La palma de aceite en Malasia: políticas y prioridades de investigación y desarrollo*

*Oil palm in **Malaysia:** Research and Development policies and priorities*

B.S. JALANI, ARIFFIN DARUS Y YUSOF BASIRON[1]

R E S U M E N

Malasia sigue contribuyendo significativamente al sector de los aceites y las grasas. Con 2,62 millones de hectáreas sembradas, Malasia produjo 8,39, 1, 11, 1 ,38 y 0,89 millones de toneladas y exportó 7,21, 0,47, 0,99 y 0,54 millones de toneladas de aceite de palma, aceite de palmiste, torta de palmiste y oleoquímicos, respectivamente, en 1996. El volumen de producción de aceite de palma equivale ai 52% de la producción mundial , mientras que las exportaciones representan el 67% del comercio mundial de aceite e palma. En términos de la comercialización mundial de aceites y grasas, el aceite malayo representa el 25% del mercado. El ingreso total de las exportaciones de estos productos fue de RM 11.510 millones (US$4.610 millones), lo cual representa el equivalente del 6% del PIB. Los anteriores logros se obtuvieron como resultado de más de tres décadas de políticas y planes gubernamentales, como la política de diversificación agrícola, la política de desarrollo de tierras y otras políticas socioeconómicas. Estas primeras políticas fueron reemplazadas posteriormente por otras como la Nueva Política Económica, la Política Agraria Nacional, la Política de Tecnología Industrial, el Plan Maestro Industrial, el Segunda Plan de Lineamientos de Perspectivas, la Visión 2020 y por último la política de sistematización que conduce al establecimiento del Super Corredor Multimedia (SCM). A su vez, las políticas gubernamentales llevan a la industria de la palma de aceite y a las entidades gubernamentales relacionadas hacia la formulación y desarrollo de políticas y planes estratégicos de Investigación y desarrollo. Políticas de investigación y desarrollo bien definidas y planes estratégicos conducen a la formulación apropiada de prioridades de investigación y desarrollo que cumplan con las necesidades de los clientes, especialmente de la industria de la palma de aceite, de los consumidores del aceite de palma y del gobierno. La industria de la palma de aceite quiere garantizar una rentabilidad sostenida, entre otras cosas, mediante una investigación y desarrollo que generen tecnologías competitivas y efectivas en términos de costos. Las políticas y prioridades de investigación y desarrollo se formularon acorde con las requerimientos de las diferente épocas: la época de los pioneros (de 1910 a 1950), la época de expansión (de 1960 a 1980), la época de la transformación (decada del 90) y la época de la competencia (del año 2000 en adelante). El plan inmediato es llevar la industria de la palma de aceite hacia el próximo milenio, lo cual significa que las políticas estratégicas de investigación y desarrollo deben estar en capacidad de transformar la industria de la palma de aceite de conformidad con el plan Visión 2020. La industria necesita contar con una gran capacidad de generación de recursos por parte de las plantaciones, con suficiente capacidad para dar valor agregado a los productos terminados y producir cero residuos mediante la utilización balanceada de la biomasa y otros subproductos de la industria, sin afectar el medio ambiente. Las anteriores políticas conducirían a la formulación de prioridades en las actividades de investigación y desarrollo. Las prioridades incluirían: mejoramiento de la eficiencia en la producción, incremento de las actividades generadoras de ingresos, mejoramiento de la calidad de la

* Documento presentado ante la XII Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite: Retos y Oportunidades de la Palma de Aceite, celebrada en Cartagena, Colombia, del 3 al 5 de septiembre de 1997.
Traducido por: Fedepalma. La copia en inglés reposa en el Centro de Información de Fedepalma.

1 Instituto Malayo de Investigación sobre Palma de Aceite - PORIM. Ministerio de Industrias Primarias de Malasia. P.O. Box 10620. 50720 Kuala Lumpur, Malasia

palma de aceite y sus productos, ampliación del área de las aplicaciones, aumento de la eficiencia en diversos procesos, mejoramiento del aspecto económico de la industria (al inicio y al final del proceso, y al nivel de la comercialización y las nuevas tecnologías), mejoramiento de la aceptación por parte del consumidor, incremento del uso de productos aceite de palma en los países consumidores, desarrollo de nuevos mercados y comercialización de los hallazgos de la investigación y desarrollo. La implantación exitosa de estas políticas y prioridades se mide en parte por la utilización comercial de resultados y tecnologías de la investigación y desarrollo. Por lo tanto, la investigación y desarrollo deben nutrirse de la innovación e inventiva, fomentar nuevas tecnologías mejoradas, construir tecnologías de plataforma, mejorar la difusión de la tecnología y crear conciencia respecto de las nuevas tecnologías emergentes. Además, la investigación y desarrollo deben forjar vínculos con socios apropiados para adquirir o transferir nuevas tecnologías especializadas que puedan generar altos ingresos económicos.

SUMMARY

Malaysia continues to contribute significantly In tha area of oils and fats. From 2.62 million ha, Malaysia produced 8.39, 1.11, 1.38 and 0.89 milito tonnes and exported7.21, 0.47, 0.99 and 0.54 million tonnes of palm oil, palm kernel oil, palm kernel cake and oleochemicals respectively, in 1996. The production volume of palm oil was equivalente to 52% of the world's production while the export constituted 67% of world palm oil trade. In terms of world's traded oils and fats, Malaysian palm oil contributed significantly at 25% of the market. The total export earningofthese products was RM 11.51 billion (US$4.61 billion] with GDP equivalent of 6%. The achievement was nurtured for more than three decades through various government plans and policies such as agricultural diversification policiy, land development policy and other socio-economic policies. These policies were then superseded with new policies or plans such as New Economic Policy, National Agriculture Policy, Industrial Technology Policy, Industrial Master Plan, Second Outline Perspective Plan, Vision 2020 and lately the IT policy leading to the establishement of MSC (Multimedia Super Corridor). These goverment policies in turn guide the oil palm industry and relevant government agencies to formulated and develop the strategic research and development (RñtD) policies and plans. Well defined R&D policies and strategic plans would lead to the setting up of appropriate R&D priorities which could meet the requirements of the clients, especially the oil palm industry, palm oil consumers and the government. The oil palm industry wants to ensure its sustainable profitability through, amongst others, R&D which would yield cost-effective and competitive technologies. R&D policies and priotities were set according to the requirements of different eras: pioneering era (1910 to 1950's], expansion era (1960-1980's), transformation era (1990's) and competitive era (2000 onwards]. The inmediate plan is to bring the oil palm industry into the next millennium. This means that the strategic R&D policies must be able to transform the oil palm industry to be in line with Vision 2020. The industry needs to have high income generating capacity from the plantations, downstream vlaue added capacity and zer-waste by balanced utilization of biomass and other byproducts ot the industry without affecting the environment. The above policies would lead to the priorization of the R&D activities. The priorities would include improving plantation production efficiency, increasing income generating activities, improving quality of oil palm and its products, widening the area of applícation, increasing efficiency of various processes, improving the economics of the industry (upstream, downstream, marketing and new technologies], enhancing, consumer acceptance, increasing utilization of palm oil products in consuming countries, developing new markets, and commercialization of R&D findings. The successful implementation of these policies and priorities is partly measured by the commercial utilization of R&D results and technologies. The R&D must, therefore nurture innovation and invention, promote new improved technoligies, build new-anabling or platform technologies, enhance difussion of technology, and sensitive to key emerging technologies. The R&D must also forge linkages with appropiate partners to acquire or to transfer new specialized technologies that can promise high economic returns.

