

DESARROLLO TECNOLÓGICO:

futuro de la agroindustria de la palma de aceite

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT:

Future of the Oil Palm Agroindustry

AUTORES



Mohd Basri Bin Wahid

Director General Malaysian Palm
Oil Board (MPOB)
basri@mpob.gov.my

Lim Weng Soon

Director, Engineering & Processing
Division, MPOB

Mohd Arif Simeh

Principal Research Officer MPOB

Palabras CLAVE

Desarrollo tecnológico,
centros de producción de semilla,
investigación y desarrollo (I&D),
racimos de fruta fresca (FFB)

Technological development,
seed production centers,
research & development (R&D),
fresh fruit bunches (FFB).

Traducido por Fedepalma.
Versión original en inglés
disponible en el Centro de
Documentación de Fedepalma.

RESUMEN



El desarrollo tecnológico desde 1912 ha transformado la industria de la palma de aceite de Malasia en una industria estratégica y bien planeada que responde a los cambios globales. Los avances en tecnología han conducido a un crecimiento fenomenal de la industria mediante la comercialización de material Tenera, resultante de un cruce de Dura por Pisífera (DXP). El país diversificó con más palma de aceite, con un incremento del área de 54.000 hectáreas en 1960 a 0,8 millones en 1980 y a 1,6 millones en 1990. El mayor impulso del crecimiento se debió a la expansión de las áreas de palma de aceite bajo la Autoridad Federal de Desarrollo de Tierras (Fedal, por su sigla en inglés). Lo cual catapultó programas de desarrollo social, para los pobres y sin tierra, con la palma de aceite como cultivo líder. Para 2005, se tenían 4,1 millones de hectáreas de palma de aceite en el país, que cubrían cerca de dos tercios de la tierra agrícola (Tabla 1). Malasia sigue siendo el mayor productor del mundo de palma de aceite, con una producción de 14,96 millones de toneladas en 2005. El éxito del cultivo tiene que ver ampliamente con la tendencia del mercado, en el que los prospectos de buenos precios a largo plazo del aceite de palma lo hacen más atractivo, comparado con otros cultivos. Al ser un pilar de la economía de Malasia, el aceite de palma participa en más de una tercera parte del producto interno bruto y genera 8.000 millones de dólares en exportaciones. En la actualidad, la industria proporciona oportunidades de empleo a más de 1,5 millones de personas en varios sectores relacionados. Este escrito presenta un panorama de los desarrollos tecnológicos que han llevado a la industria a convertirse en un sector estratégico e impactante, que moldearán el futuro de la industria de la palma de aceite.

SUMMARY

Technological development since as early as 1912, has transformed the Malaysian palm oil industry into a strategic and well planned industry that responds to global challenges. Advances in technology had led to phenomenal growth of the industry through the commercialization of *tenera* planting material resulting from a cross between *dura* and *pisifera* (DXP). The country diversified into more planting of oil palm, with area increasing from 54,000 hectares in 1960 to 0.8 million hectares in 1980 and 1.6 million hectares in 1990. The main impetus of growth was the expansion of oil palm areas under the Federal Land Development Authority (Felda) which spearheaded land development schemes for the poor and landless with oil palm as the anchor crop. By 2005, there were 4.1 million hectares of oil palm in the country covering nearly two thirds of the agricultural land (Table 1). Malaysia continues to be the world largest palm oil producer with a production of 14.96 million tonnes in 2005. The success of the crop is largely market driven, where the good long term price prospects of palm oil makes it more attractive compared to other crops. Being a pillar of Malaysia's economy, palm oil contributes to more than one third of the agricultural GDP and it generates USD8 billion in export earnings. At present, the industry provides job opportunities to more than 1.5 million people in various related sectors. This paper provides an overview of technological developments which had propelled the industry into a strategic and important sector and which will shape the future of the oil palm agro industry.



DESARROLLO TECNOLÓGICO — AVANCES EN MATERIAL DE SIEMBRA

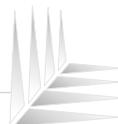
La expansión continuada de la palma de aceite en Malasia está complementada por el desarrollo tecnológico en la producción de buenos materiales de siembra. En la actualidad existen 18 centros de producción de semilla certificados que se ciñen a estrictos estándares tecnológicos, 12 de ellos operan exclusivamente como productores de semilla. En 1995 se produjeron comercialmente 56 millones de semillas y esta cifra aumentó a 81 millones de semillas en 2005. Esta demanda de semillas creció a la par de la expansión en área sembrada de palmas de aceite. Las plantaciones privadas constituyen la mayor extensión de tierra con 2,41 millones de hectáreas o 59,6% del área total. De 1995 a 2005 el área sembrada de plantaciones privadas casi se duplicó de 1,26 millones a 2,41 millones de hectáreas (Tabla 2), con el mayor desarrollo en la región de Sabah, en el oriente de Malasia.

Si bien los esfuerzos de investigación y desarrollo continúan con el fin de producir materiales de siembra de alto rendimiento, no parece haber mucha mejora en los rendimientos generales. En Malasia los rendimientos de racimos de fruta fresca (FFB) han estado

estancados por debajo de 20 toneladas por hectárea durante los últimos 20 años (Figura 1). En el contexto mundial hay una ligera mejora en la producción de aceite de palma por hectárea (Tabla 3). El nivel de rendimiento que se obtiene en la actualidad representa una brecha en rendimiento de aproximadamente 60%, ya que el material de palma de aceite actual tiene el potencial para producir 8,8 toneladas de aceite por hectárea (Jalan, *et al.* 2002).

