in the fields. *The Planter*, 81 (957): 765-773.
- Clendon, JH; Palat, T; Corley, RHV. 2006. Replanting oil palms in Thailand: underplanting with various thinning and pruning techniques. In: *Proceedings 4th National Seminar, "Replant or Perish"*. Ipoh, Malaysia. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur: 95-110.
- Corley, RHV. 2005. Is the oil palm industry sustainable? In: *Proceedings International Palm Oil Congress "Technological breakthroughs and commercialisation – the way forward"*, 25-29 September 2005. Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur. 89-107.
- Corley, RHV; Donough, CR. 1992. Potential yield of oil palm clones – the importance of planting density. In: *Proceedings workshop "Yield potential in the oil palm"* (V Rao, I E Henson and N Rajanaidu, eds.). International Society of oil Palm Breeders, Kuala Lumpur, pi-x; 1-469.
- Corley, RHV; Law, H. 2001. Ripening, harvesting and oil extraction. *The Planter*, 77 (906): 507-524.
- Corley, RHV; Tinker, PB. 2003. *The Oil Palm*. 4th edition. Blackwell, Oxford: i-xxviii, 1-562.
- Gill, B; Roberts, J; Hartley, N. 2005. Biomass task force, report to Government, October 2005. Defra, UK. Defra.gov.uk/farm/acu/energy/biomass-taskforce/index.htm 1-79.
- Fairhurst, T. 2003. Environmental aspects of fertiliser management in oil palm. In: *Proceedings MPOA Seminar, 2003 "Good Agricultural Practice and Food Safety Management in Palm Oil Industry"*. 24-25 February, 2003, Marriot Hotel, Putrajaya, Malaysia. Malaysian Palm Oil Association & qaplus asia-pacific sdn bhd: 24.
- Flood, J; Keenan, L; Wayne, S; Hasan, Y. 2005. Studies on oil palm trunks as sources of infection in the field. *Mycopathologia*, 159: 101-107.
- Flood, J; Hassan, Yonnes; Foster, HL. 2002. *Ganoderma* diseases of oil palm – an interpretation from Bah Lias Research station. *The Planter*, 78 (921): 689-710.



- Foster, HL; Dolmat, Tayeb; Gurmit, S. 1988. The effect of fertilisers on bunch components in Peninsular Malaysia. 294-304. In: *Proceedings of 1987 International oil Palm/Palm Oil Conference – Agriculture* (A H Halim, P S Chew, B J Wood, and E Pushparajah, eds.). Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. i-xvi, 1-738.
- Gan, LT. 1998. Critical operational challenges for maximising oil extractions in oil palm. *The Planter*, 74 (870): 487-499.
- Gates, DM. 1985. *Energy and Ecology*. Sinauer Associates. Sunderland Massachusetts. pi-xii: 1-377.
- Gurmit, S. 1991. *Ganoderma* – the scourge of oil palms in the coastal areas. *The Planter* 67 (786): 421-444.
- Hajah Rosnani Ibarahim. 2003. Environmental issues and challenges in the palm oil industry. In: *Proceedings MPOA Seminar, 2003 “Good Agricultural Practice and Food Safety Management in Palm Oil Industry”*. 24-25 February, 2003, Marriot Hotel, Putrajaya, Malaysia. Malaysian Palm Oil Association & qaplus asia-pacific sdn bhd: 4.
- Hartley, CWS. 1967. *The oil palm*. Longmans, London. i-xiv: 1-706.
- Ho, CT; Hashim, Khairuddin. 1997. Usefulness of soil mounding treatments in prolonging productivity of prime-aged *Ganoderma* infected palms. *The Planter*, 73 (854): 239-244.
- Ho, CT; The, CL. 2004. Containment and control of rhinoceros beetles and *Ganoderma* basal stem rot. 197-211. In: *Proceedings of “Agronomy and Crop Management”*. (Chew Poh Soon; Tan Yap Pau, eds.). Malaysian Oil Sciences and Technologies Association (Mosta) Best Practice Workshop, Kuala Lumpur.
- Hoong, HW; Donough, CR. 1998. Recent trends in oil extraction rate (Oer) and kernel extraction rate (Ker) in Sabah. *The Planter*, 74 (865): 181-202.
- Khairudin Hashim. 2003. Mpoa's endeavour towards sustainable agriculture. In: *Proceedings Mpoa Seminar, 2003 “Good Agricultural Practice and Food Safety Management in Palm Oil Industry”*. 24-25 February, 2003, Marriot Hotel, Putrajaya, Malaysia. Malaysian Palm Oil Association & qaplus asia-pacific sdn bhd: 12.