Palabras claves: Palma de aceite, Investigación, Producción, Exportaciones, Política agraria, Desarrollo rural, Industria de la palma de aceite, Tecnología.

INTRODUCCIÓN

Malasia contribuye significativamente a las necesidades mundiales de aceites y grasas por medio de a los aceites de palma y palmiste. Por lo tanto, la industria de la palma de aceite ha sido la columna vertebral del desarrollo socioeconómico del país. Ella ofrece muchas oportunidades, incluyendo dar tierras a los que no la poseen, esquemas de desarrollo rural, generación de empleo, fuente de materia prima, desarrollo de servicios, desarrollo de empresas y otras actividades socioeconómicas.

Superficie sembrada

La industria de la palma de aceite en Malasia comenzó con la primera plantación comercial en 1917, en Tenammaran, Kuala Selangor. La expansión durante esta época de los pioneros (1920 -1950) fue muy lenta. El mayor ímpetu se dio después de la independencia del país en 1957. Fue entonces que se implantó la política de diversificación de cultivos.

Durante la etapa de crecimiento (1960-1990), la superficie total sembrada con palma de aceite era de 55.000 ha y el cultivo creció rápidamente mediante actividades de siembra intensiva emprendida por principales plantaciones, entidades gubernamentales como FELDA, FELCRA, SALCRA, SLDB y también por los pequeños cultivadores independientes que llegaban a 1,98 millones de ha. Durante la etapa de transición (1990-2000), el crecimiento ha sido más lento, con 2,6 millones de ha en 1996. Para el año 2000 se espera un aumento a 2,9 millones de ha (Tabla 1). El crecimiento será aún más lento durante la época de la competencia (del año 2000 en adelante).

Con base en las estructuras de propiedad y administración, el 50,4% del total de la superficie sembrada con palma de aceite pertenece a plantaciones privadas, el 40,4% a entidades federales y estatales y el 9,2% a pequeños agricultores independientes (Tabla 2). Los planes de desarrollo de tierras de las entidades gubernamentales han fomentado una distribución más amplia de la propiedad y la participación, especialmente por parte de los pequeños cultivadores organizados. Las plantaciones organizadas, tanto del sector público como privado, han contribuido a aumentar la eficiencia y la productividad.

Producción

El fruto de la palma de aceite produce dos productos principales: el aceite de palma crudo y el aceite de palmiste crudo. El aceite de palma crudo se obtiene del mesocarpio y el aceite de palmiste crudo se obtiene del endosperma (almendra) del fruto. La torta de palmiste es el subproducto de la extracción del aceite de palmiste.

La producción de aceite de palma crudo ha venido aumentando rápidamente de 92.000 toneladas en 1960 a 431.000 toneladas en 1970, 2,57 millones toneladas en 1980, 6,09 millones toneladas en 1990 y 8,40 millones toneladas en 1996. Se espera que la producción para el año 2000 se acerque a 10 millones de toneladas (Tabla 1).

Tabla I. Número de hectáreas de palma de aceite y producción de aceite de palma crudo y aceite de palmiste en Malasia.

Año	Hectáreas	Aceite de palma crudo	Aceite de palmiste
1871-1910	<350	-	-
1920	400	-	-
1930	20.600	5.000	-
1940	31.400	58.000	-
1950	38.800	52.000	-
1960	54.638	91.793	-
1965	96.945	156.300	-
1970	261.199	431.069	-
1975	641.791	1.257.573	108.260
1980	1.023.306	2.573.173	222.285
1985	1.482.399	4.134.463	511.737
1990	1.984.167	6.091.622	827.233
1995	2.515.842	7.810.546	1.033.811
1996	2.615.296	8.385.886	1.107.045
*2000	2.900.000	10.000.000	1.400.000

° = Estimado Fuentes: PORLA, PORIM

Tabla 2. Distribución de la superficie sembrada por propiedad y administración en 1996.

Categoría		Hectáreas	Porcentaje
Plantaciones Privadas		1.318.788	50,42
Planes Federales	FELDA	683.538	26,14
	FELCRA	134.059	5,13
	RISDA	39.685	1,52
Planes Estatales		197.922	7,57
Pequeños Cultivadores		241.287	9.22
TOTAL		2.615.269	100

Fuente: PORLA 1997

Antes de mediados de la década del 70, la mayor parte del palmiste producido en Malasia se exportaba, pero desde 1974, esta cantidad ha bajado significativamente, debido a que la trituración de palmiste para obtener el aceite se lleva a cabo localmente. La producción total de aceite de palmiste en 1996 ascendió a 1,1 millones de toneladas y se calcula que llegará a 1,4 millones de toneladas en el año 2000.

Como resultado de la refinación y otros procesos, la industria del aceite de palma dio un paso adelante hacia los oleoquímicos. En 1982, la producción de oleoquímicos básicos era de 22.000 toneladas y llegó casi a 900.000 en 1996. Para el año 2000 se espera que llegue a 1,2 millones de toneladas.

Exportaciones

El aceite de palma ha sido y seguirá siendo para Malasia un producto exportable, puesto que el país exporta más del 85% de su producción. La contribución ha sido sorprendente. Inicialmente, en 1960, aportaba el 1.7% de los ingresos por exportación, puesto que solamente se exportaban el aceite de palma crudo y el palmiste. Más tarde, con la construcción de palmisterías, refinerías y plantas de oleoquímicos, Malasia pudo aumentar el volumen de exportación de aceite de palma y otros productos. En 1996, Malasia exportó 7,21, 0,47, 0,99 y 0,54 millones de toneladas de aceite de palma, aceite de palmiste, torta de palmiste y oleoquímicos, respectivamente, con un ingreso total por exportación de US$4.210 millones o el 5,1% del PIB.

Malasia exporta más del 85% de la producción del aceite de palma.

El objetivo del presente trabajo es por lo tanto aclarar las políticas y planes que han tenido incidencia o efectos sobre la industria de la palma de aceite en Malasia. Estas políticas y planes nacionales lograrían, entre otros, que la industria de la palma de aceite se concentrara en políticas y prioridades específicas de investigación y desarrollo para asegurar su productividad, competitividad y sostenibilidad.

POLÍTICAS NACIONALES

Malasia ha promulgado una serie de políticas y planes nacionales concernientes con el desarrollo económico del país. Algunos de éstos son de importancia para la industria de la palma de aceite, e incluyen las siguientes:

a) Políticas de Desarrollo Rural y Díversificación Agrícola

Las políticas de desarrollo rural y diversificación agrícola estuvieron dentro de las más primeras políticas después de la independencia. El desarrollo rural se estableció para aumentar el uso de la tierra e incluía el otorgamiento de tierra a quienes carecían de ella, mediante programas independientes u organizados como FELDA o el sector privado.

