

Regreso a las cosas básicas: producción sostenible de alto rendimiento en palma de aceite*

Going Back to Basics: Producing High Palm Oil Yields Sustainably

Yusof Basiron y
Chan Kook Weng ¹

Resumen

La industria de la palma de aceite realiza su producción de alimentos, fibra, oleoquímicos, farmacéuticos y mitraceúticos bajo prácticas agrícolas progresistas para asegurar un medio ambiente sano y viable básico para el desarrollo sostenible. El regreso a las cosas básicas requiere considerar dos perspectivas. La primera es tener una visión global telescópica que demuestre que el sistema de cultivo de la palma de aceite protege las áreas tropicales sembradas con este cultivo a escala internacional, nacional, de plantación e individual. La palma de aceite, como un sistema de agrosilvicultura, se ha convertido en un sistema agrícola eficiente que satisface las necesidades de alimentos y fibra de la creciente población mundial y convierte los recursos de suelo, agua y aire en elementos productivos y sostenibles para la producción de aceite de palma y sus derivados. Como consecuencia del requisito ambiental de que el aceite de palma debe ser producido en forma sostenible, la industria tiene que adoptar la segunda perspectiva que es el enfoque microscópico, donde se cumple con las necesidades ambientales requeridas a escala internacional, nacional y de plantación, desarrollando indicadores de sostenibilidad en este campo. La industria debe demostrar que el cultivo de palma de aceite limpia el aire removiendo grandes cantidades de dióxido de carbono de la atmósfera a través de su excelente habilidad de secuestro de carbono, que regula los ciclos hidrológicos a través de los efectos de bosque húmedo y estabiliza el suelo a través de un robusto sistema radical, la gran producción de hojarasca y el espeso dosel. A diferencia de los cultivos de oleaginosas anuales, el agrobosque de palma es un hábitat biodiverso para muchas especies de plantas y animales. La industria practica un sistema integrado de manejo de plagas para preservar los depredadores y reducir el uso de pesticidas. Un sistema de producción sostenible de aceite de palma tan avanzado debe ser bien planeado, puesto en marcha y administrado para obtener un alto rendimiento por hectárea, sin embargo, en la industria malaya de palma de aceite, el rendimiento por hectárea ha estado estancado desde mediados de la década del ochenta. Es necesario que la industria se esfuerce en obtener el

Palabras Clave

Palma de aceite, Medio ambiente, Desarrollo sostenible, Rendimiento

* Tomado de Oil Palm Bulletin no 46 - Mayo 2003. P. 1 - 14. traducido por Fedepalma 1.Malasyan Palm Oil Board, P.O. BOX 10620, 50720 Kuala Lumpur, Malaysia.

máximo rendimiento económico. Se debe alcanzar un alto nivel de rendimiento con un costo mínimo por unidad de producción. El alto rendimiento con materiales mejorados, bajos costos de producción, manejo apropiado de la fertilidad del suelo y medidas de protección del cultivo darán a la industria la mejor oportunidad para obtener utilidades, aún en condiciones de precios bajos. Esto, sin duda, permitirá que las plantaciones obtengan mayores utilidades cuando los precios estén más altos. Por tanto, el regreso a las cosas básicas requiere manejar y sostener con eficiencia los altos rendimientos.

Summary

The production of food, fibre, oleochemicals and pharmaceuticals/ nutraceuticals by the oil palm industry is carried out under the progressive agricultural practices to ensure a safe and viable environment that is basic to sustainable development. Going back to basics requires two perspectives to be considered. The first is to have a telescopic global view that demonstrates the oil palm cropping system to safeguard the major areas throughout the tropics that have been planted with the crop be it from the individual field, plantation company, national and international levels. The oil palm as an agroforestry indeed has developed into an efficient tree-based agricultural production system that can meet the growing food and fibre needs of the world expanding populations. It turns the soil, water and air resources into productive and sustainable inputs for the production of the palm oil products. As a consequence of the global environmental requirement for palm oil to be sustainably produced, the industry has to adopt the second perspective of the microscopic approach, where the environmental needs emanated from the international, national and company levels are met by developing indicators on sustainability at the field. The industry has to demonstrate that the oil palm agroforestry cleans up the air by removing large quantities of carbon dioxide from the atmosphere through its excellent carbon sequestration ability. It improves the hydrological cycles through the rainforest effects and stabilizes the soil through the protective and robust rooting system together with its ample supply of leaf litter and closed canopy. The industry practices predators and to reduce use of pesticides. Such an advanced and sustainable palm oil production system has to be planned, implemented and managed to obtain a higher level of yield per hectare. However, in the Malaysian oil palm industry, the yield per hectare has been stagnating since the mid 1980. It requires the industry to embark on a maximum economic yield exploitation. Here production must reach yield level that will result in the least cost per unit of production. High yield form improved genetics together with low unit production cost with appropriate soil fertility management and crop protection measures will give the industry the best chance to make profit even when prices are low. This no doubt will allow the plantation companies to make higher profits when prices are higher. Thus, going back to basics is efficiently managing and sustaining high yield to make it pay.

Introducción

La industria de la palma de aceite en Malasia es un negocio próspero y rentable. La industria comenzó a finales del siglo XIX cuando en 1875 la palma llegó a nuestras costas y se estableció la primera plantación en 1912.

Los inversionistas también han estado aquí por muchos años ya que saben que pueden obtener utilidades sostenibles. Hoy en día, existen más de cuarenta compañías involucradas en proyectos agrícolas que cotizan en la Bolsa de Kuala Lumpur.

Además, existen muchas otras compañías agrícolas no cotizadas involucradas en el cultivo de la palma de aceite. El cultivador, como profesional, entiende que hay muchos factores que caracterizan las compañías altamente rentables. Sin duda, las compañías cuyo objetivo es lograr alta rentabilidad, tienen sembradores dedicados y comprometidos a lograr altos rendimientos, mejor calidad de aceite de palma, mejor capacidad de mercado, bajos costos por unidad de producción, protección del ambiente y una combinación de todos estos

elementos. Mucho se aprende de estos sembradores y el regreso a las cosas básicas permitirá a la industria retomar el camino de los altos rendimientos.

En resumen, *el regreso a las cosas básicas* es una actitud de trabajo con un estilo de manejo proactivo que involucra un marco de trabajo reproducible para mantener altos rendimientos y alta productividad. El estilo de manejo es un indicativo de la promoción de altos rendimientos y sostenibilidad con protección ambiental y uso eficiente de fertilizantes. Esto último se hace a través de la planeación racional de nutrientes, balance adecuado de nutrientes y explotación del sinergismo entre los nutrientes esenciales para llevar el rendimiento a niveles más altos que cuando se aplican por separado.