- Lim, KH. 2005. Soil, water and fertiliser management for oil palm cultivation on peat soils. 433-455. In: *Proceedings International Palm Oil Congress “Technological Breakthroughs and Commercialization—The Way Forward”*, 25-29 September 2005. Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur.
- Lim, KH; Chuah, JH; Ho, CY. 1994. Improving water management practices on oil palm through the water balance concept. 10-119. In: *Management for Improved Profitability in Plantations* (KH Chee, ed.). Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur.
- Lim, KH; Chuah, JH; Ho, CY. 1995. Effects of soil heaping on *Ganoderma* infected oil palms. 477-486. In: *Proceedings 1993 PORIM International Palm Oil Congress – “Update and vision (Agriculture)”* (B S Jalani, A Darus, T Dolmat, K Paranjothy, W Basri, I E Henson and K C Chang. Eds.). Palm Oil Research Institute of Malaysia. Kuala Lumpur. i-xvi: 1-765.
- Lim, KH; Toh, PY. 1985. The accuracy and precision of bunch analysis. 91-109. In: *Proceedings of the Symposium on “Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry”*. 21-22 February, 1984. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. i-viii: 1-376.
- Lim, CB; Sivasothy, K. 2006. Commercialisation of Modipalm palm oil mills with continuous sterilisation process. Presentations in “New Dynamics in Global Vegetable Oil Trade: Industry's Response?” 2nd Seminar, Malaysian Palm Oil Association, 15-16 May, 2006, Kuala Lumpur: 21+4.
- Loong, SG; Mohd Nazeeb; Letchumanan, A; Wood, BJ. 1990. Underplanting as a means to shorten the non-productive period of oil palm. 159-168. In: *Proceedings of 1989 International Palm Oil Development Conference – Agriculture* (S Jalani, ZZ Zin, K Paranjothy, Ariffin Darus, N Rajanaidu, SC Cheah, Mohd Basri Wahid, IE Henson; D Mohd Tayeb, eds.). Palm Oil Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur. i-xxii: 1-588.
- Martin, G. 1981. Le bilan énergétique de la culture du palmier a huile. Une approche. (with English translation). *Oléagineux*, 36 (6): 273-284.
- Nazeeb, Mohd; Barakabah, SS; Loong, SG. 2000. Potential of high density oil palm plantings in diseased environment. *The Planter*, 76 (896): 699-710.
- Nazeeb, Mohd; Loong, SG; Goh, KH; Wood, BJ. 1990. Trials on planting oil palms at high initial density with later thinning. 199-214. In: *Proceedings of 1989 International Palm Oil Development Conference – Agriculture* (S Jalani, ZZ Zin, K Paranjothy, Ariffin Darus, N Rajanaidu, SC Cheah, Mohd Basri Wahid, IE Henson; D Mohd Tayeb, eds.). Palm Oil Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur. i-xxii: 1-588.
- Nazeeb Mohd, Loong, SG; Letchumanan, A; Tang, MK. 1996. Alternative methods of replanting oil palms. *The Planter*, 72 (841): 221-231.
- Nazeeb, Mohd, Loong, SG; Wood, BJ. 1988. Trials on reducing the non-productive period at oil palm replanting. 372-390. In: *Proceedings of 1987 International oil Palm/Palm Oil Conference – Agriculture* (AH Halim, PS Chew, BJ Wood; E Pushparajah, eds.). Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. i-xvi: 1-738.
- Noto, E; Prabowo, HL; Foster; Abner, JS. 2006. Recycling oil palm bunch nutrients. In: *Proceedings International Oil Palm Conference*. Bali. 2006. Indonesian Oil Palm Research Institute.
- Quah, SK; Lim, KH; Gillies, D; Wood, BJ; Kanagaratnam, J. 1983. Sime Darby Pome treatment and land application systems. 193-200. In: *Proceedings of Regional Workshop on Palm Oil Mill Technology and Effluent Treatment*. 17-18 August, 1982. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, pi-viii: 1-251.
- Rajah, Indran. 2003. Plantation impacts on biodiversity. In: *Proceedings Mpoa Seminar, 2003 “Good Agricultural Practice and Food Safety Management in Palm Oil Industry”*. 24-25 February, 2003, Marriot Hotel, Putrajaya, Malaysia. Malaysian Palm Oil Association & qaplus asia-pacific sdn bhd: 14.
- Rjp. 2006. The end of an era – recollections of an ISP member. *The Planter*, 82 (958): 41-42.
- Sabri, Ahmad. 2004. Sustainable palm oil practices: Case study of Golden Hope Plantations Berhad. Paper 10 in EurepGAP Asia, 2004, “Towards globally accepted quality, safe and sustainable agriculture”. Department of Agriculture, Malaysia & qaplus asia-pacific sdn bhd: 44.
