

Reciclaje de los desperdicios de fruto mediante la cobertura del suelo con los racimos vacíos*

Fruit waste recycling by mulching with empty fruit bunches

K.H. Chee y S.B. Chiu¹

RESUMEN

Los fertilizantes minerales para la palma de aceite pueden ser sustituidos por la cobertura del suelo con los racimos vacíos o raquis. La aplicación mecánica de raquis es ideal, pero involucra un nivel más alto de organización y costo. En plantaciones donde hay mano de obra disponible, la distribución manual de raquis dentro de los campos ha comprobado ser práctica y económica.

SUMMARY

Mineral fertilizers for oil palm can be substituted with mulch of empty fruit bunches (EFB). Mechanical application of EFB is ideal but involves higher level of organization and cost. In plantations where labor is available, manual in-field EFB distribution has proved to be practical and cost effective.

PALABRAS CLAVES: Enmiendas del suelo, Racimos vacíos, Raquis, Transporte, Aplicación de fertilizantes, Desechos sólidos.

INTRODUCCIÓN

Por cada 100 toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) procesadas en la planta extractora se producen aproximadamente 22 toneladas de racimos vacíos o raquis que requieren ser eliminados. Las prácticas de incineración en el pasado han sido prohibidas para evitar la contaminación del aire. Los raquis son un material ideal como "mulch" para cubrir el suelo en palma de aceite, pero esto requiere organización, maquinaria y resulta más costoso para transportar y aplicar que los fertilizantes minerales. La preparación

de abono compost con raquis ofrece una alternativa para la cobertura del suelo (Gurmit 1995). Sin embargo, esto no ha sido practicado ampliamente, ya que la preparación del compost en sí involucra esfuerzo y costos adicionales.

Los raquis frescos contienen alrededor de un 65% de humedad. Sin embargo, si son prensados nuevamente para reducir el contenido de agua al 40%, son adecuados como combustible. Un hongo

*Tomado de: The Planter (Malasia) v. 75 no. 882, p. 435-442. 1999. Traducido por Fedepalma.

¹ Lyman Research Centre for Forestry and Agriculture, Lyman Agro, Wisma William Satya, Jalan Adisucipto Km. 5, Pontianak, West Kalimantan, Indonesia.

de color naranja (*Neurospora* sp.) se desarrolla rápidamente dentro de tres a cuatro días después de que los raquis son colocados en el campo, pero desaparece tres a cuatro semanas después. Luego, un hongo comestible de color blanco se puede desarrollar, seguido por otro hongo comestible. Los raquis comienzan a desintegrarse después de seis a ocho semanas. Un sinnúmero de organismos, incluidas lombrices, termitas y larvas del escarabajo rinoceronte (*Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae)) aparecieron. El escarabajo rinoceronte es una de las plagas más graves para la palma de aceite y se demora de cuatro a cinco meses para completar su ciclo de vida. Los raquis están totalmente descompuestos después de alrededor de ocho a diez meses en el campo y parecen estar bien incorporados en el suelo (Hamdan et al. 1998). La tasa de descomposición en el suelo es la misma, sin consideración de la relación C/N en los raquis si se añade una fuente de nitrógeno (normalmente urea). En su estado natural, los raquis tienen una relación de C/N de aproximadamente 60; demasiado alta para una rápida descomposición y mineralización por microorganismos del suelo.

Según Abdul Halim et al. (1990), citados por Kamarudin et al. (1997), la conversión de la biomasa de la palma de aceite (troncos talados, hojas podadas y raquis) en ciertos productos de mayor valor, es técnicamente viable. Los productos potenciales incluyen: fertilizantes, alimentos para animales, tablas reconstituidas, pulpa y papel, químicos y combustibles. La utilización de los raquis como rellenos para empaques de plástico tales como películas, bolsas, botellas y contenedores que son biodegradables, ha sido sugerida (Basuki y Purboyo 1998). Aún otra aplicación para los raquis que se encuentran bajo investigación, es la producción de material térmico aislante (Andy 1998).

APLICACIÓN DE RAQUIS

Guthrie utilizó camiones contratados para recoger los raquis de la planta extractora y descargarlos directamente en los campos designados (Abdullah et al. 1990). Debido a que los camiones contratados podían trabajar hasta por la noche, una tolva pequeña

de 4 x 10 toneladas de capacidad fue provista en la planta extractora para facilitar la evacuación. Una forma de transporte común, y quizás más barata, fue utilizando camiones que transportaron los RFF para enviar los raquis al campo, después de descargar la cosecha en la planta extractora. En vista de que esto sólo se hacía de día, una tolva de la planta extractora, de 16 x 10 toneladas de capacidad, fue proporcionada para almacenamiento durante la noche. Adicionalmente, habían dos tolvas de campo de 10 toneladas para evitar cualquier posible demora en la evacuación normal de los raquis. Por supuesto, se podían utilizar camiones tanto contratados como los de la plantación, al mismo tiempo.