Como lo indica la Tabla 4, el bajo porcentaje de rendimiento de FFB en Malasia se debe principalmente al menor desempeño de las agencias públicas. Con la introducción de materiales clonales de alto rendimiento pueden esperarse mejoras en el rendimiento de hasta 35% o más.

En la actualidad en Malasia se adelantan campañas de mejoramiento de la productividad y mejores prácticas de gestión para aumentarla en términos de rendimiento de FFB y OER (sigla en inglés para tasa de extracción de aceite). A largo plazo, la visión de 35:25 (rendimiento FFB de 35/t/ha/año y 25% OER) motivará a todas las categorías de plantaciones de palma de aceite a esforzarse por lograr mayor productividad con el fin de poder realizar mejores significativas en el rendimiento.


Tabla 1. Área sembrada de palma de aceite: 1960-2005 (hectáreas)

Año	P.Malasia	Sabah	Sarawak	Total
1960	na	na	na	54.000
1975	568.561	59.139	14.091	641.791
1980	906.590	93.967	22.749	1.023.306
1985	1.292.399	161.500	28.500	1.482.399
1990	1.698.498	276.171	54.795	2.029.464
1995	1.903.171	518.133	118.783	2.540.087
2000	2.045.500	1.000.777	330.387	3.376.664
2001	2.096.856	1.027.328	374.828	3.499.012
2002	2.187.010	1.068.973	414.260	3.670.243
2003	2.202.166	1.135.100	464.774	3.802.040
2004	2.201.606	1.165.412	508.309	3.875.327
2005	2.298.608	1.209.368	543.398	4.051.374

Fuente: Departamento de Estadística, Malasia: 1960 - 1985 y MPOB: 1985 - 2005.

Tabla 2. Área sembrada de palma de aceite por propietario. 1995-2005

Categoría	1995		2005	
	Hectáreas	Participación	Hectáreas	Participación
Plantaciones privadas	1.255.466	49,4	2.412.745	59,6
Programas gubernamentales:				
Felda	675.392	26,6	653.893	16,1
Felcra	132.198	5,2	161.447	4,0
Risda	41.571	1,6	80.424	2,0
Programas estatales	193.468	7,6	318.292	7,9
Pequeños propietarios	241.992	9,5	424.573	10,5
TOTAL	2.540.087	100,0	4.051.374	100,0


Figura 1. Rendimiento FFB (t/ha), 1985 -2005.

La resiembra es una buena oportunidad para introducir material de siembra de buena calidad, en especial, entre las agencias públicas y los pequeños cultivadores.

DESARROLLO TECNOLÓGICO - BIOTECNOLOGÍA

Una estrategia importante para mejorar los rendimientos es mediante la introducción de materiales clonales de alto rendimiento obtenidos a través del cultivo de tejidos. Estos materiales producen rendimientos uniformes, mayores en comparación con materiales convencionales cuyo rendimiento no es uniforme, pero siguen una curva de distribución normal. En el área del cultivo de tejidos, el MPOB identificó materiales adecuados para la propagación clonal (Tabla 5) y desarrolló protocolos para cultivos líquidos que son más eficientes, con menor incidencia de anomalías clonales. MPOB también desarrolló algunos marcadores moleculares para la detección de anomalías en el cultivo de tejidos y un sistema de rastreo para el control de calidad y la identificación de clones. Las investigaciones continúan para desarrollar un sistema birreactor que facilitará enormemente la producción en masa de plántulas de cultivo de tejidos.

MPOB se aventuró en la biotecnología porque ésta puede darle a la industria de la palma de aceite una ventaja competitiva. En el presente, MPOB posee el más completo programa de biotecnología en palma de aceite en el mundo. Además del cultivo de tejidos, MPOB también ha incursionado en la ingeniería genética. Sin embargo, no se han producido comercialmente palmas de aceite modificadas genéticamente y el aceite de palma Malasia todavía es libre de GMO (sigla en inglés de organismos modificados genéticamente).

MPOB desarrolló las herramientas y técnicas para la ingeniería genética de la palma de aceite. Estas herramientas y técnicas incluyen la identificación de enzimas en el trayecto (*pathway*), aislamiento de genes relevantes, aislamiento de promotores para garantizar que el gen manipulado apunte al mesocarpio y no a otras partes de la palma, y el desarrollo de técnicas para introducir el gen manipulado dentro de la palma de aceite.

Tabla 3. Producción de aceite por país

	1995	2005
Malasia	3,60	4,20
Indonesia	3,58	3,54
Nigeria	1,80	2,16
Colombia	3,31	3,88
Papua Nueva Guinea	4,02	4,09
Mundial	3,20	3,60

Fuente: Oil World (diversas ediciones).

Tabla 4. Rendimiento de racimos de fruta fresca (FFB) por agencias (t/hectáreas) 1995 y 2005

Categoría	1995	2005
Plantación privada	20,13	20,30
Agencias públicas:		
1. Felda	17,88	16,11
2. Felcra	16,72	16,73
3. Risdia	16,67	12,09
4. Programas estatales/ Agencias gubernamentales	17,18	16,57
Promedio nacional	18,93	18,88

Fuente: MPOB.

