Marco analítico para identificar los factores que determinan las tasas de extracción de aceite

Analytical Framework for Identifying Factors Determining Oil Extraction Rates

Ian Henson [1]

RESUMEN

Una disminución general en la tasa de extracción de aceite (TEA) de palma se observa en Colombia y Malasia en los últimos años. Numerosas razones se han dado para explicar esta caída; sin embargo, es difícil determinar cuales son los factores responsables y en especial el referente a casos particulares, ya que con esto se podrían tomar acciones apropiadas que permitieran obtener mejores TEA. Este documento considera las posibles causas de la reducción en las tasas de extracción y realiza una revisión general de los principales factores que permiten superarlos. Muchas dudas existen al respecto, para lo cual se requiere más investigación y discusión.

SUMMARY

A general decline of the palm oil extraction rate (OER) has been observed in Colombia and Malaysia in recent years. Several reasons may explain this fall. Although the factors responsible for this decrease are difficult to determine, particularly in specific cases, this would highly contribute to the adoption of appropriate measures aimed at obtaining improved OERs. This article considers potential causes for the existing OER decline and reviews the main factors that will help overcome this problem. Since many questions still exist regarding this issue, further research and discussion will be required.

Palabras claves: Aceite de palma, TEA, Tasa de extracción de palmiste, Análisis de racimos.

INTRODUCCIÓN

Malasia, el mayor productor mundial de aceite de palma, presenta una reducción gradual en la tasa de extracción de aceite (TEA) a partir de los años noventa. Esto trajo como consecuencia la búsqueda de las causas de la disminución por parte de las principales compañías y entidades públicas, PORIM y PORLA, responsables de la investigación y desarrollo de la industria de la palma de aceite en Malasia (Ariffin Darusy Jalani 1994). Desde esa época, revisiones y documentos han cubierto varios aspectos del problema (Chew 1996; Rajanaidu et al. 1998; Ariffin Darus et al.

1 Asesor Cenipalma; Dirección: 21 Hurrell Road, Cambridge CB4 3RQ, UK.

1999; Menon 2000). En Colombia, varias plantaciones también han reportado disminuciones en las tasas de extracción (Henson 1998a).

Es evidente que una multiplicidad de factores puede afectar la TEA, trayendo como consecuencia dificultad en la solución del problema, debido a las diversas labores que se involucran en la producción del aceite de palma, entre las cuales se encuentran la etapa de producción de racimos de fruta fresca (RFF) en las plantaciones, el transporte y manejo de los RFF y la extracción de aceite y almendra en las plantas extractoras, dando como resultado una dificultad en determinar si la escasez en la producción de aceite es debida a un bajo contenido inicial de aceite en los racimos o a pérdidas dadas en la cosecha.

En ¡os años recientes se han realizado mejoramientos en las plantas extractoras en Colombia (García et al. 1998) y en Malasia (Burhanuddin 1999), dando como resultado una mayor eficiencia en las operaciones y facilitando, además, cuantificar las pérdidas de la extracción en los límites razonables de la precisión (Ng 1994; Maycock 1995; Menon 2000). Igualmente, los pasos pueden ser rápidamente implementados para reducir obvias limitaciones en postcosecha para una buena extracción de aceite, como son el retraso en el transporte de los RFF a la planta extractora o la excesiva cantidad de contaminantes que traen éstos. Las causas restantes de la disminución en la TEA residirán en la calidad de los RFF despachados a las plantas extractoras. De esta manera, el esfuerzo debe dirigirse a examinar los factores que en la plantación probablemente afectan el contenido de aceite, aunque debido a la multiplicidad de los posibles factores que pueden estar envueltos, es necesaria una metodología que ayude a la interpretación de las causas y, una vez sean identificadas, tomar acciones racionales para mejorar en materia. Este documento representa un intento *inicial* para sistematizar la información existente como una ayuda para el análisis.

Características del racimo

Dos características del racimo pueden ayudar a identificar las causas de la baja extracción (i) el promedio del peso del racimo y (¡i) la composición del racimo, determinada por el procedimiento de análisis de racimo en laboratorio.

El promedio del peso del racimo varía con el genotipo y el ambiente, y su incremento es constante en el tiempo con la edad de la palma. Una disminución repentina en el peso del racimo puede indicar una baja relación fruto / racimo (F/R) (Tan 1975). Esto puede elevarse debido a una pobre polinización o a una pérdida de los frutos del racimo por separación natural (frutos sueltos). Una baja eficiencia de la polinización y una pérdida de los frutos sueltos conllevan a una baja TEA y una baja tasa de extracción de palmiste (TEP). Excesivas cantidades de frutos sueltos son una consecuencia del retraso de la cosecha y de la sobremaduración de los racimos, y la pérdida de frutos se indica por la presencia de "alvéolos" vacíos en los racimos, como también por la presencia de muchos frutos separados en la muestra. Las causas iniciales de la baja eficiencia de polinización son complejas y requiere más investigación para resolverlo.

No todas los casos de bajo peso en el racimo conlleva a reducciones en las tasas de extracción. El promedio del peso del racimo puede algunas veces disminuir debido a un incremento en el número de racimos, lo cual es el resultado de producciones simultáneas de un amplio número de inflorescencias femeninas, señalando una correlación negativa entre el número de racimos y el peso unitario del racimo (Corley y Gray 1976; Corley y Breure 1992).