Los raquis vaciados a la orilla de las carreteras del campo son cargados en remolques o minitractores para su distribución dentro de los campos, utilizando una retroexcavadora o un "grabber" montado en un tractor. En United Plantations, donde el terreno es plano, tres remolques son enganchados a un tractor para dar un total de carga útil de alrededor de 12 toneladas (Gurmit 1982). El uso que hace United Plantations de un tren liviano es singular. Cuando los raquis llegan al campo, se emplea una grúa montada en un tractor para descargarlos de las jaulas a un dispersor de racimos de tres toneladas que lleva a cabo la distribución en el campo. La cadena transportadora del dispersor es conducida por el PTO del tractor. El tractor remolca el dispersor entre las hileras, engrana el PTO y descarga los raquis a medida que se mueve hacia delante. United Plantations lleva a cabo la dispersión y nivelación de los raquis con un resorte de dientes y algunos arreglos manuales. Los raquis son aplicados sistemáticamente en una banda de una capa de grosor.

En Guthrie, la distribución de los raquis se realiza utilizando un remolque de tres toneladas enganchado a un tractor MF 135 (Lim y Chan 1989). También se utilizan minitractores y remolques. Para una distribución más rápida, los raquis son aplicados en montones de media tonelada entre las hileras de palmas. Con este método, el minirremolque se divide en dos compartimentos con volquetes en ambos lados. A medida que el tractor se mueve a lo largo del sendero de cosecha, los raquis son inclinados hacia la izquierda y hacia la derecha, según se

requiera. Los tractores y remolques están equipados con llantas de baja presión hacia el suelo para reducir la compactación de éste. Desafortunadamente, a menudo las llantas se pinchan con las espinas de la palma de aceite. Para la aplicación manual, se utilizan carretillas, camillas, o palos de "kanda".

Quizás, el método más eficiente y productivo es utilizar dos tractores y seis remolques. Un tractor se estaciona en el campo para la distribución de los raquis, mientras que el otro arrastra dos remolques, uno detrás del otro, entre la planta extractora y el campo. Este método no requiere un tractor para llevar a cabo cualquier operación de aplicación, ni permite tiempo improductivo cuando el cargador de ruedas de la planta extractora no está disponible para cargar los raquis.

COLOCACIÓN DE LOS RAQUIS

En palmas inmaduras, Sime Darby aplicó los raquis en una banda circular, cerca de la base de las palmas, durante el transplante en el campo (Loog et al. 1987). En la segunda aplicación, un año después, los raquis se aplicaron en anillos concéntricos, comenzando a un radio de alrededor de 0,5 m de la base de la palma. Posteriormente, se hicieron aplicaciones anuales de igual manera, pero el radio se extendió a 1,5 m. En palma madura, los raquis se esparcieron entre las hileras, por encima de las pilas de hojas, en bandas o en montones de media tonelada.

TASA DE APLICACIÓN

Lim y Chan (1989) aplicaron raquis en palma joven a razón de 37,5 y 75 t/ha. Los raquis se aplicaron en una sola capa y en capas dobles cuando se usaron 75 t/ha. No encontraron diferencia significativa en el crecimiento vegetativo ni en la respuesta en rendimiento entre las dos tasas. Abdullah et al. (1990) confirmaron que aplicar 37,5 t/ha/año era óptimo, en términos del retorno de nutrientes, cuando lo comparó con tasas de abono de las plantaciones. Loong et al. (1989) también confirmaron, en pruebas a largo plazo, en suelos interiores y costeros, que a

37 t de raquis/ha/año, complementadas con fertilizantes minerales, el rendimiento aumentó de 4 a 13%. Contrario a las observaciones anteriores, Hamdan *et al.* (1998) reportaron que se obtuvo un rendimiento significativamente más alto con 60 t de raquis/ha, comparadas con 30 toneladas. Aun, con 60 t/ha, los niveles de fósforo en las hojas fueron bajos. Es posible que la aplicación de 30 t/ha tenga que ser complementada con nitrógeno y fósforo.

LUGAR DE LA APLICACIÓN

La mejor aplicación de los raquis es en los suelos de colina o áreas arenosas menos fértiles para mejorar el contenido orgánico del suelo. Por razones prácticas, las consideraciones del suelo sólo pueden ser secundarias. Es más fácil implementarlas en campos dentro de los 10 km de la planta extractora, con terreno plano o suavemente ondulado y accesible fácilmente para el tractor-remolque.