Tabla 5. Desempeño clonal (ensayos MPOB)

No.	Clon	OTB %	OY*
1.	P164	30,6	8,71
2.	P162	29,31	7,80
3.	P135	28,39	7,56
4.	P194	29,09	7,75
5.	P149	30,8	7,25
6.	P200	29,1	7,74
7.	P203	30,8	8,01

* T/ha/año.

Es la primera y única organización en el mundo que cuenta con plántulas transgénicas de palma de aceite altas en oleato y estearato en vivero (bajo condiciones controladas estrictamente). En el área de los genomas, MPOB desarrolló y presentó a la industria para su adopción, técnicas de toma de huellas genéticas y de pintado cromosómico.

En cuanto a biotecnología para la palma de aceite, el potencial a corto y mediano plazos radica en la propagación efectiva de material clonal de alto desempeño a través del cultivo de tejidos. En el largo plazo, el aceite de palma modificado genéticamente con características identificadas tales como alto ácido oleico, resistencia a las enfermedades y otras



características escogidas, serán deseables especialmente cuando los organismos modificados genéticamente tengan mayor aceptación.

DESARROLLO TECNOLÓGICO — OPTIMIZACIÓN DEL USO DE SUELOS

En el pasado la siembra comercial de la palma de aceite ha sido un monocultivo. No había demasiado interés ente los cultivadores por integrar la cría de ganado y otros cultivos (LCI, por sus siglas en inglés), por el temor de daños a los cultivos y efectos adversos en la producción de aceite. Los avances tecnológicos muestran que la agricultura integrada puede realizarse en suelos donde se cultiva palma de aceite (producción de aceite) para simultáneamente producir proteína (ganado) y carbohidratos (cultivos). Ya existen programas de LCI exitosos en diversas plantaciones en Malasia. Si bien la palma de aceite puede seguir siendo el cultivo líder, LCI brinda la oportunidad para que la industria diversifique y optimice el uso de su suelo.

LCI requiere de mayor espacio entre las palmas de aceite. Esto puede hacerse mediante siembra en doble hilera lo cual ha demostrado que no produce ningún efecto adverso en el rendimiento de las palmas. La siembra de cultivos comerciales rentables en los periodos de inmadurez y madurez, y la introducción de animales de cría tales como ganado, cabras, pollos, etc. durante el periodo de madurez, han demostrado ser factibles técnica y económicamente (Yusof y Suboh, 1998), generando ingresos adicionales durante el ciclo de vida completo de las palmas.

Cultivos tales como el maíz dulce, ñame, caña de azúcar amarilla, piña, melón, bananos e incluso frijol de soya, han demostrado dar retornos de la inversión razonables. En el caso de la cría de ganado combinada con áreas de palmas Madura, las investigaciones de MPOB han mostrado que las inversiones son viables técnica y económicamente, animando a 78 plantaciones a incursionar en la integración de ganado (Rosli, 1998). Además de los ingresos adicionales que se obtienen de la venta del ganado, también se logran ahorros en el control de malezas debido al pastoreo rotativo.

DESARROLLO TECNOLÓGICO — CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS

En los esfuerzos para mantener la productividad, tradicionalmente se han utilizado plaguicidas químicos para el control de plagas en las plantaciones. Sin embargo, con la creciente preocupación por el medio ambiente y los efectos adversos de los plaguicidas sobre la salud humana, las plantaciones de palma de aceite en Malasia están adoptando el manejo integrado de plagas, que incluye esfuerzos para el uso de agentes de control biológicos. El búho de establo, *Tyto alba javanica*, se ha empleado para controlar ratas (Smal, 1989); el hongo *metarhizium anisopliae* se ha usado para controlar al escarabajo *rhinoceros*, *Oryctes rhinoceros* (Ramle *et al.*, 2006); para el control de los gusanos canasta, MPOB ha desarrollado un bioplaguicida basado en *Bacillus thuringiensis* (Bt) (Siti Ramlah *et al.*, 2005). Este producto Bt es tóxico únicamente para el insecto objetivo pero por lo general es inofensivo para el ser humano y para los insectos no objetivo.

Los parasitoides desempeñan un papel en la supresión de la población de gusanos canasta (Basri *et al.*, 1995). Algunas de las plantas que florecen comúnmente en las plantaciones proveen néctar para los parasitoides. Estudios de campo han demostrado que los parasitoides se sienten enormemente atraídos hacia la planta, *Cassia cobanensis* (Basri *et al.*, 2001). Esto es particularmente cierto para los parasitoides asociados con el gusano de canasta *Metisa plana*. El cultivo de *Cassia cobanensis* ayudará a establecer estos enemigos naturales y a controlar el gusano de canasta (Basri y Norman, 2002). Los desarrollos tecnológicos en el manejo integrado de plagas, en especial, el control biológico, contribuirán a largo plazo a la sostenibilidad de la industria de la palma de aceite.

DESARROLLO TECNOLÓGICO — PROCESAMIENTO Y EXTRACCIÓN DE BIOACTIVOS DEL POME

Malasia tiene la industria de procesamiento de aceite de palma más grande del mundo. La producción

anual de CPO (siglas en inglés para aceite crudo de palma), aumentó de apenas 431,069 toneladas en 1970 a 14,96 millones de toneladas en 2005. Se prevé un incremento adicional a 16,6 millones de toneladas en 2010 y cerca de 20,5 millones de toneladas en 2020. El incremento esperado se prevé de la expansión del área sembrada y de mejoras en la productividad mediante el uso de material de siembra de mayor rendimiento, mejor manejo de las plantaciones, y prácticas de procesamiento más eficientes.