Siempre existe la incorporación del poder y la eficiencia de nuevas tecnologías dentro de un enfoque holístico del manejo del cultivo, suelo y agua. Caminar el campo es una práctica que conduce a recomendaciones de cambios que optimizan el uso de recursos críticos que ayuden a acercarse al potencial de rendimiento, como se ha demostrado en ensayos de rendimiento máximo.

Estos cultivadores progresistas saben que para un producto agrícola como la palma de aceite, un aumento de ingresos del 67-70% es atribuible en primer lugar a los más altos rendimientos. Un ingreso subsiguiente de 17-21% se debe a la reducción de costos y el resto o aproximadamente 12-15% se puede atribuir a mejores prácticas de mercadeo. Todos estos factores contribuyen a las utilidades e impulsan la industria, desempeñando un papel importante en la generación continua de productos de palma como alimento, fibra, oleoquímicos, farmacéuticos y nutracéuticos. e ingresos para la economía nacional.

La industria de la palma de aceite es sostenible y su contribución en la generación de divisas se hace a través de la exportación de aceite de palma como una fuente continua y confiable de grasas y aceites en la ecuación mundial de oferta y demanda.

La visión global telescópica que vincula la producción de las plantaciones con la oferta mundial de grasas y aceites

Los cultivadores progresistas deben tener la perspectiva correcta donde ven sus contribuciones en forma telescópica, vinculando los rendimientos de su plantación con la oferta de su compañía, de la nación y del mundo.

Al mirar la producción de los diecisiete principales aceites y grasas desde 1980 al 2000, el cultivador sabe que de 114.5 millones de toneladas producidas en el 2000, existe un incremento proyectado a 154.3 millones de toneladas en 2010 y a 194.4 millones de toneladas en 2020. Como comparación, la producción de aceite de palma y otros tres aceites vegetales se muestra en la Tabla 1.

Según la Tabla 1 la tendencia indica que mientras el crecimiento en general en producción de aceites y grasas para el período 2000-2020 se estima en 2,7%, el crecimiento específico anual en producción de aceite de palma, estimado en 4,1%, se espera que supere a la de los aceites de soya, colza y girasol. El crecimiento de estos tres aceites se estima en 2,4%, 2,8% y 3,0%, respectivamente.

Para los inversionistas, las perspectivas de inversión en palma de aceite son buenas ya que la disminución mundial de aceites y grasas constantemente crea la demanda. Esto sucedió en la década de los noventa y muy probablemente seguirá

Tabla 1 Producción mundial de aceites y grasas. 1980-2020 (millones de toneladas)

Producción	1980	1990	2000	2010(f)	2020 (f)	% crecimiento* 2000/20
Mundial	58,04	80,77	114,51	153,30	194,43	2,70
Aceite de palma	4,59	11,03	21,73	35,10	49,42	4,10
Soya	13,42	16,14	25,48	37,50	41,39	2,40
Colza	3,48	8,18	14,24	20,70	25,15	2,80
Girasol	4,98	7,80	9,63	10,98	17,49	3,00

Notas: (f) = proyección; *tasa de crecimiento anual compuesta usando la fórmula $P = c (1 + r)^n$ donde P = volumen futuro, c = volumen actual, r = tasa en % y n = número de años.

Fuente: Yusof (2001).

Tabla 2 Producción mundial, demanda y disminución de oferta de aceites y grasas. 1980-2020 (millones de toneladas)

Aceites - grasas	1980	1990	2000	2010	2020	% Crecimiento*
Producción	58.040	80.767	114.507	153.300	194.428	2,70
Disminución oferta	56.778	82.359	113.934	153.600	193.490	2,60
Demanda	+1.262	-1.592	+573	-300	+938	+0,10

Notas: (+) =excedente y (-) =demanda; *Tasa de crecimiento anual compuesta (véase nota Tabla 1).

Fuente: Yusof (2001).

Tabla 3 Crecimiento de exportaciones de aceite de palma comparado con otros tres aceites vegetales

Aceites y grasas	1980	1990	2000	2010	2020	% Crecimiento*
Total	15.055	22.862	35.718	50.590	70 552	3,40
Aceite de palma	3.708	8.195	15.004	25.300	36 100	4,40
Soya	2.645	3.202	6.734	11.900	13 031	3,30
Colza	480	1.588	1.816	1.760	3 323	3,00
Girasol	889	2.136	2.892	2.900	582	2,90

* Tasa de crecimiento anual compuesta (véase nota en Tabla 1).

sucediendo hasta el 2020, como se muestra en la Tabla 2. El aumento de la población es un factor importante en la creación de la demanda.

Para el cultivador, es bueno saber que el aumento en exportaciones de aceite de palma ha sido continuo y se espera que reemplace otros aceites y grasas, como se muestra en la Tabla 3.

El aceite de palma con un aumento en exportaciones proyectado de 4,4% entre 2000-2020 superará las exportaciones de aceites de soya, colza y girasol que se estiman en 3,3%, 3% y 2,9% respectivamente.

El aumento continuo en producción mundial de aceite de palma se debe a la continua expansión mundial de área sembrada en países tropicales en vía de desarrollo. Esto se debe principalmente a la naturaleza sostenible del cultivo de la palma de aceite y los beneficios que surgen de la contribución socioeconómica de la industria a los países en vías de desarrollo que siembran la palma.

Para el 2000, existían 6,6 millones de hectáreas de palma de aceite madura a escala mundial, comparado con 3,5 millones de hectáreas en 1990.

Tabla 4 Áreas de palma de aceite madura en el mundo (miles de hectáreas)

Países	1980	1990	2000	Tasa crecimiento anual (%) 1990~2000*
Indonesia	230	617	2.014	12,6
Tailandia	15	94	199	7,8
Malasia	805	1.746	2.941	5,5
Colombia	27	81	134	5,2
Otros	151	527	731	3,3
Nigeria	220	270	360	2,9
Costa de Marfil	100	128	139	0,8
Total	1.756	3.463	6.563	6,6

* Tasa de crecimiento anual compuesta (véase nota en Tabla 1).
Fuente: Yusof (2001).

Esto da una tasa de crecimiento anual de 6,6%. Al mismo tiempo, entre 1990 y 2000, la tasa de crecimiento anual en Malasia fue de 5,9%, como se muestra en la Tabla 4, mientras que en Indonesia la tasa de crecimiento fue de dos dígitos debido a las grandes cantidades de tierra disponible y la abundancia de mano de obra.