La política de diversificación agrícola se formuló para reducir la dependencia de la economía malaya de unos pocos productos básicos, como el estaño, el coco y el caucho. Esta política identificó el cultivo de la palma de aceite como uno de los cultivos que podría causar un impacto exitoso en la política de diversificación.

b) Política Agrícola Nacional (PAN)

La primera PAN se introdujo en 1984, seguida por una segunda (1992-2010), la cual se encuentra actualmente en proceso de revisión, y la tercera PAN se formulará a finales del presente año. En lo que se refiere a la palma de aceite, las políticas, entre otros, abordan los siguientes temas:

- reducción de costos y mejoramiento de la productividad y la eficiencia;
- un papel más predominante del sector privado en la industria;
- fomento de la sistematización y la intensificación de la mecanización; y
- acrecentamiento de las actividades al final del proceso la integración vertical y la diversificación de productos.

c) Plan Quinquenal de Desarrollo Socioeconómico

Malasia desarrolló un sistema quinquenal de desarrollo socioeconómico y actualmente el Séptimo Plan Malayo (1996-2000). Los objetivos de este plan

son: la estabilidad macroeconómica, el alivio de la pobreza y la restructuración de la sociedad, el crecimiento dirigido hacia la productividad, el mejoramiento de la competitividad, la industrialización hacia el futuro, el desarrollo del recurso humano, el desarrollo de la tecnología, la informática, la privatización, el desarrollo sostenible, la calidad de vida, la solución a los problemas sociales, el fomento de los valores morales y éticos y el mejoramiento administrativo.

d) Plan Industrial Maestro (PIM)

El PIM se formuló con el fin de establecer la ruta de la industrialización (primer PIM de 1986-1995 y segundo PIM de 1996 - 2005). El plan comprende, entre otros, lo siguiente:

- mejoramiento de las bases económicas;
- aceleración, profundización y diversificación de los sub-sectores manufactureros;
- aceleración del desarrollo de tecnologías y capacidades propias del país y la capacidad de distribución y comercialización internacional: y
- fortalecimiento de los vínculos económicos, tanto inter como intra sectoriales, mediante industrias intermedias y de apoyo.

e) Nueva Política Económica (NPE)

La NPE formuló sus políticas mediante el Primer Plan de Lineamientos de Perspectivas para el período de 1971 a 1990 y el Segundo Plan de Lineamientos de Perspectivas que cubre el período de 1990 al año 2000. Los objetivos de la NPE fueron los de lograr la integración y unificación nacional a través de:

- reducir y eventualmente erradicar la pobreza, aumentando los niveles de ingresos y las oportunidades de empleo: y
- acelerar el proceso de restructuración de la sociedad malaya para reducir los desequilibrios.

f) Desarrollo de la Tecnología Industrial (DTI)

Los papeles de la ciencia y la tecnología han sido los ejes del desarrollo de Malasia. La ciencia y la tecnología han proporcionado muchas innovaciones e inventos para aumentar la eficiencia en la producción de artículos de primera necesidad, incluyendo el aceite de palma. En un mundo competitivo, Malasia tendría que exigir papeles más importantes de la ciencia y la tecnología. El DTI debe garantizar, entre otros:

- el fomento de la innovación e inventiva nacionales;
- la promoción de la adaptación y aplicación de nuevas tecnologías mejoradas;
- el desarrollo de la capacidad tecnológica interna para fortalecer nuevas tecnologías que produzcan un mayor rendimiento económico;
- el mejoramiento de la difusión y aplicación de la tecnología;
- la elevación del conocimiento y concentración en tecnologías emergentes como claves críticas; y
- la creación de vínculos estratégicos entre los sectores público y privado con el fin de participar en la adquisición, desarrollo y transferencia de tecnologías nuevas y especializadas.

g) Visión 2020

La visión 2020 contempla a Malasia como una nueva nación totalmente desarrollada.

Malasia ha recorrido un largo camino desde que se creó el primer plan quinquenal de desarrollo socio-económico que definió la orientación y el ritmo del desarrollo nacional. Guiada por el éxito obtenido en la implantación de los planes quinquenales sub-siguientes así como y por la Nueva Política Económica que cubrió un período de veinte años desde 1970, actualmente Malasia avanza hacia una nueva y más desafiante fase en la creación de una nación. Hoy en día, Malasia se guía por la Visión 2020. la cual contempla al país como nación totalmente desarrollada para el año 2020. Para entonces, Malasia debería, no sólo ser un país desarrollado desde el punto de vista económico sino también político, social y espiritual.

PROBLEMAS Y DESAFÍOS ESTRATÉGICOS

a industria de la palma de aceite debe estar orgullosa de los logros obtenidos como líder mundial en la producción de aceite de palma y exportación de aceites y grasas. El camino no ha sido fácil. La industria malaya de la palma de aceite afrontó y seguirá afrontando eventos y desafíos importantes

en cada una de las épocas de desarrollo: la época de los pioneros (1910-1950), la de expansión (1960-1980), la de transformación (década del 90), y la de la competencia (del 2000 en adelante). La industria de la palma de aceite está afrontando, entre otras, dos ineficiencias inherentes:

Primera

La palma de aceite produce aproximadamente un total de 52 t/ha/año de materia seca y actualmente el principal producto es el aceite, del cual se obtiene un promedio de 5,5 t/ha/año en una buena plantación. Se han generado muchos productos comestibles y no comestibles, pero no en forma lo suficientemente exhaustiva y se podría hacer mucho más. Lo anterior representa únicamente una producción de alrededor del 10,5% de materia seca total, por la cual la industria obtiene utilidades y parece estar satisfecha.

Pero qué sucede con el 89,5% restante? Obviamente se utilizan las hojas y los raquis, al igual que los estípites (durante la renovación) para abono orgánico ("mulch"), mejoramiento de los suelos y prevención de la erosión, lo cual tiene valor económico y ambiental.

Sin embargo, fácilmente se podría decir que una cierta cantidad de esta biomasa se puede utilizar para la fabricación de productos de alto valor agregado. Y, por supuesto, la industria debería utilizar en forma equilibrada y prudente para convertir este material en productos de valor agregado y el resto devolverlo al campo para el reacondicionamiento del suelo, con el fin de mejorar el medio ambiente.

Segunda

En las operaciones de campo, la palma de aceite es sólo un 20% eficiente si se compara con cultivos anuales como la soya, el maíz, la colza, etc. (Davidson 1991). Esto en parte se debe a la estructura inherente de la palma de aceite, donde no todas las operaciones de campo se pueden mecanizar, por completo como en los cultivos anuales antes mencionados.

Las operaciones del campo dependen en gran parte de la mano de obra. La relación actual de mano de obra y tierra de 1:9,5 (lo cual representa un incremento comparado con la de 1:6,5 en las décadas anteriores) sigue reflejando la alta demanda de mano de obra. Por lo tanto, existe una necesidan urgente para intensificar la mecanización de las operaciones del campo, especialmente aquellas que pueden emplear o utilizar la mecanización en forma fácil y efectiva. Contratación de mano de obra extranjera para las labores mecanizables se debe restringir. Con la mecanización, la relación aumentaría considerablemente de 1:15 y 1:20 en los años 2000 y 2005, respectivamente. Esta podría ser una de las formas de resolver los requerimientos de mano de obra y también aumentar la productividad de la mano de obra y de la producción agrícola.

Malasia tiene problemas de oferta laboral. Existe gran escacez de trabajadores.