El desarrollo tecnológico en el procesamiento del aceite de palma es importante para incrementar la eficiencia del proceso, disminuir la mano de obra y minimizar la descarga de contaminantes en el efluente. En el pasado a las plantas de beneficio se las asociaba con la contaminación del aire y del agua y olores desagradables. En la actualidad, las 395 plantas de beneficio del país con capacidad de procesamiento de 84,11 millones de toneladas de FFB por año, se ciñen estrictamente a las condiciones dispuestas por la Ley de Calidad Ambiental sobre la descarga de efluentes. Estas condiciones se han endurecido con el tiempo en la medida en que se desarrollan tecnologías para el tratamiento de efluentes.

La mayor parte de estas extractoras participa en el esquema de competencia del MPOB para producir productos de calidad y mejores tasas de extracción de aceite. La tasa de extracción de aceite (OER, por sus siglas en inglés) depende, entre otras cosas, de la calidad de los FFB. El estándar de clasificación desarrollado por el MPOB ayuda a las extractoras a obtener una mejor OER. No existe en la actualidad compromiso sobre racimos no maduros y las extractoras ya no están aceptando fruta no madura. Muchas de las extractoras también le están apuntando a la certificación ISO así como al estatus GMP (siglas en inglés para buenas prácticas de manufactura).

Con la creación del Centro de Tecnología de Extracción de Aceite de Palma (Palm Oil Milling Technology Centre (Pomtec) en MPOB, se están desarrollando nuevas tecnologías. Una de estas nuevas tecnologías es el proceso de esterilización continuo que evita el método convencional de procesamiento por lotes (Sivasothy *et al.* 2005). Este tipo de extractora se ha comercializado y vendido en

Malasia e Indonesia y puede automatizarse. Como la mayor parte de las operaciones en este tipo de planta de beneficio se controlarán desde una sala de mando, el número de trabajadores que se requiere es mínimo.

Las investigaciones en MPOB confirman la presencia de antioxidantes solubles en agua potentes, en especial, flavonoides y polifenoles en el mesocarpio de la palma de aceite. Durante el proceso de extracción estos antioxidantes llegan al efluente (Pome, por sus siglas en inglés). El Pome producido en Malasia en 2005 se calcula en 30 millones de toneladas. MPOB ha desarrollado un procedimiento sencillo para la extracción de estos fenoles y flavonoides.

Los fenoles del aceite de palma constituyen una oportunidad excepcional para posicionar a la industria de la palma de aceite Malasia en el vibrante y rápido y creciente multimillonario mercado de los nutracéuticos. Se ha desarrollado un proceso para la extracción de fenoles y antioxidantes del proceso de extracción del aceite de palma antes de que entren a la corriente de desechos como efluente. Se ha comprobado que este extracto tiene propiedades antioxidantes y potentes efectos protectores contra el cáncer y la arterosclerosis en sistemas de cultivo de células y animales. Se han solicitado patentes para el proceso y los productos de este desecho de la palma de aceite.

DESARROLLO TECNOLÓGICO – EXPANSIÓN DE LOS USOS ALIMENTICIOS DEL ACEITE DE PALMA

El desarrollo tecnológico en aplicaciones alimenticias ha ido avanzando al ritmo dinámico de la industria de la palma de aceite para satisfacer la demanda de los consumidores. En la actualidad, el aceite de palma se utiliza en una amplia gama de productos alimenticios. En la década de 1960 y comienzos de la de 1970, Malasia exportaba el aceite de palma principalmente en estado crudo.

A mediados de la década de 1970, en línea con la política de industrialización del gobierno, el país avanzó hacia una mayor adición de valor al producir productos de aceite de palma en diversas fracciones y formas refinadas para satisfacer necesidades



específicas del mercado. Esto significó la introducción de las tecnologías de refinación, blanqueado, desodorización, fraccionamiento y procesos relacionados. Hoy, el sector de refinación en Malasia ha crecido hasta convertirse en la industria de refinación de aceite de palma más grande del mundo con 48 refinерías en operación que tienen capacidad para procesar 17,30 millones de toneladas de aceite crudo de palma anualmente.

Los principales productos de la industria de la refinación incluyen aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado (RBDPO, por sus siglas en inglés), oleína de palma RBD, estearina de palma RBD y media fracción de palma. Estos se usan principalmente para cocinar o freír, en mantecas, margarinas, 'vanaspati' (manteca clarificada) y grasas para repostería y panadería. En la actualidad el aceite de palma es de amplio consumo y representa una cuarta parte del consumo de aceite comestible del mundo. Los principales usuarios son China, la Unión Europea, Pakistán, Egipto e India.

El aceite de palma es de uso popular tanto en productos grasos sólidos como en forma líquida, como aceite de cocina, en especial, para frituras industriales. Este aceite posee varias características técnicas deseables en las aplicaciones alimenticias, tales como la resistencia a la oxidación, lo que contribuye a una vida útil más larga de los productos terminados. Es ideal también para usarse en mantecas y margarinas ya que tiene un contenido de grasa sólida de entre 20 y 22% a 20°C, lo cual ayuda en la formulación de productos grasos con una gama de consistencia variable. Este tiende a cristalizarse en pequeños cristales *beta-prime*, una propiedad deseable para ciertas aplicaciones, en especial, las margarinas de mesa e industriales.