La perspectiva microscópica donde los requisitos ambientales globales de la producción de aceite de palma deben ser cumplidos por los cultivadores que trabajan localmente en las plantaciones

En el ámbito global el cultivador sabe que existen requisitos ambientales, de salud y seguridad alimentaria establecidos por los países importadores. Al mismo tiempo, existen afirmaciones no comprobadas hechas por la competencia y organizaciones ambientales no gubernamentales (ONG) con relación a temas ambientales como la destrucción de bosques primarios para establecer plantaciones de palma de aceite. Para enfrentar estos temas, el cultivador debe hacer énfasis en que la expansión de la palma de aceite en Malasia, en la última década, se realizó principalmente reemplazando viejas plantaciones de caucho, cacao y coco (Tabla 5).

Tabla 5 Cambios en áreas de plantaciones de cultivos arbóreos (millones de hectáreas)

Año	Palma aceite	Caucho	Cacao	Coco	Total
1990	1.984	1.823	0,416	0,315	4.538
2000	3.377	1.430	0,078	0,108	4.993

Fuente: Chan (2002a).

Tabla 6 Estado de los bosques, cultivos arbóreos y parques en Malasia (millones de hectáreas)

Año	Bosque	Cultivo arbóreo	Parques	Total
1990	18,24	4,60	1,50	24,34 (74,07)
2000	20,20	4,80	1,83	26,83 (81,65)

Nota: Cifras en paréntesis significan % de área total de 32,86 millones de hectáreas en Malasia.
Fuente: Chan (2002a).

La Tabla 6 se incluye aquí para refutar las afirmaciones no corroboradas hechas por la competencia, ONG y países importadores preocupados por el ambiente en el sentido de que Malasia destruye sus bosques primarios para cultivar palma de aceite. Se debe afirmar categóricamente que Malasia, que es una de las doce mega biodiversidades del mundo, está aquí para proteger los bosques.

Tabla 7 Áreas sembradas en oleaginosas

Cultivo	Producción (miles t)	Aceite/ha/año (t)	Área (millones hectáreas)	%
Soya	25.483	0,46	55.398	63,48
Girasol	9.630	0,66	14.591	16,72
Colza	14.237	1,33	10.704	12,26
Palma	21.730	3,30	6.563	7,52

Fuente: Chan (2002a).

Cuando se hace un examen de la industria palmera malaya en relación con el área forestal, según la Tabla 6, el área sembrada permanece bien dentro del área asignada de 6 millones de hectáreas para agricultura y tres plantaciones, bajo el Plan agrícola nacional (NAP3) 2000-2010. De hecho, el área forestal ha mejorado debido a la reforestación del 74% en 1990 y 76% en 2000. Junto con las áreas reservadas como parques nacionales y santuarios de biodiversidad, la cubierta forestal supera 80% del área total de 32,86 millones de hectáreas en Malasia.

Debido a la alta productividad de la palma de aceite, a pesar de la tendencia a incrementar el área sembrada en palma de aceite a escala mundial, en la actualidad el área sembrada en palma de aceite es de 6,56 millones de hectáreas (7,52%), un área relativamente pequeña comparada con otras oleaginosas. La relación aceite/área de la palma es aproximadamente ocho veces menor que la de la soya (63,48%) como se muestra en la Tabla 7.

Los países importadores de aceite de palma se beneficiarán al poder usar las áreas dedicadas al cultivo de la soya para producir otros alimentos más importantes o reforestar para ganar créditos de carbono por su secuestro. El agrobosque de palma de aceite es un eficiente secuestrador de dióxido de carbono. Con base en el área sembrada en 2000 y el perfil de

edad, el carbono secuestrado ese año, como se muestra en la Tabla 8, fue de aproximadamente 90 millones de toneladas.

Panorama del aceite de palma en Malasia

El mercado mundial de aceites y grasas depende de la industria palmera malaya como un importante componente. El aceite de palma también es importante en la economía nacional en general y en el sector agrícola en particular. La industria no puede depender de manera indefinida de la generación de un suministro permanente de aceite de palma al mercado mundial a través de la expansión del área sembrada. Para poder continuar como el mayor proveedor mundial de aceites y grasas, debe esforzarse en incrementar la productividad.

En el 2001, el área sembrada en palma de aceite en Malasia ocupaba 58% de las 6.075 millones de hectáreas designadas para la agricultura (NAP3, 1998-2010). Del área total sembrada en palma de aceite, aproximadamente 60% pertenecen al sector privado. En la actualidad, la industria da empleo un poco más de la mitad de los 1.399 millones de trabajadores agrícolas. Además de este beneficio socioeconómico, la industria palmera ha generado cerca de RM 19, RM 14 y RM 16 mil millones en divisas en 1999, 2000 y 2001, respectivamente.

Ahora la industria está bien diversificada. Además de las grandes plantaciones y pequeños propietarios existen plantas de procesamiento de aceite y palmiste, oleoquímicos y comercializadoras bien establecidas. Malasia exporta más del 90% de sus productos procesados de palma para usos comestibles y no comestibles.

Ese país también se está expandiendo en la cadena de derivados y

Tabla 8

Estimado de carbono fijado por palma de aceite (t/ha/año) en 2000

Grupos de edad (año)	Biomasa(t/ha)	Carbono(t/ha)	Área sembrada (10 ³ ha)	Total carbono (10 ⁶ t)
1 - 3	14,5	5,80	434,9	2.522
4 - 8	40,3	16,12	1.061,6	17.113
9 - 13	70,8	28,32	581,0	16.455
14 - 18	93,4	37,36	570,9	21.327
19 - 24	113,2	45,28	466,1	21.104
25 & above	102,5	41,00	262,3	10.753
Total		-	3.376,7	89.274

Fuente: Chan (2002b).

productos terminados de pulpa, papel, aglomerados, aglomerados de densidad media, muebles, biocombustibles, etcétera. El aceite de palma se puede usar directamente como combustible o para convertir en biocombustible líquido como el biodiesel. Aún el biogás de los pozos de efluentes se puede usar para generar energía y electricidad para suministrar a la red eléctrica nacional.

Los aceites de palma y de palmiste y la torta de palmiste se han incrementado de manera constante durante los últimos doce años, gracias al aumento en el área sembrada, como se muestra en la Tabla 9.

El estancamiento comenzó a finales de los ochenta. Cuando los cuatro parámetros de rendimiento para racimos de fruta fresca, aceite crudo de palma, aceite crudo de palmiste y torta de palmiste por hectárea se comparan a lo largo de los doce años, muestran un claro estancamiento en cada uno de los cuatro parámetros, como se muestra en la Tabla 10.