Otros temas y retos pertinentes son:

a. *Requisitos de mano de obra:* Malasia está pasando por un problema de oferta laboral. Existe una gran escasez de trabajadores. La industria de la palma de aceite afronta una competencia muy fuerte por parte de otras industrias, especialmente la manufactura y la construcción. Como una medida para aliviar el problema, la industria se ha visto obligada a importar mano de obra extranjera, la cual permanece por unos pocos años. Esto crea una alta rotación y falta de destreza y es necesario reemplazar y capacitar al personal constantemente.

b. *Escasez de tierra:* La disponibilidad limitada de tierra adecuada, obstaculizará la expansión futura del cultivo de la palma de aceite. En Malasia Peninsular no se abrirán nuevas tierras para palma de aceite y la expansión se daría únicamente por la sustitución del caucho y otros cultivos por palma de aceite. Las nuevas áreas en palma de aceite se concentrarán en Sabah y Sarawak.

c. *Aumento en los costos de producción:* Como consecuencia de la escasez de mano de obra y la disponibilidad de tierras adecuadas para plantar palma de aceite, los costos de producción de este bien primario aumentarán en términos de salarios/jornales más altos y altos costos de desarrollo.

d. *El Sector de los Pequeños Cultivadores:* Los pequeños cultivadores independientes representan el 9% del total de la superficie plantada. Estos carecen de

economías de escala y de insumos agronómicos adecuados, lo cual resulta en rendimientos relativamente bajos.

d. *Competencia:* Otros países con suelos, clima y mano de obra adecuados para el cultivo de la palma de aceite están interesados en ampliar el área de cultivo y la producción. Esto va a entrar a competir con Malasia. En algunos países, la mano de obra y otros recursos no constituyen factores limitantes para la producción.

Otros cultivos de oleaginosas, como colza, soya y girasol altamente subsidiados, compiten con el aceite de palma malayo en el mercado mundial. La industria debe continuar vigilando los costos de producción de estos aceites y grasas, incluyendo el factor del subsidio.

f. *Medio Ambiente y sostenibilidad:* La palma de aceite es altamente productiva si se compara con los cultivos oleaginosos anuales. Al renovar palma de aceite para aceites y grasas, muchos de los terrenos sembrados con cultivos anuales para el mismo fin se podrían utilizar para otras actividades económicas. En el cultivo de la palma de aceite, las prácticas agronómicas ponen en alta prioridad la conservación del medio ambiente. Además, los productos a base de aceite son biodegradables y naturales.

En el cultivo de la palma de aceite, las prácticas agronómicas ponen en alta prioridad la conservación del medio ambiente.

POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I & D)

Los anteriores problemas y desafíos estratégicos requieren de solución para garantizar la productividad, la competitividad y la sostenibilidad de la industria. Algunas de estas soluciones requieren un salto cuántico en tecnologías, tanto a corto como a mediano y largo plazo. Este salto cuántico en tecnología exige políticas sólidas de investigación y desarrollo para satisfacer las necesidades cambiantes de la industria y de los consumidores, mediante lo siguiente:

- mejoramiento de la eficiencia de la producción de las plantaciones:
- incremento de las actividades generadoras de ingresos;
- mejoramiento de la calidad de la palma de aceite y sus productos;
- ampliación del area de aplicación;
- incremento de la eficiencia de varios procesos:
- mejoramiento de las eficiencias económicas de la producción, de los procesos hacia el producto final, de la comercialización y de nuevas tecnologías en la industria de la palma de aceite;

fortalecimiento de la aceptación por parte del consumidor e incremento del uso de los productos de la palma de aceite en los países consumidores de aceite de palma y en los países donde existe un potencial de consumo.

conservación de los mercados existentes y expansión de nuevos mercados para los productos de aceite de palma;

transferencia de tecnología; y

comercialización de los resultados de la investigación y desarrollo y de las tecnologías.

PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los problemas y desafíos estratégicos y las políticas de investigación y desarrollo anteriormente descritos ayudan a establecer prioridades en las áreas de investigación para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de la industria. Algunas de las áreas de prioridades se podrían agrupar de la siguiente manera:

Incremento del rendimiento agrícola

Los estudios han demostrado un aumento sustancial del rendimiento proviene, entre otros, del mejoramiento. la fertilización, otras mejoras agronómicas y eficiencia mejorada en la planta extractora (Davidson 1991).

Mejoramiento:

El rendimiento de aceite de las palmas *dura* se ha mejorado de 3,1 t/ha/año a 5.0 t/ha/año (Lee et al.

1990) después de cuatro generaciones de selección. El rendimiento de aceite de las *tenera (dura* x *pisifera)* ha mejorado de 5,0 t/ha/año para los materiales de siembra entregados a principios de década del 60, a 9,6 t/ha/año para los materiales de siembra de finales de la década del 80 (Lee y Toh 1991; Lee 1996; Mukesh y Tan 1996). Los materiales de siembra más recientes deben tener un mejor rendimiento (Tablas 3 y 4).

El incremento real del rendimiento de aceite en el campo siguió una tendencia similar. En 1951, el rendimiento real de aceite de las palmas dura fue de 1.3 t/ha/año y aumentó un 40% (1 t/ha/año) con la selección de palmasdura y 32% (1,14 t/ha/año) con la introducción de las palmas *tenera* (Tabla 5).

Otras características, como el alto índice de yodo, incremento del crecimiento lento y resistencia biótica y abiótica ayudarían al incremento de la productividad de la palma de aceite.

Estos incrementos del rendimiento reflejan la alta productividad de la palma de aceite y una posterior mejora del rendimiento ayudaría a la industria a reducir costos y mantener su rentabilidad.

Fertilización:

A principios de la década del 50, sólo se aplicaba a la palma de aceite K en forma de muriato de potasio o ceniza de racimos, con algunos abonos correctivos ocasionales de P. A mediados de los años 50 se hicieron aplicaciones de N y el fertilizante completo N.P.K.Mg. se aplicó a finales de la década del 60, y el rendimiento de aceite aumentó un 93% o sea 1,2 t/ha/año (Tabla 5).

El aumento en el rendimiento significa un posterior refinamiento del uso óptimo del fertilizante, con aplicaciones precisas (tipo, dosis, cronograma y métodos) y de la eficiencia de recuperación del fertilizante por parte de la palma, puesto que la fertilización representa el 33% de los costos de operación de campo. Esto garantizará una alta absorción de nutrientes por parte de la palma lo cual aumentaría la productividad con un costo mínimo.

Otras mejoras agronómicas:

Las buenas prácticas de vivero proporcionan plántulas vigorosas, lo cual garantiza un buen establecimiento inicial después del planteamiento en el campo. Una población de plantas mejorada del 85% al 96% aumentaría el rendimiento de aceite un 3% o 0,14 t/ha/año (Tabla 5).

En forma similar, el mejoramiento del drenaje en las zonas de agua empozada y la reducción de la escorrentía en las zonas pendientes, mediante fosos de limo, dirección adecuada en la colocación de las hojas, buena cultivo de cobertura y buen manejo de malezas y también conservación de las terrazas, ayuda a mejorar el rendimiento de aceite un 5% ó 0,24 t/ha/año (Tabla 5).

La aplicación de tratamientos con efluentes de la planta extractora y raquis también mejoró el rendimiento (de 14 a 18%) en palmas maduras y adelantó la primera cosecha de 36 a 30 meses después del plantamiento definitivo, junto con un incremento en el rendimiento (Lim y Chan 1989; Loong et al. 1989; Mohd Tayeb et al. 1989).

La introducción del gorgojo polinizador Elaedobius *kamerunicus* Faust (Coleóptera: Curculionidae) mejoró

Tabla 3. Comportamiento del rendimiento de los materiales de siembra de la palma de aceite.