El aceite de palma posee también otras características funcionales que lo hacen un ingrediente valioso en formulaciones alimenticias. En muchas aplicaciones el aceite de palma puede combinarse con fracciones más duras tales como la estearina de palma, para producir productos de la consistencia deseada sin hidrogenación. Entre los productos comunes fabricados de aceite de palma o aceite de palmiste, totalmente o en mezclas con otros aceites, se cuentan

los aceites para freír y de cocina, mantecas, 'vanaspati', margarinas, productos de panadería, confitería y repostería, y cremas no lácteas.

Además de los anteriores productos tradicionales, las tendencias cambiantes en los estilos de vida y la demanda de productos novedosos basados en consideraciones de salud y conveniencia han llevado al desarrollo de nuevos productos a partir del aceite de palma y sus

fracciones. Los esfuerzos de MPOB en investigación y desarrollo han sido exitosos para formular productos que cumplen con dichas demandas. Las nuevas aplicaciones del aceite de palma en alimentos incluyen su empleo como sustituto especializado de grasas animales (SAFaR™) para reemplazar la grasa de res y pollo en salchichas y hamburguesas.

Excitantes productos de nuevos procesos tales como el aceite de palma rojo o la oleína de palma roja que contienen niveles altos de carotenos, han sido introducidos como aceites saludables para la cocina y ensaladas.

El aceite de palma también ha sido mezclado con aceites suaves para producir un producto final (Smart Balance™) que contiene una relación 1:1:1 de grasas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas, que cumple con el Paso 1 de la recomendación de la Asociación Cardiovascular Estadounidense para una dieta saludable. Otros productos alimenticios de la investigación y desarrollo que se encuentran en proceso de comercialización incluyen aceite de baja saturación con base en palma con estabilidad en frío, queso mozzarella con base en palma y aceite de cocina en *spray* con base en palma.

El éxito del cultivo tiene que ver ampliamente con la tendencia del mercado, en el que los prospectos de buenos precios a largo plazo del aceite de palma lo hacen más atractivo, comparado con otros cultivos.



DESARROLLO TECNOLÓGICO — COMPONENTES DE ALIMENTOS FUNCIONALES

El aceite de palma es fuente importante de componentes naturales menores en forma de fitonutrientes tales como carotenos, tocotrienoles, tocoferoles, esteroides y escualeno. Sin embargo, una parte sustancial de éstos se destruye o se pierde durante el proceso de refinación convencional, a menos que se les someta a condiciones especiales tales como en la producción de aceite de palma rojo en la que se retienen los carotenos.

El aceite de palma crudo contiene entre 500 y 700 ppm de caroteno que es vitamina A y el nivel de tocoferoles y tocotrienoles (vitamina E) oscila entre 600 y 1.000 ppm. Los carotenos se pueden extraer después de la transesterificación del aceite en metilésteres (para biodiésel). Los tocotrienoles y tocoferoles se encuentran en altas concentraciones en el destilado de ácidos grasos de palma, un derivado del proceso de refinación física, y pueden extraerse utilizando procesos de esterificación, destilación molecular, e intercambio de iones. La extracción de fitonutrientes, incluyendo esteroides y escualeno, se ha realizado utilizando extracción de fluidos supercrítica/cromatografía de fluidos supercrítica.

Estos fitonutrientes pueden llegar a aplicarse en neutracéuticos, farmacéuticos y suplementos alimenticios. En la actualidad en Malasia solo se producen comercialmente los carotenos con base en palma y la vitamina E. El potencial prometedor para éstos y otros componentes menores con base en palma en las industrias relacionadas con la salud, presenta oportunidades para que potenciales inversionistas establezcan industrias corrientes por debajo de valor agregado para la producción de estos productos.

DESARROLLO TECNOLÓGICO — OLEOQUÍMICOS

El aceite de palma y de palmiste se emplea en la producción de oleoquímicos. La industria oleoquímica Malasia comenzó en 1980 con una capacidad de escasas 10,000 toneladas por año, que

ha crecido hasta llegar a dos millones de toneladas al año ó 20% de la producción mundial. En 2005 esta industria generó en Malasia más de 1,3 billones de dólares principalmente por la exportación de oleoquímicos básicos, ácidos grasos, ésteres grasos, alcoholes grasos, aminas grasas y glicerina y jabones.

Los oleoquímicos básicos por lo general son sintetizados en derivados que se emplean para producir los productos finales. Los oleoquímicos compiten con los petroquímicos en diversas aplicaciones. La ventaja de los primeros sobre los últimos, es que son biodegradables y renovables, lo cual contribuye a la sostenibilidad del medioambiente. Con la creciente conciencia de sensibilidad hacia el medio ambiente y la necesidad de productos amigables con el ambiente, los productos con base en palma comienzan a ganar popularidad. Esto se ha incrementado recientemente debido al drástico aumento en los precios del petróleo y los petroquímicos.

Se espera que el desarrollo tecnológico contribuya de manera significativa a la esperada progresión de la estructura de producción actual que se concentra en la producción de oleoquímicos básicos, a la producción de derivados y productos finales de mayor valor. Los derivados de mayor valor se usan en diversas industrias como la textil, cosmética, farmacéutica, de plástico y otras aplicaciones. Si bien el uso de los alcoholes grasos es limitado, sus derivados, los sulfatos grasos, etoxilasa de alcohol graso y sulfatos de etilo de alcohol graso, pueden utilizarse extensamente en la producción de productos para el lavado y el aseo.