Como una comparación, los rendimientos de las tres oleaginosas más importantes durante los últimos doce años se muestran en la Tabla 11. Los rendimientos de soya y colza han aumentado de manera constante, mientras que el girasol parece estar estancado.

Tabla 9

Área sembrada y producción de aceite de palma y palmiste en Malasia

Año	Área (ha)	Aceite de palma crudo(t)	Aceite de palmiste (t)
1990	2.029.464	6.094.622	827.233
1991	2.094.028	6.141.353	782.133
1992	2.197.660	6.373.461	811.978
1993	2.305.925	7.403.498	965.677
1994	2.411.999	7.220.631	978.143
1995	2.540.870	7.810.546	1.036.538
1996	2.692.286	8.385.886	1.107.045
1997	2.893.089	9.068.728	1.164.697
1998	3.078.116	8.319.682	1.110.745
1999	3.313.393	10.553.918	1.338.906
2000	3.376.664	10.842.095	1.384.685
2001	3.499.012	11.803.785	1.531.922

Fuente: Estadísticas de aceite de palma de Malasia (1999); MPOB (2001).

Identificación de posibles factores que afectan el rendimiento

La industria palmera en Malasia debe superar el problema del estancamiento en rendimientos por hectárea. Para elevar los rendimientos por encima de los niveles actuales, la industria debe siempre identificar los factores que lo afectan.

Para la identificación de factores que afectan el rendimiento, se debe reconocer que la producción de aceite por hectárea depende en primer lugar del material sembrado, ya sean clones o material convencional. Aparente-

Tabla 10 Rendimientos de racimos de fruta fresca (RFF), aceite de palma crudo (ACP), aceite de palmiste (AP) y torta de palmiste (TP) (t/ha)

Año	RFF	ACP	AP	TP	Total (ACP+AP+TP)
1990	18,53	3,64	0,50	0,60	4,74
1991	17,85	3,48	0,45	0,56	4,49
1992	17,83	3,43	0,45	0,56	4,42
1993	20,26	3,78	0,52	0,64	4,94
1994	18,42	3,43	0,47	0,58	4,48
1995	18,93	3,51	0,48	0,60	4,59
1996	18,95	3,55	0,48	0,58	4,61
1997	19,10	3,63	0,48	0,58	4,69
1998	15,98	3,02	0,39	0,47	3,88
1999	19,26	3,58	0,46	0,57	4,61
2000	18,33	3,46	0,45	0,56	4,47
2001	19,14	3,66	0,47	0,58	4,71

Fuente: Estadísticas de aceite de palma de Malasia (1999); MPOB (2001).

Tabla 11 Rendimiento de tres oleaginosas importantes 1990-2000 (t/ha)

Año	Soya	Colza	Girasol
1990	1,84	1,29	1,41
1991	1,93	1,39	1,38
1992	1,97	1,38	1,30
1993	2,07	1,29	1,23
1994	1,93	1,34	1,14
1995	2,22	1,33	1,25
1996	2,04	1,42	1,24
1997	2,10	1,41	1,23
1998	2,29	1,42	1,21
1999	2,24	1,46	1,22
2000	2,18	1,57	1,17

Fuente: Oil World (2000).

mente no existe un estímulo estratégico para poner en marcha la explotación de máximo rendimiento a un nivel más amplio con mayor aceptación por parte de la industria (Chan, 1999).

La explotación del máximo rendimiento involucra muchas variables, y sus interacciones, en un sistema multidisciplinario que se esfuerza por dar el rendimiento más alto posible para un suelo y clima determinados. En lotes experimentales, se han obtenido cifras hasta de 46 t/ha/año

RFF o de aceite de 8,74 t/ha con 19% de tasa de extracción (Corley, 1985; Qoi *et al*, 1990). Se requiere una perspectiva holística y esto es de vital importancia si la industria quiere redescubrir los ingredientes necesarios para obtener altos rendimientos.

Esta aproximación de sistemas para la obtención de alta producción no es nueva y últimamente ha ganado importancia. Algunas publicaciones recientes sobre el tema de aproximación de sistemas afirman que los problemas de la industria palmera están asociados con tecnologías de manejo (Chan, 1998), mejoramiento genético (Rajanaidu *et al*, 1999), fertilizantes (Chan, 1999), protección de cultivo (Ariffin y Chan, 1999), mecanización (Ahmad *et al*, 1999) y suelos (Chan, 2000).

Para incrementar la productividad, se debe identificar el potencial genético del material de siembra para un sitio específico, conociendo sus características de precipitación, luz solar, temperatura y factores edáficos y las prácticas de manejo más significativas para maximizar la productividad. Con base en la metodología de aproximación de sistemas los siete factores más importantes son:

- Buen material de siembra seleccionado
- Aplicación de racimos vacíos (RV) a la siembra
- Optimización de tasa de fertilizantes con aplicación mecánica
- Control de plagas y enfermedades con prácticas de manejo integrado de plagas (MIP)
- Cosecha completa de palmas altas con varas de aluminio livianas y recuperación de frutos sueltos
- Renovación
- Administración regresando a las cosas básicas.

Para cada uno de los siete factores se deben hacer dos preguntas:

- **Mejoramiento genético:** ¿Ha alcanzado la industria el potencial de rendimiento de los materiales de siembra? ¿A pesar de los buenos materiales de siembra, se ha descuidado la estricta selección de plántulas sanas?
- **Aplicación de RV a la siembra:** ¿Se han tenido en cuenta los beneficios de una madurez temprana y altos rendimientos con la aplicación de RV al trasplante? ¿Saben los cultivadores que la demora en la aplicación de RV impide la realización de los beneficios?
- **Manejo de nutrientes:** ¿Ha descuidado la industria los niveles de fertilidad del suelo que se pueden mantener eficientemente a través de medios mecánicos? ¿Saben los cultivadores que además de las cantidades correctas de fertilizantes recomendadas, debe existir un correcto balance entre ellos?
- **Problemas de plagas:** ¿Ha descuidado la industria las pérdidas causadas por plagas y enfermedades? ¿Saben los cultivadores que usando un manejo integrado de plagas (bio-pesticidas) se reduce el uso de pesticidas?
- **Cosecha de palmas altas y recuperación de frutos sueltos:** ¿Saben los cultivadores que la dificultad de cosechar palmas altas y podas tardías puede causar que no se cosechen 15% - 25% de las palmas altas? ¿Sabe el valor de la cosecha recuperable?