MOMENTO OPORTUNO PARA LA APLICACIÓN

Lim y Chan (1989) descubrieron que el efecto sobre el crecimiento y el rendimiento fue mayor cuando se aplicaban los raquis durante el transplante en el campo. También notaron que, aunque había un aumento en el rendimiento cuando se aplicaban los raquis al comienzo de la madurez, el aumento no era significativo, comparado con los bloques donde no se aplicó.

EFECTO DE COBERTURA DEL SUELO CON RAQUIS

Goh et al. (1994) observaron que la cobertura del suelo con los raquis aumentó el rendimiento de RFF entre el 2 y el 75%, con un promedio del 13% (Tabla 1). Estas respuestas de rendimiento eran específicas de un lugar, como se puede observar en la Tabla 1, por una amplia gama de respuestas en suelos de la serie Malacca.

Tabla 1. Efecto de la cobertura del suelo con racimos vacíos sobre los rendimientos de palma de aceite en Malasia

TIPO DE SUELO	TAXONOMÍA DEL SUELO	RENDIMIENTO DE RFF (t/ha/AÑO)		
		SUELO CUBIERTO	SUELO SIN CUBRIR	% DE DIFERENCIA
Malacca	Gibbsiorthox Típico	20,18	19,50	3,49
Malacca	Gibbsiorthox Típico	16,45	17,61	-3,77
Malacca	Gibbsiorthox Típico	9,91	9,69	2,23
Malacca	Gibbsiorthox Típico	25,58	22,54	13,46
Malacca	Gibbsiorthox Típico	19,25	10,98	75,30
Seremban	Tropudult Ortóxico	28,28	24,98	13,20
Prang	Acrorthox Háptico	16,68	13,23	26,05
Durian	Plinthudult Típico	11,34	9,72	16,70
Rengam	Paleudult Típico	15,28	14,84	2,90
Rengam	Paleudult Típico	25,25	23,59	7,00
Rengam	Paleudult Típico	29,01	26,97	7,60
Lunas	Tropaquult Óxico	22,90	18,60	23,10
Akob	Tropaquept Típico	30,90	26,60	16,20
Briah	Tropaquept Típico	26,70	24,40	9,40
	Promedio	21,30	18,80	13,30

Fuente: Goh et al. (1994).

La cobertura del suelo con los raquis reemplaza algunos de los costosos fertilizantes inorgánicos. La aplicación de los raquis produce un crecimiento de las palmas y un rendimiento superiores, cuando se compara con la aplicación de fertilizantes químicos. El aumento en el rendimiento se debe a un mayor número de racimos y peso de éstos, siendo más significativo el número de racimos (Hamdan et al. 1998). La cobertura del suelo con los raquis mejora la captación de nutrientes. (Khoo y Chew 1979; Gurmit et al. 1998), La aplicación durante la siembra en el campo proporciona los mejores beneficios agronómicos para las palmas, mediante el mejoramiento de propiedades físico-químicas del suelo, la humedad del suelo, la densidad y el crecimiento de las raíces y reducción del lavado de la superficie, la lixiviación y la temperatura de la superficie del suelo. Parece ser que los fertilizantes inorgánicos en sí no pueden lograr la cantidad de respuestas positivas obtenidas con la aplicación de raquis. Otra ventaja es que la cobertura del suelo con los raquis ayuda a suprimir el crecimiento de malezas en los círculos de las palmas jóvenes.

Gurmit et al. (1990) obtuvieron un 23% de aumento en el rendimiento de palmas de aceite de cinco años de edad, después de la aplicación de raquis a razón de 1 t/palma/año sobre la abonada normal de la plantación con fertilizantes inorgánicos.

En una publicación más reciente, Gurmit (1995) obtuvo resultados experimentales para demostrar que en suelos del interior el aumento en el rendimiento por medio de la aplicación de fertilizantes inorgánicos vacilaba entre el 7 y 75%, mientras que en suelos costaneros fue entre 4 y 36%. Asumiendo un rendimiento promedio de RFF de 22 t/ha/año y una mejora del 15% en producción debido a la cobertura del suelo, daría un rendimiento de 25,3 toneladas, y esto da retornos netos sobre la inversión de RM558,00 por hectárea. Lim y Chan (1989) observaron que el rendimiento promedio aumentó

tanto como un 75% y el período de inmadurez se redujo varios meses. El aumento en el rendimiento fue evidente desde el primer año de madurez, hasta el noveno año, a lo largo del período de observación.