Materiales	Año de siembra	No. de Progenies	RFF (t/ha/año)	A/R* (%)	Rendimiento de aceite proyectado (t/ha/año)
DD x CI	1962	32	22,0	22,2	4,9
DD x UAC	1962	15	24,6	20,6	5,1
DD x SP	1962	6	21,1	23,0	4,9
DD x AVROS	1964	22	31,0	23,5	7,3
DD x AVROS	1968	16	31,1	22,1	6,9
DD x AVROS	1970	29	31,6	24,2	7,6
DD x AVROS	1979	5	34,5	25,8	8,9
DD x Dy - AVROS	1979	10	33,3	25,8	8,6
DD x Yangambi	1988	66	34,9	25,9	9,6

*A/R = Relación Aceite/Racimo en porcentaje.
Fuente: Lee y Toh 1991; Lee I 996; Mukesh y Tan 1996.

Tabla 4. Comportamiento de la nueva generación de Teneras plantadas en 1988.

Años después de siembra	RFF (t/ha)	A/R[1] (%)	P/R[2] (%)	Aceite (t/ha)	Aceite + Palmiste (t/ha)
Yr 2 ½	16,7	22,0	5,3	3,7	4,6
3	29,7	23,8	5,4	7,4	9,0
4	36,2	25,5	6,0	10,0	12,2
5	32,3	26,1	5,3	8,9	10,6
6	36,2	26,2	5,8	9,8	11,9
Promedio yr 4-6	34,9	25,9	5,7	9,6	11.6

1 = Relación Aceite/Racimo; 2 - Relación Palmiste/Racimo.
Fuente: Mukesh y Tan 1996.

Tabla S. Aumento del rendimiento de aceite de palma. 1951 - 1991.

				t/h
1.	Rendimiento real, 1951 (palma adulta real, sólo se aplicó K)			1,30
2.	Efecto de la Fertilización (promedio de 8 años)			
	K solo	14,25 t de RFF		
	N, P, K, Mg completo	27,48 t de RFF	+93%	2,50
3.	Progreso del mejoramiento			
	Selección Deli *dura*, 1930-1980		+40%	3,50
	Aumento de A/R con la introducción de la *tenera*		+32%	4,64
4.	Otras mejoras agronómicas:			
	Mejor población de vivero en bolsas plásticas		+3%	4,78
	Drenaje y conservación del agua		+ 5%	5,02
	Introducción del *E. kamerunicus*		+1,2%	5,08
	Pérdidas debidas a la cosecha deficiente		(-1%)	5,03
5.	Aumento de la eficiencia de la planta extractora:			
	Aumento de la eficiencia del 83% al 90%		+8%	5,43
6.	Rendimiento real 1989/90, 26,4 t/ha @ 20,5% de aceite (todas adultas, edad promedia 15 años, A/R de ensayos en la planta)			
	Efectos de la renovación	20% no madura	-20%	4,34
		15% menos de 5 años	-7%	4.04
7.	Promedio real 1991 únicamente			4,00

Fuente: Davidson 1991.

la composición del racimo y posteriormente aumentó el rendimiento de aceite un 1,2%, ó 0,06t/ha/año (Tabla 5).

Los métodos de renovación también podrían afectar el período de inmadurez de la palma de aceite. El método de quema abierta es perjudicial para el suelo y el medio ambiente. El método de quema (Hashím et al. 1993) ayuda a reducir el período de inmadurez y aumentaría el rendimiento, puesto que los residuos de biomasa son regresados al suelo.

A pesar del éxito obtenido, debe haber un nuevo refinamiento de las prácticas agronómicas, tales como las prácticas de vivero, la conservación y manejo del agua, la reducción del período de inmadurez y el control de enfermedades.

Productividad de la mano de obra

Davidson (1991) reportó que las medidas de productividad efectivas tomadas por la industria de la palma de aceite mejoró un 419% entre 1951 y 1991 o el 4,2% anual (Tabla 6).

La cosecha y recolección de racimos de fruta fresca mejoraron de 138 a 329 t/cosecha o el 2,2% anual entre 1951 y 1991. En forma similar, el mantenimiento del campo mejoró de 8 a 30 ha/trabajador, lo cual equivale al 3,4% anual durante el mismo período.

En el área madura la productividad de la mano de obra mejoró de 4 a 7,5 ha/trabajador ó 1,6% por año y el rendimiento de aceite aumentó de 5,7 a 30t/trabajador ó el 4,2% anual.

Es necesario que la productividad de la mano de obra aumente aún más con el fin de garantizar la eficiencia de su utilización, lo cual bajaría el costo unitario. El mejoramiento en el manejo de la mano de obra, junto con la mecanización podría aumentar aún más la productividad laboral.

Mecanización

Malek et al. (1997) observaron que la mecanización en las plantaciones de palma de aceite era aproximadamente del nivel de 37,5%, lo cual es aún muy bajo. La relación mano de obra a tierra para las operaciones de campo mejoró de 1:6,5 ha. a 1:9,8 ha en lad décadas de 80 y 90, respectivamente. Esto se ha logrado a través del avance en la mecanización. El transporte dentro del lote, por ejemplo, pasó del uso de

Tabla 6. Plantaciones de palma de aceite: productividad de la mano de obra en Malasia.

Labor		Aumento en 40 años				
		Unidad	1951	1991	Total (%)	Producción año (%)
Cosecha/Recolección	RFF/cosecha	Tonelada	138	329	138	2,2
Mantenimiento del Campo	Área/Trabajador	Hectárea	8	30	275	3,4
Procesamiento	Aceite de Palma/Trabajador	Tonelada	33	537	1.527	7,2
Global	Ha Ma*dura*/Trabajador	Hectárea	4	7,5	86	1,6
	Aceite/Trabajador	Tonelada	5,7	30	419	4,2

Fuente: Davidson 1991.

carretillas y bicicletas al uso de remolques tirados con mini-tractores o búfalos mecanizados y al cargador («grabber») automático (Ahmad et al. 1995). El transporte de racimos de fruto en las vías principales también ha mejorado (Mohd Ali 1995).

El control de malezas también ha pasado del uso del machete a la fumigación con bomba de espalda y luego a la fumigación con aspersora montada en tractor, la cual cubre una area más grande con menos trabajo humano. El progreso de la mecanización le permite a las plantaciones redistribuir los requisitos de mano de obra. No obstante, la industria aún requiere nuevas mejoras en la mecanización de las operaciones de campo, incluyendo las máquinas cosechadoras. Existe el fuerte deseo para aumentar la relación mano de obra:tierra hasta 1:15 y 1:20 ha. en los años 2000 y 2005, respectivamente.

Un bloque de 300 ha en una plantación de palma de aceite podría ser manejado por 16 trabajadores con maquinaria adecuada y un buen manejo de la mano de obra. Esto daría una relación trabajador a tierra de 1:19, con costos más bajos y alta productividad (Ahmad 1997).

Extracción y tratamiento de efluentes

Con los años, las plantas extractoras de aceite de palma han experimentado una serie de mejoras. La eficiencia ha aumentado del 83% al 92% o un aumento del 8%, o a un equivalente de aceite de 0,40 t/ha (Davidson 1991). La principal mejora de la productividad con la puesta en marcha de nuevas plantas extractoras. El rendimiento anual por trabajador mejoró de 33 t de aceite de palma en 1951 a 537 t en 1991, lo cual equivale a un aumento anual del 7,2% (Tablas 5 y 6). Esto se debió al avance de la sistematización en areas como la rampa, la esterilización, las calderas y la prensa de tornillo.

Se ha introducido un nuevo sistema modular llamado Proceso Golden Hope-Pieralisi, el cual podría conducir a: tasas superiores de extracción de aceite y plantas extractoras más pequeñas y más limpias, con una reducción radical de la carga y producción de efluentes (Azman et al. 1993).