Renovación: ¿Saben los cultivadores que renovar con material mejorado es una buena estrategia para elevar la productividad de las plantaciones? ¿Saben los cultivadores que la renovación a gran escala puede bajar los costos de operación?

- **Administración:** ¿Existen nuevos conocimientos que la administración pueda incorporar al sistema de producción? ¿Siguen los cultivadores "caminando el campo"?

Mejoramiento genético y selección

Los rendimientos de los materiales de siembra han venido mejorando con cada ciclo de reproducción. Esto se muestra en la Tabla 12. Durante las últimas cuatro décadas se ha progresado en cuanto al mejoramiento del rendimiento.

Según la Tabla 12, se puede decir que no es probable que el estancamiento del rendimiento se deba a los nuevos materiales de siembra disponibles en el mercado. Sin embargo, la buena procedencia no necesariamente significa buenos rendimientos si las técnicas de vivero se han descuidado. Ya que los ensayos de mejoramiento evalúan tanto la parte genética como la de manejo, es importante identificar y remover todas las plántulas indeseables.

Aún un vivero bien manejado tendrá un porcentaje de plántulas indeseables y es necesario comprobar que se siembren las mejores plántulas. El descarte de plántulas indeseables puede llegar a 30% de las semillas sembradas. Aunque esta cifra se puede considerar relativamente alta, es peor que una selección menos estricta resulte en palmas anormales de rendimientos bajos sembradas en el campo. Por tanto, las prácticas culturales adecuadas en el vivero desde la germinación de la semilla hasta el trasplante se deben monitorear con sumo cuidado. Con el fin de asegurar una alta producción, la MPOB ha iniciado una campaña nacional para certificar viveros que adopten altos estándares de prácticas agronómicas en la producción de plántulas.

Tabla
12

Rendimiento del material de siembra reportado por varios productores de semilla en Malasia

Material de siembra	Año siembra	Rendimiento de RFF (t/ha/año)	A/R (%)	Ren. aceite (t/ha/año)	Fuente
DxDxCI/UA C/SP	1962	22,6	21,9	4,9	Lee y Toh (1991)
DxDxAVROS	1964	31,0	23,5	7,3	Lee y Toh (1991)
DxDxAVROS	1968	31,1	22,1	6,9	Lee y Toh (1991)
DxDxAVROS	1970	31,6	24,2	7,6	Lee y Toh (1991)
DxDxDY-AVROS	1979	33,3	25,8	8,6	Lee y Toh (1991)
DxDxAVROS	1979	34,5	25,8	8,9	Lee y Toh (1991)
DxDxYangambi	1988	35,1	26,0	9,5	Sharma y Tan (1991)
DxDxYangambi	1991	34,8	31,1	10,8	Chin y Shuhaimi (2000)
DxDxNigeria	1991	36,1	31,9	11,5	Jalani (1999)

Fuente: Jalani *et al.* (2001).

Aplicación de racimos vacíos al momento de la renovación

Los racimos vacíos han demostrado ser la fuente preferida de materia orgánica debido a su capacidad de mejorar el crecimiento y rendimiento de las palmas recién trasplantadas. Existe gran cantidad de literatura sobre los efectos benéficos de la aplicación de RV como cobertura del suelo. El rendimiento y crecimiento de las palmas en presencia de cobertura de racimos vacíos aplicados a la siembra fueron superiores a los registrados por tratamientos con fertilizantes inorgánicos. La respuesta obtenida con estos fertilizantes no fue tan buena como la respuesta a la aplicación de RV como cobertura.

El significativo incremento en crecimiento y rendimiento con la aplicación de RV al momento de la siembra reduce el período de inmadurez entre cinco y ocho meses (Lim y Chan, 1989). Los resultados de la aplicación de RV seis a ocho meses después del trasplante no fueron tan espectaculares. Se debe aplicar entre 30 y 40 racimos en dos anillos concéntricos en la base de la palma recién trasplantada. La incorrecta aplicación hace que el proceso sea poco efectivo ya que los nutrientes, especialmente K, estarán disponibles para las palmas dentro de las primeras

seis semanas de la aplicación — demasiado rápido para que las palmas puedan absorberlos.

Manejo de nutrientes y aplicación mecánica de fertilizantes

Como se mencionó, durante la última década, hubo un reemplazo masivo de áreas de caucho, cacao y coco por palma de aceite. Esto invariablemente pone la palma de aceite en suelos pobres y marginales además de una topografía desfavorable. Por ejemplo, se ha reportado que en las 852.566 hectáreas de Felda, de las cuales 644.601 hectáreas están cultivadas de palma, hay 332.645 hectáreas en plantaciones de Felda y 311.956 bajo colonización. En las áreas colonizadas, 144.280 hectáreas (58,6%) están clasificadas como de buenos suelos, mientras que 82.198 (33,3%) son marginales y 20.069 (8,1%) son suelos pobres (Khamis, 2002).

La eficiente fertilización del cultivo y manejo de nutrientes son parte integral de la producción de altos rendimientos. Además de suministrar los niveles correctos de N, P, K Mg y de elementos menores como B, es importante que exista un balance adecuado de nutrientes.

Al planear un sistema de producción, es crítico mirar a los requerimientos

totales de nutrientes y elaborar un plan de manejo que cumpla con estos requerimientos. Por ejemplo, la aplicación de K no depende únicamente de satisfacer los requerimientos de K también se debe considerar la interacción con otros nutrientes. El sinergismo entre los nutrientes esenciales puede elevar los rendimientos mucho más que cuando se aplican por separado. Otro punto importante es no extraer los nutrientes del suelo especialmente P. Se debe tratar de mantener la fertilidad del suelo. Es fácil perder una cosecha reduciendo los fertilizantes debido a los bajos precios de los productos de la palma u otros factores económicos. La industria debe ser cuidadosa en construir y mantener la fertilidad del suelo.

La clave del éxito radica en la diligencia del cultivador para observar el suelo y el cultivo, reuniendo información, revisando el plan y los detalles. El sistema de producción se está ajustando continuamente y los cultivadores están de manera constante buscando el siguiente factor limitante que debe ser eliminado. Para este fin, la MPOB ha refinado el software para diagnóstico de fertilizantes y recomendaciones, llamado Sistema de nutrición eficiente en palma de aceite (Opens por sus iniciales en inglés). El sistema Open, desde su introducción hace cuatro años, ha sido validado y verificado por varias plantaciones. Esto es alentador y más compañías han pedido participar en la validación.