EQUIVALENTE DE NUTRIENTE/FERTILIZANTE EN LOS RAQUIS

El equivalente en fertilizante al aplicar 33 t de raquis/ha es de 7,6 kg de fertilizante compuesto de N, R K, Mg por palma. Esto es equivalente a devolver 2,3 kg de sulfato de amonio, 0,4 kg de roca fosfórica, 0,4 kg de muriato de potasio y 0,9 kg de kieserita por palma a una población de 132 palmas por hectárea. Este cálculo se basa en el siguiente contenido promedio de nutrientes de los raquis, calculado del porcentaje de N, R K y Mg de los raquis mojados (65% de humedad) publicado por Guthrie (Chan et al. 1981), Sime Darby (Loong et al. 1987) y United Plantations (Gurmit 1995; Gurmit et al. 1990) (Tabla 2).

Tabla 2. Retorno de fertilizante por 1 tonelada de raquis

TIPO DE FERTILIZANTE	PROMEDIO	GUTHRIE	SIME DARBY	UNITED PLANTATIONS
Sulfato de amonio	9,1	5,8	6,6	15,0
Roca fosfórica	1,4	0,8	0,6	2,8
Muriato de potasio	15,8	16,1	12,0	19,3
Kieserita	3,4	3,8	2,0	4,4
Total	29,7	26,5	21,2	41,5

El potasio es un nutriente muy importante para la palma de aceite. El fertilizante común de potasio es el muriato de potasio, pero para los suelos sulfatos ácidos, las cenizas de los racimos es una fuente de potasio más adecuada que el muriato de potasio. Aunque las cenizas de los racimos todavía son disponibles de ciertas fuentes, su provisión está escaseando, ya que la incineración de los raquis está prohibida. Sime Ebor Research ha demostrado (Tabla 3) que los raquis fueron tan eficaces como las cenizas de los racimos (Tang *et al.* 1999).

Tabla 3. Efecto del fertilizante potásico (k) sobre el rendimiento de la palma de aceite en suelo de la serie Sedu

FUENTE	RENDIMIENTO PROMEDIO (t/ha/AÑO) 1988 A 1989
Control	24,5 (100%)
Muriato de potasio (2 kg/palma/año)	24,7 (101%)
Muriato de potasio (4 kg/palma/año)	25,9 (106%)
Cenizas de racimos (4 kg/palma/año)	25,5 (103%)
Cenizas de racimos (8 kg/palma/año)	26,4 (108%)
Raquis (125 kg/palma/año)	24,3 (99%)
Raquis (250 kg/palma/año)	26,2 (107%)
MDS (5%)	3,6

LA EXPERIENCIA DE LYMAN AGRO

Lyman Agro ha aplicado raquis manualmente a 1.000 hectáreas de la siembra de 1990/1991. Los campos seleccionados para la aplicación comercial de raquis van desde planos hasta suavemente ondulados, con declives de 3 a 5° y están ubicados de 4 a 9 km de la planta extractora. Un cargador

de ruedas en la planta extractora carga 5 toneladas de raquis a un camión de 6 toneladas y, en promedio, un camión hace cinco viajes por día. Las volquetas vacían los raquis en puntos marcados a la orilla de la carretera. Los raquis son cargados dentro del campo en palos "kandra" o en camillas hechas de dos postes de bambú y bolsas usadas de fertilizantes.

A los trabajadores se les paga un incentivo con base en la distancia desde la orilla de la carretera hasta donde se colocan los raquis. A la tasa de aplicación de 33 t/ha, se aplica 1 tonelada de raquis por estación. Cada estación está compuesta de cuatro palmas, y los raquis se aplican en el centro de estas cuatro palmas, a lo largo, entre las hileras. En promedio, un trabajador cubre de cuatro a cinco estaciones por día.

Así, un equipo de 15 trabajadores puede atender alrededor de 2 hectáreas por día. Para asegurar una cobertura sistemática y apropiada, cada equipo de 15 trabajadores es supervisado por un capataz que lleva un plan de puntos del campo y marca el área aplicada cada día. Para mayo de 1999 (Rp 2.000 = RM 1), el costo de transportes es de Rp 8.000 por tonelada, o Rp 264.000 por hectárea; el costo de la mano de obra por hectárea es de Rp 93.500 basado en las siguientes tasas de pago.

La Estación 1 está más cerca a la carretera y la Estación 8 más lejos. El pago para traer raquis a las Estaciones 1 y 2 es de Rp 2.200 por estación; a las Estaciones 3 y 4, Rp 2.500; a las Estaciones 5 y 6, Rp 3.000; y a las Estaciones 7 y 8, Rp 3.500.