El efluente de la planta extractora se maneja bien, lo cual permite una reducción de la demanda biológica de oxígeno (DBO) de 25.000 mg/l a 100 mg/l. Los subproductos del tratamiento de los efluentes de la planta extractora también se pueden convertir en co-productos de valor agregado, como fertilizante, combustible, forraje y biogás.

Se han introducido nuevas tecnologías para suprimir la contaminación ambiental. El «Quick-Eva» es un proceso novedoso que utiliza la tecnología de evaporación para el tratamiento de los efluentes de la planta extractora. Con una DBO de 20 mg/l, el destilado se puede reciclar, lo cual reduce el consumo de agua, el costo del tratamiento y no descarga de efluentes líquidos (Ma 1995; Jalani et al. 1996).

Utilización del aceite de palma y del aceite de palmiste

Se calcula que el 70% del aceite de palma se utiliza con fines comestibles y el 30% restantes con fines no comestibles. La industria seguirá dependiendo de los usos tradicionales, tanto en el segmento comestible como en el no comestible. No obstante, cada vez más la industria necesitará encontrar nuevas aplicaciones

para el aceite de palma, donde su valor pueda incrementarse a través de la conversión en productos manufacturados.

Los usos comestibles tradicionales del aceite de palma son aceite de cocina/para freír, margarinas, mantecas, vanaspati y grasas para confitería. Su contenido de vitamina E y otras mejoras químicas y físicas (doble refinación, mezclas) han hecho un aceite de palma sea más estable y versátil.

Además de las mejoras en los productos tradicionales, la investigación ha desarrollado y formulado nuevos productos con el fin de satisfacer nuevas demandas, desarrollar nuevos nichos en el mercado y también incrementar su competitividad. Se han producido artículos como productos a base de emulsiones, productos en polvo y otros productos de consumo como helados, cremas no lácteas, aderezos para ensalada, queso a base de palma, polvo de «santan», polvo de aceite de palma microencapsulado, oleína roja y formulaciones de ácidos grasos libres *trans* (Yusof y Jalani 1995).

Los usos comestibles tradicionales de la palma de aceite son aceite de cocina para freír, margarinas, mantecas y grasas para confitería.

Las aplicaciones no comestibles del aceite de palma dan cuenta del 30% del consumo. Los usos no comestibles del aceite de palma se pueden dividir en dos categorías, es decir por la vía directa o por la vía de los oleoquímicos.

Los ejemplos más importantes de la vía directa son: jabones, combustible y conversión del aceite de palma en poliol y luego en poliuretano (Yusof y Jalani 1995).

La ruta de los oleoquímicos es la conversión del aceite de palma en cinco oleoquímicos básicos (a saber, ácidos grasos, esteres grasos, alcohol graso, aminas grasas y glicerol). Estos oleoquímicos posteriormente se convierten en derivados y por último en productos terminados como jabones, detergentes. surfactantes, lubricantes, emulsión comestible de alto grado, tintas, agrocidas, cosméticos y productos farmacéuticos (Salmiah 1994).

Nutrición

El aceite de palma contiene grasas saturadas e insaturadas casi en partes iguales y el contenido bajo de grasa. Las grasas saturadas en el aceite de palma son 45% ácido palmítico y 5% ácido esteárico. Las grasas insaturadas incluyen 40% de ácido oléico y 10% de ácido linoleico.

El aceite de palma es rico en carotenoides y vitamina E, lo cual le da estabilidad natural contra el deterioro por oxidación. Esto garantiza una vida útil en estantería más larga para los productos a base de aceite de palma. Hallazgos de la investigación revelaron que el aceite de palma no eleva el nivel del colesterol sanguíneo, comparado con otras fuentes de grasas vegetales y animales (Hayes et al.; Sundram et al. 1990). Esto significa que el uso de aceite de palma reducirá el riesgo de adquirir enfermedades coronarias. Esta propiedad ayuda a mejorar la imagen del aceite de palma a nivel internacional. La continuación de la investigación sobre nutrición contribuirá aun más a mejorar la imagen y el papel que desempeña el aceite de palma en la salud y la nutrición humana.

Biotecnología: tecnología de plataforma

Los trabajos recientes en biotecnología de la palma de aceite se concentran en la ingeniería genética para modificar la composición de ácidos grasos y elevar el nivel del índice de yodo de 52 a más de 60. Con el fraccionamiento adicional del aceite de palma, la oleína debe alcanzar un índice de yodo superior a 70, lo cual permitirá a esta super oleína entrar al lucrativo mercado de los aceites líquidos para ensalada y cocina en los países de clima templado. Otros campos importantes de la biotecnología son la propagación clonal (cultivo de tejidos) y la resistencia a enfermedades.

Se ha pronosticado que la biotecnología cambiará las industrias en el próximo milenio, puesto que las plantas y los animales podrían ser transformados con los genes apropiados para la manufactura de una amplia gama de productos industriales y farmacéuticos. El término «cultivo molecular» ha sido acuñado para describir esta aplicación (Hemming 1995). La demostración reciente de que las plantas se pueden transformar genéticamente para producir polihidroxibutirato (PHB), un polímero termoplástico, es un

ejemplo de lo que se puede lograr en un futuro (Poirier et al. 1992).

Es tentador dar un vistazo a lo que podría ser factible para la palma de aceite como una bio-fábrica. En palma de aceite se presume que la mayor parte de la acetil CoA se canaliza hacia la biosíntesis de los lípidos. Al transformar la palma con los genes para la síntesis de los polímeros plásticos se podría desviar la acetil-CoA de la síntesis de los lípidos a la síntesis del PHB.

En las plantas, la acetil-CoA también es precursor de la vía del isoprenoide (Chappell 1995), lo cual conduce a la biosíntesis de varios importantes compuestos desde el punto de vista biológico, tales como carotenoides, esteroles, ubiquinona y monoterpenos. Varios de estos compuestos son potencialmente útiles como drogas terapéuticas. Estos están presentes en el aceite de palma como componentes menores (Goh et al. 1981). No obstante. el conocimiento de la biosíntesis de estos compuestos a nivel molecular, debe dar la clave de como se puede manejar la palma para llegar a ser una fuente importante de productos farmacéuticos.

Se ha pronosticado que la biotecnología cambiará las industrias en el próximo milenio.

Actualmente, el candidato más probable en lo que se refiere a este enfoque *in vitro* es la manipulación genética de la biosíntesis de los carotenos. El conocimiento del control molecular de su síntesis está bastante avanzado (Bartley y Scolnik 1994), comparado con la de los tocoferoles y tocotrienoles, otros compuestos con un alto potencial terapéutico de la palma de aceite. Dada la productividad de la palma, esta novedosa transformación mediante el uso de tecnologías de plataforma (como la ingeniería metabólica, la ingeniería de bioprocesos y las ciencias biomateriales) está esperando la nueva «Edad de la Biología».

«Cero Residuos» mediante la utilización balanceada de la biomasa

El ideal de cualquier industria es alcanzar la meta de «cero residuos». Si esto se pudiera lograr, gran parte de la actual contaminación ambiental se disminuiría. En la industria de la palma de aceite se han formulado estrategias para lograr este ideal concentrándose en la biomasa que se genera diariamente en cantidades abundantes.