La fertilización constituye el costo más alto del cultivo y es esencial para mantener el rendimiento. Debido a la escasez de mano de obra, se usa la aspersión mecánica. El uso de aplicación mecánica con cargadores de media tonelada se ha generalizado en las plantaciones. Los altos rendimientos son resultado del conocimiento del papel que desempeña el

uso de fertilizantes, variedades mejoradas y programas de cosecha más intensos bajo un manejo de aproximación de sistemas.

Plagas y problemas

Como los rendimientos no han aumentado cuando se espera que lo hagan, no se han tenido en cuenta las pérdidas debidas a plagas y enfermedades. Aunque estos problemas no son muy grandes a escala nacional, pueden limitar los rendimientos en áreas localizadas con sus brotes esporádicos, por ejemplo, gusanos canasta, *Ganoderma*.

La industria siempre ha buscado alternativas no químicas para el uso de pesticidas, por ejemplo, el empleo de lechuzas para controlar ratas y de insectos *syncanus* para controlar gusanos canasta. Más recientemente, la investigación sobre biocidas se ha incrementado. La investigación sobre el uso del hongo *Metarhizium anisopliae* para control de *Oryctes rhinoceros* y el virus *Oryctes* para reducir la población de escarabajos rinoce-ronte son ejemplos del nuevo trabajo. Los hongos *Tñchoderma* y *Arbuscular mycorrhizal* (AM) son investigados por su efectividad contra *Ganoderma*. Otros microbios pueden ser seleccionados para competir con patógenos como *Ganoderma* (Jackson, 2002). Para tener éxito como biocidas, estos organismos deben ser capaces de colonizar las palmas y prevenir infecciones causadas por los patógenos. Aunque el uso de estos biocidas apenas comienza, tienen gran potencial para enfrentar en forma segura los retos que presentan las plagas y enfermedades, desde el punto de vista económico y ambiental.

Cosecha de palmas altas

La disminución del rendimiento en áreas de palmas altas se debe en gran parte a la no cosecha de racimos que

Tabla 13 Edad de las palmas en los últimos 25 años

Período	Área (ha)	1-3 años	4-8 años	9-13 años	14-18 años	19-24 años	>25 años
1975-79	786.009	33,52	42,30	14,73	8,29	1,16	N/D
1980-84	1.179.454	22,21	40,10	21,55	9,85	6,29	N/D
1985-89	1.701.413	16,23	35,72	24,42	14,93	7,30	1,40
1990-94	2.207.815	112,84	34,12	19,77	18,70	13,05	1,50
1995-99	2.903.694	13,36	30,04	21,42	15,07	16,87	3,24
2000	3.376.664	15,39	28,89	17,22	16,92	13,81	7,77

Nota: N/D = No disponible.

Fuente: Jalani et al. (2001).

están más allá del alcance de las varas de cosecha normales. La cantidad de palmas no cosechadas varía entre 15 y 25% del total. Mientras la MPOB desarrolla una máquina cosechadora apropiada, muchas compañías privadas, junto con la MPOB, han desarrollado diferentes tipos de varas de cosecha. Básicamente son varas telescópicas de aluminio fáciles de manejar, y tienen ventajas comparadas con las varas convencionales. El aumento en la productividad del cosechador ha ayudado a las plantaciones a incrementar la producción, cosechando áreas que antes se dejaban sin cosechar. En cuanto a la recolección de frutos sueltos, se trabaja en la mecanización de la operación y se han investigado varios diseños de máquinas para un operador.

Renovación

El Grupo nacional de trabajo para productividad establecido en 2001 para superar el problema del estancamiento de la productividad identificó el incremento gradual en palma durante 25 años, como se muestra en la Tabla 13.

Ha habido un incremento gradual en el porcentaje de palmas viejas en cada período de cinco años. Para el 2000, un total de 21,58% de las áreas sembradas tenían palmas de 19 años y más. Palmas de más de 25 años llegaron a la cifra récord de 7,7%. Los

problemas que crean las palmas altas se discutieron anteriormente. Estas áreas se deben renovar con urgencia. Se deben introducir nuevos y mejores materiales de siembra y clones. Esto significa que debe haber un programa de renovación. Las palmas altas poco rentables se deben reemplazar y experiencias recientes han mostrado que los buenos precios atrasan el plan de renovación. Para superar el estancamiento de los rendimientos debe existir un programa de renovación a largo plazo que se debe seguir con sentido estricto.

Administración

Las innovaciones en administración se pueden describir como cambios en mecanización, agronomía, control de plagas y comunicación. Esta última ha venido ganando importancia. Las mejoras en equipos han dado como resultado mayor eficiencia administrativa y de manejo. La agricultura de precisión permite la realización oportuna de operaciones agrícolas como la mejor aplicación y localización de fertilizantes, pesticidas, siembra y renovación.

La rápida transmisión de consejos técnicos e información permite la oportuna aplicación de la tecnología. Se asume que los efectos combinados de las herramientas modernas y la información tendrán un efecto positivo en los rendimientos.

Regreso a las cosas básicas: desarrollo de un marco de trabajo reproducible para obtener altos rendimientos

Con base en la aproximación de sistemas, existen cinco requerimientos para que la industria retome el camino para lograr altos rendimientos:

- Primero, como lo señaló Michael Porter (1990) en su libro *Ventajas competitivas de las naciones*, se afirma que la competitividad nacional depende de la fortaleza de sus sistemas nacionales de innovación.

Por tanto, la industria palmera, con los centros de investigación e instituciones públicas y privadas (que están entre las mejores del mundo), deben asegurarse de fortalecer el Sistema nacional de innovación establecido. Esto permitirá a los cultivadores continuar actualizando el uso de información científica. La información más reciente se debe tomar con base en tres niveles de la compañía, nacional e internacional. La administración debe incorporar estos tres dominios del conocimiento y tecnología en las políticas agrícolas de la plantación.

- Segundo, como la sabiduría nace de la experiencia, la mayor fortaleza de la industria es la sabiduría acumulada para sobrevivir a los cambios climáticos y económicos. Hoy en día, la supervivencia requiere encarar los retos ambientales, la seguridad alimentaria y los problemas de salud.

De tradición, la supervivencia es parte de la agricultura sostenible. Por ejemplo, algunas plantaciones desarrollan indicadores para la agricultura sostenible y en una compañía se han identificado diez áreas clave (Rushworth, 2002) que son: fertilidad y sanidad del suelo,

pérdida de suelo, nutrientes, manejo de biodiversidad, valor de producto, agua, capital social y economía local.