El costo total de aplicación de raquis por hectárea por año es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Transporte} + \text{mano de obra} + \text{capataz} \\
 &= \text{Rp } 264.000 + \text{Rp } 93.500 + \text{Rp } 8.000 \\
 &= \text{Rp } 365.500
 \end{aligned}$$

El importe por cargar los raquis en la planta extractora se excluye de los costos. En comparación, el costo

anual de la aplicación de fertilizantes por hectárea por año en las plantaciones es el siguiente:

Fertilizante Rp 1.490.000 + mano de obra Rp 24.000 = Rp 1.514.000

El mayor costo de aplicación de raquis es el transporte y la distribución en el campo. Los costos de transporte varían, dependiendo del tipo de vehículos utilizados y la distancia recorrida y si los camiones regresan con cargas de RFF. Los beneficios de la aplicación de raquis son: reducción de los consumos de fertilizantes, madurez temprana, mayor rendimiento de RFF y mejor control de malezas.

Lyman Agro comenzó a aplicar raquis en campos maduros en 1997. Durante dos años consecutivos, se tomaron muestras de hojas en los campos con aplicaciones de raquis de 33 t/ha/año. Los resultados de los análisis de las hojas confirman que el estado de nutrientes es fuerte y que se justifica que se retenga el fertilizante en 1998 y 1999 (Tabla 4).

Tabla 4. Niveles de nutrientes en las hojas provenientes de compost con aplicaciones de racimos vacíos - porcentaje promedio de materia seca

	N	P	K	Mg	B (ppm)
1997	2,69	0,17	1,15	0,25	14
1998	2,70	0,16	1,14	0,23	13

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro Gerente de la plantación, Mr. Poh Weng Hong, por el suministro de los datos de aplicación de raquis en el campo y a Excmo. Of Lyman por el permiso para publicar este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Abdullah, S.; Teng, W.H.; Chan, K.W. 1990. Economic evaluation of mechanized applications of the empty fruit bunches - Guthrie's experience. *The Planter (Malasia)* v.66 no.769, p. 179-189.

Andy, A. 1998. Utilization of oil palm empty fruit bunches for technical application. *In: 1998 International Oil Palm Conference, Bali, Indonesia.* 7p.

Basuki, W.; Purboyo, G. 1998. Utilization of oil palm empty fruit bunches as fillers for degradable plastic packagings. *In: 1998 International Oil Palm Conference, Bali, Indonesia.* 14p.

Chan, K.W.; Watson, I.; Lim, K.C. 1981. Use of oil palm waste material for increased production. *The Planter (Malasia)* v.57 no.658, p.14-36.

Khoo, K.T.; Chew, P.S. 1979. Mulching in an oil palm area with empty bunches. *Selangor Planters' Association Annual Report.* p.35-40.

Lim, K.C; Chan, K.W. 1989. Towards optimizing empty fruit bunch application in oil palm. *In: 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference - Agriculture. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.* p.235-242.

Long., S.G.; Nazeeb, M.; Letchumanan, A. 1987. Optimizing the use of EFB mulch on oil palm on two different soils. *In: 1987 PORIM International Oil Palm Conference - Progress and Prospects. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.* p.605-639.

Goh, K.J.; Chew, P.S.; Kee, K.K. 1994. K nutrient for mature oil palm in Malaysia. *IPI Research Topics No.17,* 36p.

Gurmit Singh. 1995. Management and utilization of oil palm by-products. *The Planter (Malasia)* v.71 no.833, p.361-386.

Manoharan, S.; Kanapathy, K. 1982. Commercial scale bunch mulching of oil palm. *In: E. Pushparajah; Chew Poh Soon (Eds.). The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur.* p.367-377.

Toh, T.S. 1990. United Plantations approach to palm oil mill by-product management and utilization. *In: 1989 PORIM International Palm Oil*

Development Conference - Agriculture. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.225-234.

Kamdan, A.B.; Tarmizi, A.M.; Mohd Tayeb, D. 1998. Empty fruit bunch mulching and nitrogen fertilizer amendment; the resultant effect on oil palm performance and soil properties. PORIM Bulletin (Malasia) no.37, p.1-14.

Kamarudin, H.; Mohamed, H.; Arifin, D.; Jalani, S. 1997. An estimated availability of oil palm biomass in Malaysia. PORIM Occasional Paper (Malasia) no.37, 100p.

Tang, M.K.; Nazeeb, M.; Loong, S.G. 1999. An insight into fertilizer types and application methods in Malaysian oil palm plantations. The Planter (Malasia) v.75 no.876, p. 115-137.