Las aminas grasas se utilizan de preferencia en la industria de los detergentes como agentes suavizantes, en la industria minera como agentes anticoagulantes, como insecticidas y en la construcción de carreteras y otras aplicaciones. Se espera un crecimiento en la sustitución de los productos petroquímicos sintéticos, no renovables por estos oleoquímicos 'verdes' en Europa y las Américas.

La tecnología desempeña un papel importante en la expansión del uso de productos finales de oleoquímicos hasta la fecha producidos de petroquímicos. Entre los productos fabricados de oleoquímicos están jabones, surfactantes, polioles y



poliuretanos, cosméticos y productos de aseo personal. Se espera que la producción de metil éster alfa sulfonado para detergentes crezca. A esto lo ayuda el menor costo de los oleoquímicos con base en palma frente a los materiales con base en petróleo y la aumentada disponibilidad de materia prima de metil éster. Este metil éster es un coproducto de la producción de biodiésel de invierno a partir de aceite de palma, cuyo suministro crecerá de la mano con el aumento en la producción de este tipo de biodiésel.

Otro producto que se espera tenga un papel prominente es el polioliol con base en el producto final, poliuretano. MPOB y un tercero patentaron el proceso para convertir aceite de palma en polioliol, el cual puede emplearse para producir poliuretano mediante una reacción con isocianato utilizando agua como agente de soplado. La producción mundial de poliuretano en 2005 fue de aproximadamente 13,7 millones de toneladas, de las cuales 4,9 fueron de poliuretano flexible. Este volumen de producción demandaría cerca de 3 millones de toneladas de polioliol. Existe, por tanto, mucho potencial en esta área para la sustitución de polioliol con base en petróleo por polioliol con base en palma.

DESARROLLO TECNOLÓGICO - BIOMASA

Es interesante anotar que mientras la industria de la palma de aceite en Malasia produce 15 millones de toneladas de aceite al año, genera cerca de 100 millones de toneladas de biomasa (peso neto) en la forma de raquis, hojas y troncos de palma. Este rico recurso está aun por explotarse completamente. El desarrollo tecnológico en la utilización de la biomasa de palma de aceite será importante en el futuro ya que los potenciales son enormes.

La palma de aceite es un “bosque de doble propósito” – además de producir aceite, es una fuente prolífica de biomasa y fibra que están disponibles con regularidad durante el año y que pueden emplearse como materias primas para sustituir la madera en productos intermedios de valor agregado y en productos terminados. La biomasa de palma de aceite es la respuesta a la creciente preocupación por los problemas ambientales que tienen que ver con la conservación de los bosques naturales. Ya existen las tecnologías para la producción de productos como

pulpa y papel, cartón de fibra de mediana densidad, tablero de aglomerado moldeado, madera terciada de palma y otros productos.

Los avances considerables en investigación y desarrollo de la biomasa de palma de aceite en el Centro de Tecnología de Biomasa del MPOB están avanzados y se ha lanzado una gama de productos. Sin embargo, la comercialización de la biomasa de palma aún está en

pequeña escala. Algunos aventureros de la industria han logrado desarrollar ya la capacidad para producir hilos de fibra de buena calidad a partir de los raquis, que pueden emplearse en colchones, asientos y para aislamiento. Las fibras se han usado también como capas para compostaje y controlar la erosión; estas capas fueron puestas a

prueba en China para aliviar los efectos de las tormentas de arena, combatir la desertificación y controlar la erosión de pendientes.

Otra aplicación para la biomasa de palma es en la producción de madera laminada. Se espera que anualmente se resiembren cerca de 70,000 hectáreas de plantaciones de palma de aceite, y esto producirá 9 millones de troncos de palmas que podrán convertirse en 1,6 millones de metros cúbicos de madera laminada. La producción de pulpa y papel a partir de biomasa de palma comenzará con el montaje de una planta comercial a gran escala en Sabah. Esta planta está por ponerse en marcha.

La biomasa de palma de aceite también tiene potencial como materia prima para las industrias química y bioquímica. El componente de celulosa se puede hidrolizar para producir glucosa de la cual, mediante transformación química y microbiológica,

La expansión continuada de la palma de aceite en Malasia está complementada por el desarrollo tecnológico en la producción de buenos materiales de siembra.



se obtienen etanol, ácido cítrico, butano y otras proteínas unicelulares. Hemicelulosas también presentes en la biomasa pueden producir pentosas, en especial, xilosa que mediante hidrólisis puede convertirse en xilitol, furfural, furano, resinas y alcohol furfurílico. La fracción lignina de la biomasa de palma es una fuente potencial de resinas fenólicas.

DESARROLLO TECNOLÓGICO — ACEITE DE PALMA, LA FINCA DE ENERGÍA

Además de los usos ya mencionados, la biomasa y el aceite producido pueden usarse para producir energía.

Una estrategia importante para mejorar los rendimientos es mediante la introducción de materiales clonales de alto rendimiento obtenidos a través del cultivo de tejidos.



La biomasa generada en las plantas extractoras tal como raquis, fibra y cascarilla, puede utilizarse para producir electricidad que surta la red eléctrica nacional. La fibra y la cascarilla de las plantas de beneficio se usan para generar vapor para el proceso y suplir las necesidades de energía de las plantas. Todas las extractoras son autosuficientes en cuanto a energía. Si bien el

tamaño de las unidades es pequeño (aproximadamente 1 a 2 Mw), el número es grande y se pueden derivar cantidades significativas de electricidad y vapor/calor de la biomasa.