La fertilidad y sanidad del suelo incluye la aplicación de RV para reciclaje de nutrientes y evitar la compactación del suelo. La construcción de terrazas y cobertura de leguminosas ayuda a reducir la pérdida de suelo en el campo mientras que en el vivero el uso de la fibra en bolsas plásticas mejora y facilita el manejo del suelo y el agua. En cuanto a manejo de plagas, la aplicación del manejo integrado de plagas como el uso de lechuzas para control de ratas, biocidas como *Metarhizium* y virus *Oryctes* para controlar la larva del escarabajo rinoceronte son útiles. Para conservar la biodiversidad, se pone en marcha el uso de diversidad genética, franjas de vegetación nativa y áreas de conservación natural.

Para valor de producto, los desechos se reciclan y para energía, se usa la fibra y las cáscaras como fuente renovable de combustible. En cuanto al agua, se deben establecer sistemas de manejo de nivel freático y drenaje y el área de reservorios se debe mantener inalterada. Para el capital social y humano, se debe hacer énfasis en el alojamiento de los trabajadores, lugares de oración, y centros recreacionales. Sin duda, la plantación contribuye de manera significativa a la economía local dando empleo y generando consumo.

En la actualidad, los indicadores pueden estar confinados a una compañía en particular, pero se espera que tengan una aceptación y aplicación más amplia en la arena internacional. Lograr altos rendimientos requiere cuidadosa atención a los requerimientos agrónó-

micos y nutritivos del cultivo. Aunque los cultivadores tienen muy poco control sobre la variabilidad en las condiciones ambientales, pueden adoptar estrategias que aseguren una producción óptima. Las investigaciones futuras deben enfocarse en el desarrollo de sistemas administrativos que provean condiciones óptimas para maximizar los rendimientos. Un área importante es la alta demanda por nutrientes extraídos en la cosecha y los planes de manejo de nutrientes deben considerar estas diferencias en requerimientos de nutrientes y asegurar su balance para mantener la productividad.

Tercero, lo que muchos cultivadores malayos no han experimentado y omiten de la sabiduría fundamental es el proceso de infusión de nuevos conocimientos que fortalezcan sus capacidades y provean una visión más amplia de la sabiduría que sostiene la agricultura.

Por tanto, regresar a las cosas básicas es obtener la más reciente información y saber qué significa y cómo los cultivadores la pueden usar para mejorar los rendimientos. Regresar a las cosas básicas significa obtener información científica, adoptarla y ponerla en marcha. Por lo general, la nueva información para su aplicación viene acompañada de nuevos equipos y herramientas para satisfacer las necesidades agronómicas, económicas y ambientales para incrementar la productividad y sostener el desarrollo futuro de la palma de aceite

Cuarto, regresar a las cosas básicas significa redescubrir el marco analítico para innovación en las plantaciones. Dicho marco fue en particular fuerte entre los sesenta y ochenta cuando la industria se expandió con rapidez superando

muchos problemas que surgieron de las diferencias en suelos y condiciones locales.

En la aproximación de sistemas, existen claros desarrollos concurrentes de los manejos específicos del sitio y de componentes de calidad. En los procesos de desarrollo de tecnología, las tres áreas clave que deben ser cubiertas son la adecuada experimentación, ampliación de recursos tecnológicos y eficiente asignación y distribución de estos recursos tecnológicos a los cultivadores en los diferentes niveles administrativos para su puesta en marcha e innovación.

Siempre ha sido evidente que hay mucha evolución de talentos en el trabajo. Los procesos de innovación por lo general se distribuyen en dos frentes. Uno es la parte tangible representada en equipos, hardware y software junto con la propiedad intelectual tangible representada en patentes, copyright, marcas etcétera; y otro es la parte intangible como destrezas, habilidades, conocimiento y creatividad representado en la gente. La creación de tangibles e intangibles se hace de manera sistemática. Los tangibles se crean a través de seminarios, talleres, demostraciones, días de campo, mientras que los intangibles se crean con el tiempo a través de enseñanza y entrenamiento. Por ejemplo, el desarrollo de capacidades técnicas se hace después de una educación formal en institutos de aprendizaje, en la compañía a través de enseñanza o experiencia práctica. Aprender "usando" es adquirir el conocimiento utilizando una determinada tecnología, mientras que aprender "haciendo" es adquirir el conocimiento realizando las actividades durante la puesta en marcha de los últimos hallazgos de investigación y desarrollo.

- Finalmente, para regresar a las cosas básicas se debe hacer énfasis en que el funcionamiento de un sistema de innovación se mide por la efectividad de su utilización, por el recurso humano y el proceso de creación en los campos supervisados por personal entrenado.

Por tanto, ningún equipo electrónico para diagnóstico de campo o nuevos equipos desarrollados, por ejemplo, en agricultura de precisión para uso en manejo de nutrición, monitoreo de clima o medida de calidad de suelo, eliminará la importancia del trabajo de campo. Caminar los campos para examinar sus condiciones y recomendar cambios para mejorar los rendimientos es de vital importancia para mejorar la productividad.

Conclusión

Un factor crítico para mejorar los rendimientos en palma de aceite es el compromiso de los mismos cultivadores. Ellos deben desarrollar pasión por su trabajo y encontrar los factores que limitan el rendimiento. Deben tener una amplia gama de intereses en el cultivo, caminar los campos, revisar los implementos,

escuchar a sus compañeros y expertos contar historias exitosas bajo la sombra de una palma. Se deben también ver videos sobre cómo lograr altas producciones y discutir los sistemas que emplean. Estos expertos cultivadores usarán los nuevos descubrimientos de la investigación. Aprenderán cómo manejar mejor la variabilidad del suelo para satisfacer las necesidades del cultivo con nutrientes balanceados, para la aplicación óptima tanto de los fertilizantes orgánicos como inorgánicos. Deben manejar en forma responsable los recursos disponibles para mantener los altos rendimientos.

Para sobrevivir en la era del conocimiento estos cultivadores aprovecharán las tecnologías emergentes y las combinarán con la ciencia comprobada para aumentar aún más el rendimiento. La respuesta obvia es elevar el rendimiento por unidad de área y hacerlo más rentable bajando los costos de producción y al mismo tiempo mejorando la protección ambiental. Finalmente, se debe estimular a la nueva generación de investigadores y cultivadores para mantener vivo el reto de los altos rendimientos.