- Sabri, Ahmad; Chandran, MR. 2004. The challenge of sustainability for the Malaysian palm oil industry. *The Planter*, 80 (945): 783-787.
- Said, I; Wood, BJ; Tan, ST. 1985. An investigation of the oil palm bunch analysis technique as a guide to actual oil content. 110-139. In: *Proceedings of the symposium on “Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry”*. 21-22 February, 1984. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. i-viii: 1-376.
- Syed, RA; Law, IH; Corley, RHV. 1982. Insect pollination of oil palm: introduction, establishment and pollinating efficiency of *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia. *The Planter*, 58 (681): 547-561.
- Tang, MK; Nazeeb, M; Loong, SG. 1999. An insight into fertiliser types and application methods in Malaysian oil palm plantations. *The Planter*, 75 (876): 115-137.
- Tayeb, Dolamt, Hamdan. 1999. Relation of fertiliser nutrients to *Ganoderma*. 422-453. In: *Proceedings 1999 PORIM International Palm Oil Conference*. Palm Oil Research Institute, Kuala Lumpur.
- Teoh, CH. 2003. The business case for sustainable development in the oil palm. *The Planter*, 79 (933): 757-776.
- The Planter. 1995. Some consequences of labour shortage in Malaysian plantations (editorial). *The Planter*, 71 (830): 203-204.



- Turner, PD. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*. Oxford University Press, Kuala Lumpur: 280.
- Wood, BJ. 1977. Management of R & D in the private sector. Ch 7, 121-134. In: *Agricultural Research Management. Vol II*. South East Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Philippines.
- Wood, BJ. 1987. Research management in the oil palm industry. In: *Proceedings of a Workshop on Management of the Oil Palm Industry*. Balai Penelitian Perkebunan Medan (RISPA), 24-25 November 1987: 22 p.
- Wood, BJ. 1995. Research and development in the plantation industry. *The Planter*, 71 (829): 177-188.
- Wood, BJ. 1999. Cases illustrating the need for continuing R&D in IPM in oil palms. 97-103. In: *Proceedings MAPPS 5th International Conference, Plant Protection in the Tropics: "Tropical Plant Protection in the Information Age"* (A Sivapragasam, Ahmad AI, Abdul KS, Cheah UB, Chung GF, Chia TH, Dzolkhifli O, Ho TH, Hussan AK, Lee SS, Lim JL, Lum KY, Mohamed S, Nathan G, Ong CA, S Vijaysegaran, Zainal AMA, eds.). Malaysian Plant Protection Society, Kuala Lumpur. i-xv: 1-565.
- Wood, BJ. 2002. Pest control in Malaysia's perennial crops: A half century perspective tracking the pathway to integrated pest management. *Integrated Pest Management Reviews*, 7: 173-190.
- Wood, BJ. 2005. The importance of ecology in meeting Good Agricultural Practice (GAP) standards in Integrated Pest Management (IPM) in tropical agriculture. Paper presented at the Workshop on Good Agricultural Practice – "Implementing Eurepgap in Thailand". Bangkok. November 25-26.
- Wood, BJ; Chung, GF. 2003. A critical review of the development of rat control in Malaysian agriculture since the late 1960s. *Crop protection*. 22: 445-461.
- Wood, BJ; Corley, RHV. 1993. The energy balance of oil palm cultivation. 130-143. In: *Proceedings of the 1991 PORIM International Palm Oil Conference – "Progress, Prospects & Challenges Towards the 21st Century", Module I, Agriculture* (Yusof Basiron, Jalani Sukaimi, KC Chang, SC Cheah, IE Henson, Norman Kamaruddin, K Paranjothy, Hj Tayeb Dolmat, Ariffin Darus, eds.). Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, i-xii: 1-579.
- Wood, BJ; Lim, KH. 1989. Developments in the utilisation of palm oil and rubber factory effluents. *The Planter*, 65 (756): 81-98.
- Wood, BJ; Loong, SG; Said Ismail; Lee, MH; Quah, SK. 1985. Mill recovery of palm oil from FFB harvested to various "ripeness" standards. 255-266. In: *Proceedings of the symposium on "Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry"*. 21-22 February, 1984. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. i-viii: 1-376.
- Yeoh, BG. 2004. A technical and economic analysis of heat and power generation from biomethanation of palm oil effluent. 20.63-78. In: *Electricity Supply Industry in Transition. Issues and Prospects for Asia*. 14-16 January 2004.
- Yoness, Hassan; Turner, PD. 1998. The comparative importance of different palm oil tissues as infection sources for basal stem rot in replantings. *The Planter*, 74 (864): 119-135.

## Pauta

## FINAGRO