Como se mencionó anteriormente, la palma produce alrededor de 52 t/ha/año de materia seca. Existe un enorme potencial para la explotación de esta biomasa (materiales ligno-celulósicos) provenientes de los raquis, las hojas, los estípites, el mesocarpio del fruto y la cascara. En Malasia, por ejemplo, existe una producción abundante de estos materiales, con un total de 12,2 millones de toneladas de peso seco de fibra de palma o materiales ligno-celulósicos por año. Además de la fibra cruda pero procesada para exportación, con estos materiales renovables y ecologicamente amistosos también se podrían fabricar productos de calidad de alto valor agregado. Existen ejemplos importantes como: cartón de partículas, cartón de fibra de mediana densidad, pulpa y papel, carbono activado, fibras procesadas, medios de cultivo, etc.

La clave es la utilización balanceada: una parte se debe utilizar para productos de valor agregado y otra debe ser devuelta al suelo para abono, enmiendas y conservación.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y COMERCIALIZACIÓN

El PORIM reconoce cinco clientes principales: la industria de la palma de aceite, los consumidores, el gobierno, la comunidad científica y también sus empleados. Los resultados de la investigación y la tecnología deben difundirse entre estos clientes para su uso comercial.

Ha existido una transferencia de tecnología regular para los respectivos clientes. Los enfoques de la transferencia de tecnología se deben diseñar especialmente, entre otros, de acuerdo con los requerimientos de cada cliente, lo cual es necesario para mejorar el uso comercial de las tecnologías generadas por la investigación y el desarrollo (Jalani y Yusof 1996)

Ejemplos notables de las interacciones son: el Comité Asesor de Programas, el Comité Asesor Técnico, y el Foro del PORIM y la Industria que son anuales, y el

Comité del PORIM y la Industria que se dedican a los temas especializados (v.g. Mejoramiento, Agronomía, Mecanización, Biotecnología, Alimentos. Oleoquímicos, Comité de Extensión, etc.) que son regulares. Procedimientos estándar son la publicación de libros, revistas, folletos y otros materiales audiovisuales.

Otra tecnología digna de mencionar es el Seminario de Transferencia de Tecnología para la comercialización, el cual comenzó en 1991 y actualmente se han transferido 48 tecnologías para este propósito. Más del 75% estas tecnologías han sido adoptadas por la industria y/u otros empresarios.

La industria misma cuenta con un número de asociaciones tales como: MOPGC, NASH, POMA, PORAM, MEOMA, MOMG y SADIG. El Ministerio de Industrias Primarias, el PORIM, PORLA, MPOPC interactúan y participan en la mayoría de sus actividades.

PRONÓSTICOS DE RESULTADOS TECNOLÓGICOS Y CONCLUSIÓN

Los costos de producción del aceite de palma han venido aumentando debido al alza de los salarios, al alto costo del desarrollo y de los suministros y servicios, etc. En las últimas cuatro décadas, la industria logró reducir los costos, utilizando varias medidas, especialmente el mejoramiento del rendimiento, la fertilización, otras prácticas agronómicas y la eficiencia de las plantas extractoras, de US$765/t de aceite en 1951 a US$265/t en 1991 (Tablas 7 y 8). El costo aún sigue siendo alto, lo cual erosiona la ventaja competitiva de Malasia y de cualquier otro productor y afecta en forma adversa la inversión de la tasa de retorno.

No se deben escatimar esfuerzos en el manejo y control de la elevación de los costos, especialmente a través de una gestión eficiente de costos, aumento de la productividad de la mano de obra y alto rendimiento con el fin de ayudar al salto cuántico en términos de tecnología.

Yusof y Lim (1997), utilizando el estudio tipo Delphi (Yusof 1982), pronosticaron nuevas tecnologías que son deseables para el desarrollo futuro de la industria de la palma de aceite. La Tabla 9 resume la probabilidad de varios avances. Algunos de éstos recibieron una respuesta escéptica por parte de los panelistas, quienes aducen motivos tales como dificultad de adoptar estas tecnologías, las limitaciones de tiempo, la falta de conocimiento de las tecnologías y la falta de difusión de las mismas, lo cual disminuye la oportunidad de lograr estos avances.

Tabla 7. Costos de Producción.

	US$/t de aceite Constante 1991		% Reducción	
	1951 US.($)	1991 US.($)	Total (%)	Producción Año (%)
Cosecha	95	57	40	1,27
Mantenimiento	192	62	68	2,79
Fábrica	152	22	86	4,72
Gastos Generales	126	64	49	1,68
Depreciación	181	55	70	1,93
Total	746	260	65	2,60

Fuente: Davidson 1991.

Tabla 8. Análisis de la Caída en los Costos de Producción.

		US$
Costo por tonelada	1951	746
Productividad de la mano de obra		(139)
Rendimientos agrícolas		(144)
Eficiencia de la planta extractora		(20)
Contenido más alto de aceite		(12)
Costos Fijos		(171)
Costo por Tonelada	1991	260

Fuente: Davidson 1991.

Por lo tanto, es necesario intensificar los esfuerzos para acelerar la transferencia de tecnología, crear conciencia respecto de las nuevas tecnologías, reducir los factores que limitan su adopción y tener una mayor difusión de las tecnologías dentro de la industria malaya de la palma de aceite.

El mejoramiento y sostenibilidad de la industria de la palma de aceite en Malasia requiere tecnologías críticas, las cuales pueden mejorar el rendimiento, mantener los costos actuales, si no reducirlos, mejorar su versatilidad y propiedades técnicas, aumentar y diversificar las aplicaciones comestibles y no comestibles, crear nuevos productos y aumentar la utilización de la biomasa. En esta forma, la palma de aceite continuará con su futuro dorado y preclaro

Tabla 9. Avances futuros de la tecnología en la industria de la palma de aceite.

Evento	Año	Probabilidad de ocurrencia			
		Limite cuartil bajo*(%)	Mediana	Limite cuartil alto*(%)	Año Extrapolado para éxito del 100%
1. Aumentar el rendimiento promedio nacional por lo menos el 50%	2010	25,4	36,4	63,1	2038
2. Siembra a gran escala de PSI (Enana)	2010	29,1	44,0	65,0	2030
3. Siembra de PS II (Aceite con alto Indice de Yodo)	2010	26,6	38,0	63,2	2037
4. Siembra comercial de palmas provenientes del cultivo de tejidos	2010	26,3	37,8	64,1	2037
5. Mecanización de la cosecha	2010	34,4	51,1	70,3	2025
6. Palmas transgénicas comerciales	2010	20,6	31,9	49,4	2044
7. Pulpa y papel de fibra de palma de aceite	2010	40,9	64,6	75,8	2020
8. Producción de MDF con fibra palma de aceite	2010	52,7	68,8	81,3	2019
9. Integración de la palma de aceite con el ciervo	2010	17,8	33,9	51,7	2090
10. Integración de la palma de aceite con palma rota	2010	9,4	18,8	35,4	2120
11. Exito en el tratamiento de efluentes con cero descarga	2010	49,6	66,3	79,5	2020
12. Efluentes de la planta extractora para fertilización/alimento concentrado	2010	56,5	70,7	86,6	2018
13. Uso del aceite de palma como combustible	2010	12,4	27,1	48,9	2062
14. Ester metílico de palma como combustible	2010	14,2	30,0	50,5	2055
15. Esterilización continua en la planta extractora de aceite de palma	2010	43,1	61,1	73,7	2023
16. Nueva tecnología para reemplazar la prensa de tornillo	2010	31,0	58,3	73,8	2020
17. Poliuretano del aceite de palma	2010	32,2	50,9	67,5	2027
18. Tecnología de biotransformación del aceite de palma	2010	26,3	38,8	56,4	2035
19. Recuperación comercial de carotenos	2010	49,4	67,6	80,5	2020
20. Recuperación comercial de Vitamina E	2010	55,7	68,9	82,7	2020

*= El límite del cuartil es de 25% a la izquierda o derecha del valor de la mediana
Fuente: Yusof y Lim 1997.