Bibliografía

- AHMAD, H.; ARIFFIN, D.; CHAN, K.W. 1999. Systems approach to mechanization. Proceedings of the 1999 Porim International Palm Oil Congress - Emerging Technologies and Opportunities in the New Millennium (Ariffin, D.; Chan, K.W.; Sharifah, S.R.S.A. eds.). Porim, Bang. p. 325-326.
- ARIFFIN, D.; CHAN, K.W. 1999. Systems approach to crop protection in oil palm. Proceedings of the 1999 Porim International Palm Oil Congress - Emerging Technologies and Opportunities in the New Millennium (Ariffin, D.; Chan, K.W.; Sharifah, S.R.S.A. eds.). Porim, Bang. p.357-365.
- CHAN, K.W. 1998. Systems approach: a tool for modernizing management of technologies. 1998 International Oil Palm Conference - Commodity of the Past, Present and the Future (Jatmika, A.; Bangun, D.; Asmono, D.; Edy, S.S.; Pamin, K.; Guritno, P.; Prawirosukarto, S; Wahyono, T.; Herawan, T.; Utomo, T.H.; Darmosarkoro, W.; Adiwiganda, Y.T.; Poeloeongan, Z. eds.). Iopri and Gapki, Medan, Indonesia. p.164-173.
- CHAN, K.W. 1999. Systems approach in fertilizer management in oil palm. Proceedings of the 1999 Porim International Palm Oil Congress -Emerging Technologies and Opportunities in the New Millennium (Ariffin, D.; Chan, K.W.; Sharifah, S.R.S.A. eds.). Porim, Bang. p. 171-188.
- CHAN, K.W. 2000. Soil management for sustainable oil palm management. Advances in Oil Palm Research (Yusof, B.; Jalani, B.S.; Chan, K.W. eds.). MPOB, Bang. p.371-410.

- CHAN, K.W. 2002a. Oil palm carbon sequestration and carbon accounting: our global strength. Proc. of the R&D for Competitive Edge in the Malaysian Oil Palm Industry. Paper 17. Malaysian Palm Oil Association (MPOA). 17pp.
- CHAN, K.W. 2002b. Biomass and carbon sequestration determination in oil palm: their effects on carbon reduction and removal. Paper presented at the First National Seminar on Climate Change and Carbon Accounting Held at Sirim, Selangor. 18pp.
- CHIN, C.W.; SUHAIMI, S. 2000. Felda planting materials for higher oil yields. Paper presented at Felda Agricultural Services Sdn. Bhd. Seminar held from 18-20 October 2000 in PPP Tun Razak Jerantut, Pahang. 5pp.
- CHEW, J.H.; GAN, L.T.; CHEW, O.K.; YEOH, O.T. 1996. Mechanically assisted in field collection (MAIC) - Sime Darby's approach and experiences. Proceedings of the 1996 Porim International Palm Oil Congress, p. 280-293.
- CORLEY, R.H.V. 1985. Yield potentials of plantation crops: potassium in agricultural systems of humid tropics. Proceedings of the 19th Colloquium International Potash Institute. Bangkok, Thailand. p. 6 1-80.
- JACKSON, T.A. 2002. Commercial potential of microbial-based biopesticides in pest and disease control. Paper presented at the Seminar of the 22nd Programme Advisory Committee (PAC) meeting held on 4 April 2002. MPOB, Bangi. 3pp.
- JALANI, B.S. 1999. Research and development on the oil palm towards the next millennium. 1998 International Oil Palm Conference - Commodity of the Past, Present and the Future (Jatmika, A.; Bangun, D.; Asmono, D.; Edy, S.S.; Pamin, K.; Guritno, P.; Prawirosukarto, S.; Wahyono, T.; Herawan, T.; Utomo, T.H.; Darmosarkoro, W.; Adiwiganda, Y.T.; Poeloeongan, Z. eds.). Iopri and Gapki, Medan, Indonesia, p. 93-109.
- JALANI, B.S.; CHAN, K.W.; RAJANAIDU, N. 2001. Oil palm yield - has it reached a plateau? Paper presented at the 2001 Pipoc International Palm Oil Congress. MPOB, Bangi. 11pp.
- KHAMIS MOHD SOM, 2002. Sustaining Felda oil palm schemes productivity. Paper presented at the Seminar on Elevating the National Oil Palm Productivity. 6-7 May 2002, MPOB, Bangi. 17pp.
- LEE, C.H.; TOH, P.Y. 1991. performance of Golden material. The Planter, 47:.. Yield Hope DxP planting p.317-324.
- LIM, K.C.; CHAN, K.W. 1989. Towards optimizing empty fruit bunches application in oil palm. Proceedings of the 1989 Porim International Palm Oil Development Conference. Porim, Bang. p. 235-244.
- MALAYSIAN OIL PALM STATISTICS, 1999. 19th Edition. Porla, Kelana Jaya. 122pp.
- MPOB, 2001. Annual statistics. <http://mpob.gov.my>
- OIL WORLD, 2000. Statistics of production of oil seed crops.
- OOI, S.H.; WOO, Y.C.; LENG, K.Y. 1990. Yield optimization and conservation in tree crop agriculture with special reference to oil palm and cocoa. Proceedings of the International Conference on Tropical Biodiveristy in Harmony with Nature. Malaysian Nature Society, Kuala Lumpur, p. 501-509.
- RAJANAIDU, N.; KUSHARI, A.; JALANI, B.S. 1999. Systems approach to the management of oil palm breeding and biotechnology. Proceedings of the 1999 Porim International Palm Oil Congress - Emerging Technologies and Opportunities in the New Millennium (Ariffin, D.; Chan, K.W.; Sharifah, S.R.S.A. eds.). Porim, Bang. p. 79-89.
- RUSHWORTH, M. 2002. sustainable agriculture: an update on Unilevers' blueprint. Proceedings of the R&D for Competitive Edge in the Malaysian Oil Palm Industry. Paper 18, Malaysia Palm Oil Association (MPOA). 8pp.
- RUSHWORTH, M. 2002. sustainable agriculture: an update on Unilevers' blueprint. Proceedings of the R&D for Competitive Edge in the Malaysian Oil Palm Industry. Paper 18, Malaysia Palm Oil Association (MPOA). 8pp.
- SHARMA, M.; TAN, Y.P. 1996. An overview of oil palm breeding and the performance of DxP planting materials at United Plantations Berhad. Proceedings of the Oil Palm Planting Material for Local and Overseas Joint Ventures (Rajanaidu, N.; Jalani, B.S. eds.). Asgard Information Services and Porim, Bang. p. 118-135.
- THIRD NATIONAL AGRICULTURAL POLICY, 1998-2010. Ministry of Agriculture, Malaysia. 265pp.
- YUSOF, BASIRON, 2001. The role of oil palm in the global supply and demand equation. Paper presented at the 72nd World Congress of the International Association of Seed Crushers, Industry Challenges for the 21st Century. 17-20 September 2001, Regent Hotel, Sydney, Australia. 20pp.