La digestión anaeróbica del efluente de las plantas de beneficio produce biogás. Se estima que de 60 toneladas de RFF por hora en una planta operando durante 20 horas se pueden obtener por día, cerca de 20,000 metros cúbicos de biogás. Existen tecnologías para aprovechar el biogás de las lagunas de efluente de las plantas de beneficio para la generación de energía. Si éste se explota en su

totalidad, entonces se podrá utilizar una mayor parte de la fibra y la cascarilla para generar energía y surtir la red nacional o para la producción de tablero de fibra (Ravi, 2006).

En el futuro, los créditos de carbono que se deriven del uso de biogás y biomasa para la generación de energía podrán contribuir con mayores ingresos para la nación. Por ejemplo, el metano (biogás) obtiene aproximadamente 10 dólares por carbono negociable bajo el protocolo de Kyoto cuando entre en vigor en el año 2008.

Además de las formas sólida y gaseosa de energía, la industria de la palma de aceite también es un proveedor potencial de energía líquida. Las investigaciones del MPOB han demostrado que el aceite de palma puede usarse directamente como combustible líquido o puede utilizarse para producir biodiésel. Se ha establecido que el aceite de palma puede quemarse en forma directa como combustible en motores Elsbett especialmente diseñados. Durante la fuerte caída de los precios del aceite de palma en 2001, también se demostró que el aceite crudo de palma puede mezclarse con fuel oil mediano y usarse como combustible para calderas. La mezcla fue quemada como combustible en la planta de energía eléctrica nacional en Prai, Penang.

Las investigaciones del MPOB han demostrado que una mezcla de 5% de oleína de palma refinada, blanqueada y desodorizada con 95% de diésel, puede usarse directamente en motores diésel corrientes sin necesidad de modificarlos. En la actualidad Malasia se encuentra en proceso de preparar el marco reglamentario para permitirle al gobierno el mandato de la venta de la mezcla de diésel que se conocerá como diésel Envo. Se espera que se utilizarán 0,5 millones de toneladas de aceite de palma anualmente para este fin.

Sin embargo, el mayor potencial está en la conversión del aceite de palma en metil ésteres (biodiésel de palma). Pruebas realizadas con autobuses en carreteras muestran que este puede usarse como sustituto del diésel. La planta de diésel de palma también puede diseñarse para extraer beta carotenos y vitamina E (si se usa aceite crudo de palma como materia prima) y esto puede realzar la viabilidad del proyecto de biodiésel.



En la medida en que el aceite de palma se emplee para energía, aumentará su demanda. Con la opción de utilizar el aceite de palma como biocombustible disponible en la industria de la palma de aceite de Malasia y hasta de Indonesia, existe ahora un mecanismo que es red de seguridad para defender a los precios de la palma de aceite de caer a niveles no remunerativos. El futuro de la palma de aceite fácilmente puede pender del desarrollo en este sector del biodiésel. Reconociendo esto, Malasia e Indonesia acordaron recientemente asignar 40% de la producción de aceite crudo de palma para la producción de biodiésel.

Las iniciativas en biodiésel son un fenómeno que se presenta en todo el mundo debido a la creciente preocupación sobre la energía y el medio ambiente. En Europa el uso de metil ésteres fabricados a partir de aceite de colza han logrado una aceptación encomiable. Hubo dos fuerzas que jalónaron este crecimiento. En un comienzo, había la necesidad de desviar el uso de aceite de colza al biodiésel para reducir el problema de la sobreproducción de este aceite en Europa. Segundo, la preocupación sobre la contaminación ambiental, especialmente en áreas de vacaciones, parques marinos y ciudades donde la contaminación es alta, ha disparado el apoyo público por fuentes de combustibles limpios.

Las nuevas legislaciones e iniciativas y directrices gubernamentales apoyan en forma decidida el uso de biocombustibles, en especial, el biodiésel. La directriz de la Unión Europea para el uso de biodiésel en el sector del transporte es del 2% del total del consumo de diésel, de aproximadamente 160 millones de toneladas para 2005 y se incrementará en forma gradual a 5,75% para el año 2010.

En Malasia el potencial de biodiésel de aceite de palma ha atraído el interés de muchos inversionistas. Unas 52 licencias de fabricación han sido aprobadas para producir biodiésel de palma con una capacidad de producción total de 5 millones de toneladas anuales. Ya se encuentra una planta del MPOB en operación con capacidad de producir 60,000 toneladas anuales que puede también producir 30,000 toneladas anuales de biodiésel de palma de invierno. Otras dos plantas del MPOB similares se encuentran en curso.