BIBLIOGRAFÍA

AHMAD, H. 1997. Strategic paln of mechanisation in oil palm industry: 1997 mid-year review. PORIM, Kuala Lumpur.

_____; ARIFFIN, D.; JALANI, B.S. 1995. Mechanical infield collection of fresh fruit bunches - An introduction to field mecharisation for oil palm industry. *In :* PORIM National Oil Palm Conference: Tecnnologies in plantation "The Way Forward". Kuala Lumpur. 11-12 July 1995. Proceedings. p.150-156.

AZMAN. F.S.; MOHD. T.N.; ANDREW. D.¡ SHAWALUDIN. T.; PIERALISI. G. 1993. Golden Hope - Pieralisi Process: A new plam oil technology. Golden Hope Plantations Bhd. Malaysia and Nouva M.A.I.P. Spa. Italy.

BARTLEY, GE., SCOLNIK. P.A. 1994. Molecular biology of carotenoid biosynthesis in plants. Annual Review of Plant Physiology Plant Molecular Biology (Estados Unidos) v 45, p.287-301.

CHAPPELL, J. 1995. The biochemistry and molecular biology of isoprenoid metabolism. Plant Physiology (Estados Unidos) v.107. p.1-6.

DAVIDSON, L. 1991. Management for efficient cos-effective and productive oil palm plantations. *In:* PORIM International Palm Oil Conference, Kuala Lumpur. 9-14 September 1991. Proceedings. p.153-167.

GOH, S.H.; CHOO, Y.M.; ONG, S.H. 1981. Minor components of palm oil. American Oil Chemists Society Journal (Estados Unidos) v.62. p.237-240.

HAYES. K.C.; PRONCZUK, A.; LINDSEY. 1991. Dietary palmitic acid lower cholesterol by comparison to lauric and myristic acids in monkeys. American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos) v.53, p.491-498.

HEMMING, D. 1985. Molecular farming: using transgenic plants to produce novel proteins and other Chemicals. Abbiotech News and Information 7: 19N-29N.

JALANI, B.S. 1997. Current status and trends in the oil palm industry. Paper presented at the "Seminar on Engineered Products From Oil Palm Waste Residues", Usaha Deras Sdn Bhd, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. 1 July 1997.

_____; YUSOF, B. 1996. Transfer of technology in oil palm: Lessons from the Malaysian experience. Paper presented at the Asia Pacific Coconut Committeee (APCC) 33rd COCOTECH Meeting. Holiday Inn City Centre, Kuala Lumpur, 15-19 July 1996.

_____;MA,A N : ARIFFIN. D. 1996. Pollution abatement in the oil palm industry: The Malaysian experience.*In:* B. Nath; I. Lang; E. Mészáros: J.P. Robinson; L. Hens (Eds). International Conference on Environmental Pollution. ICEP3, Volumen I. European Centre for Pollution Reseatch, University of London, United Kingdom. p.314-325.

LEE, C.H. 1996. Yield potential of Golden Hope DxP oil palm planting matenals. Paper presented at the Seminar on Sourcing Oil Palm Planting Material for Local and Overseas Joint-Venture, Asgard Information Services, Malaysia. 22-23 July 1996.

_____: YONG. Y.Y.; DONOUGH. C.; CHIU. S.B. 1990. Selection progress in the Deli *dura* population. *In:* Workshop on Progress of Oil Palm Breeding. Proceedings. ISOP/PORIM, Kuala Lumpur. p.81-89.

_____; TOH. P.Y. 1991. Yield performance of Golden Hope DxP planting materials. The Planter (Malasia) v.47. p.317-324.

LIM. K.C.: CHAN. K.W. 1989. Towards optimising empty fruit bunch application in oil palm. *In:* PORIM International Oil Palm Developments Conference, Kuala Lumpur, Malaysia. 5-9 Septembre 1989. Proceedigns.

LOONG, S.G.; NAZEEB. M.: LETCHUMANAN. A. 1989. Optimising the use of EFB mulch on oil palms two different soils.*In:* 1989 PORIM International Oil Palm Developments Conference. Kuala Lumpur. Malaysia. 5-9 Septembre 1989. Proceedigns. p.605-630.

MA. A.N. 1995. A novel treatment process for palm oil mili effluent. PORIM Information Series No. 43 (Malasia) p.1-4.

MALEK MANSOR: ABD RAHIM SHUIB: MOHD NASIR AMIRUDDIN 1997. Factors inhibiting rate of mechanisation in oil palm estates. PORIM Bulletin No. 34. p.1-10.

MOHD ALI A. 1995. Mechanisation of plantation operations. *In:* 1995 PORIM National Oil Palm Conference: Technologies in Plantation "The Way Forward". Kuala Lumpur. 11-12 July 1995. Proceedings. p.143-149.

MOHD HASHIM: TOOH. C.H.. KAMARUDZAMAN, A.; MOHD ALI. 1993. Zero-burning - An environmentally friendly replanting technique. *In:* PORIM International Palm Oil Congress (Agriculture Module), Kuala Lumpur. 20-25 September 1993. Proceedings. p. 185-194.

MOHDTAYEB.D. LIM. K.H.:ZAKARIA,Z.Z: HASSAN.A.H. 1989. Recent studies on the effects of land application of palm oil mill effluent on oil palm and the environment. *In:* 1989 PORIM International Oil Palm Developments Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 5-9 Septembre 1989. Proceedigns. p. 596-604.

MUKESH, S : TAN. Y.P 1996. An overview of palm breedign programmes and the performance of DxP planting materials at United Plantations Berhad. Paper presented at the Seminar on Sourcing Oil Palm Planting Materials for Local and Overseas Joint-Venture, asgard Information Services, Malaysia. 22-23 July 1996.

POIRIER, Y.P.; DENNIS. D.E.; KLOMPARENS, K; SOMERVILLE, C.R. 1992. Production of polyhydroxybutrate, a biodegradable thermoplastic. in higher plants. Science (Estados Unidos) v.256, p.520-523.

SALMIAH. A. 1994. Palrn-based oleochemicals and their uses. POFP Selected Readings on Palm Oil and Its Uses. PORIM, Kuala Lumpur. p. 160-182.

SUNDRAM.K.;KHOR,H.T.;ONG,A.S.H. 1990. Effectof dietary palm oil and its fractions on rat plasma and high density lipoprotein lipids. Lipids (Estados Unidos) v.25. p. 187-193.

YUSOF. B. 1982. Forecast of trends and technology breakthroughs for the Malaysian palm oil industry: A Delphi Survey Approach.In: E. Pushparajah: P.S. Chew (Eds.). The ISP International Conference: The Oil Palm in Agriculture in the Eighties Proceedings. Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. p.401-415.

_____; JALANI. B.S. 1995. The oil palm anditsproducts:Competitiveness and opportunities in the 21 st century. Paper presented at the 1995 MIER National Outlook Conference, Hilton. Kuala Lumpur. 5-6 December 1995.

_____; LIM, W.S. 1997. New technologies needed for the oil palm industry in the 21 st century./n: E. Pushparajah: P.S. Chew (Eds.). The ISP International Conference: The Oil Palm in Agriculture in the Eighties Proceedings, Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.37-45.