PANORAMA FUTURO

El aceite de palma es el aceite vegetal que más se negocia en el mundo y su demanda seguirá creciendo debido al aumento de los ingresos y de la población. El panorama futuro es alentador. El desarrollo tecnológico allanará el camino para la expansión de la industria de la palma de aceite creando nuevos usos para el aceite de palma, desarrollando nuevos productos, mejorando la calidad del producto, aumentando la seguridad de los alimentos, e incrementando la eficiencia y sostenibilidad de la producción. Además tendrá los siguientes beneficios adicionales:

- Se sembrará más material clonal cuya producción es alta y resistente a las enfermedades
- Se introducirá el aceite de palma modificado genéticamente con alto contenido de ácido oleico
- Se aumentará el uso de biocidas amigables para el medio ambiente; las plantas extractoras de aceite de palma serán automatizadas y más eficientes
- Se integrarán ganados y cultivos con las plantaciones de palma de aceite con el esquema de sembrado de doble hilera
- Se formularán más productos con combinaciones de aceites y grasas del tipo Smart Balance™ y SAFaR™, para satisfacer las nuevas demandas nutricionales de los consumidores
- Se desarrollarán procesos más eficientes y efectivos en costos para extraer los fitonutrientes del aceite de palma
- Se comercializarán más productos terminados basados en oleoquímico
- Se aumentará la comercialización de ciertos productos de biomasa tales como madera laminada de palma de aceite.

La industria de la palma de aceite se convertirá en fuente principal de energía a partir de sólidos (biomasa), líquidos (aceite de palma) y gases (efluente de extractoras de aceite de palma).

CONCLUSIÓN

Durante las últimas cuatro décadas el aceite de palma ha jalonado la economía mundial de los aceites y las grasas. Con el apoyo de su ventaja económica y desarrollos tecnológicos, este aceite ha podido superar la competencia en el mercado mundial de los aceites y grasas para convertirse en el aceite más producido y vendido.

El aceite de palma es una alternativa práctica y atractiva para los importadores en cuanto a precio, sus atributos superiores desde un punto de vista técnico le otorgan diversas aplicaciones comestibles y no comestibles, y su disponibilidad está asegurada durante todo el año. Las investigaciones y el desarrollo continuado son cruciales para que la industria sostenga su ventaja competitiva. En este aspecto, el desarrollo tecnológico allanará el camino y moldeará el futuro de la Agroindustria de la Palma de Aceite.



REFERENCIAS

- Basri, MW; Norman, K; Hamdan, AB. 1995. Natural enemies of the bagworm *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) and their impact on host population regulation. *Crop Protection* 14 (8): 637-645.
- Basri, MW; Norman, K; Othman A. 2001. Field impact of beneficial plants on the parasitism levels of the bagworm, *Metisa Plana* (Lepidoptera: Psychidae). Paper presented at Pipoc 2001.
- Basri, MW; Norman K. 2002. *Cassia Cobanensis* as a beneficial plant for sustenance of parasitoids in bagworm control. *MPOB TT* No. 132.
- Jalani, S; Yusof, B; Ariffin, D; Chan, KW; Rajanaidu, N. 2002. Elevating the National Oil Palm Productivity – Breeding and Agronomic R&D Aspects. Paper presented at the Seminar on Elevating National Oil Palm Productivity and Recent Progress in Management of Peat and Ganoderma, MPOB. MPOB (various issues). Malasian Oil Palm Statistics.
- Oil World. 2002. *The Revised Oil World 2020: Supply, Demand and Prices*. ISTA
- Mielke GmbH. Germany. Oil World (various issues).
- Porim. 1998. *Oil Palm and the Environment*. Porim Publications.
- Ramle, M; Basri, MW; Norman, K; Siti Ramlah, AA; Hisham Hamid. 2006. Research into the commercialisation of *Metarhizium anisopliae* (*Hyphomycetes*) for biocontrol of the rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (*scarabaeidae*). In: *oil palm J. Oil Palm Research, Special Issue* April: 37-49.
- Ravi, M. 2006. Palm Oil Biomass-based Power Generation in Malasia – Potentials & Constraints. Paper presented at 2006 Seminar on Palm Oil Milling, Refining Technology, Quality and Environment. 14-15 August, Kuching.
- Rosli, A. 1998. Managing Two Commodities (Oil Palm and Cattle) on a Piece of Land. Proceedings of the National Seminar on Livestock and Crop Integration. In: *Oil Palm: Towards Sustainability*. Porim Publications.
- Siti Ramlah Ahmad Ali; Mohd Mazmira Mohd Masri; Mohd Najib Ahmad; Mohd Basri Wahid. *Bacillus thuringiensis*, Terakil-1 (WP) for biological control of bagworms. MPOB TT No. 258.
- Siti Ramlah Ahmad Ali; Mohd Najib Ahmad; Mohd Mazmira Mohd Masri; Mohd Basri Wahid. *Bacillus thuringiensis*, Teracon-1 (TI) for biological control of bagworms. MPOB TT No. 259.
- Sivasothy, K; Rohaya, MH; Yusof, B. 2005. A new system for continuous sterilization of oil palm fresh fruit bunches. *J. Oil Palm Research* December. (17): 145-151.
- Smal, CM. 1989. Research on the Use of Barn Owls *Tyto alba* for Biological Control of Rats in Oil Palm Plantations: 1986-1989. Proceedings of the 1989 Porim International Palm Oil Development Conference. Module II Agriculture. Porim Kuala Lumpur: 342-356.
- Yusof, B; Suboh, I. 1998. The Future of Livestock and Crop Intergration in Oil Palm as a Commercial Venture. Proceedings of the National Seminar on Livestock and Crop Integration. *STET: Towards Sustainability*. Porim Publications.
- Yusof, B; Chandramohan, N; Balu, N. 2003. Palm Oil: The Powerhouse of Oils and Fats. Paper presented at MPOB International Palm Oil Congress.
- Yusof, B. 2003. The Palm Oil Industry and future Prospects. Paper presented at Seminar Pengurusan Kumpulan Felda; 14th April 2003, Putrajaya (unpubl.).