Además de los indicios de las causas de las bajas tasas de extracción suministradas por el análisis de racimos, éste brinda información (Fig. 1) sobre los componentes del racimo (fruto/racimo (F/R), mesocarpio/fruto (M/F), aceite/mesocarpio (A/M), palmiste/fruto(P/F)), y de los cuales se infiere a los factores específicos que probablemente influencian la TEA y la TEP. Los cambios relativos en estos dos parámetros pueden ser una herramienta útil de diagnóstico (Tabla 1).

Reducción en la relación fruto/ racimo (F/R)

Las posibles razones para la baja relación F/R se presentan en la Figura 2. Como se mencionó

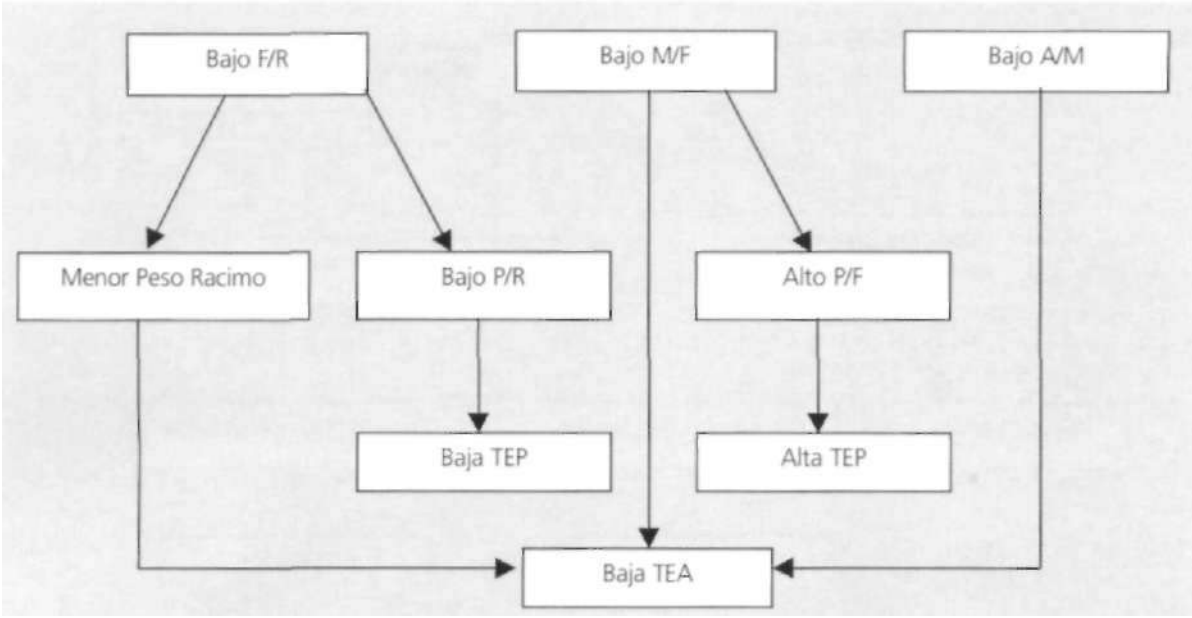

Figura 1. Relaciones entre los principales componentes del racimo (F/R, M/F, A/M), peso del racimo, P/R, P/F, TEP y TEA.

Tabla 1. Efectos esperados de algunos factores sobre la TEA, la TEP y el peso del racimo.

Factor	Efecto sobre TEA	Efecto sobre TEP	Efecto sobre peso del racimo
Edad de la palma/racimos grandes	Reducido	Incrementado	Incrementado
Alto suministro de potasio	Reducido	Incrementado	Incrementado
Pobre eficiencia de polinización	Reducido o inafectado	Reducido	Reducido
Cosecha de racimos verdes	Reducido	Inafectado?	Inafectado?
Cosecha de racimos sobremaduros	Reducido	Reducido	Reducido?
Pedúnculo largo	Reducido	Reducido	Incrementado

anteriormente, una posible causa de la baja relación F/R es cosechar racimos "sobremaduros", que se caracterizan por el alto número de frutos desprendidos, los cuales no todos son recuperados. El retraso en el transporte de la fruta que se cosecha para la planta extractora puede promover también el desprendimiento de los frutos. La pérdida de los frutos sueltos es indicada por la presencia de alvéolos vacíos en los racimos. Cosechar en la etapa avanzada de maduración también provoca un alto contenido de ácidos grasos, cuyo incremento es debido a la acción de lipasas exógenas y endógenas (Sambanthamurthi *et al.* 1998).

Una pobre eficiencia de la polinización es otra de las principales causas de la baja relación F/R y de esta manera en la relación aceite/racimo (A/R) (Tan 1985; Hor et al. 1998; Basri *etal.* 1999). Sin embargo, una baja eficiencia de la polinización (<35%) no mostró un efecto marcado sobre la relación F/R en un grupo de palmas antes de la introducción de los polinizadores (Lim y Chan 1998).

Observaciones parecidas (Figs. 3, 4) reflejan la tendencia a desarrollar frutos grandes cuando se somete a una reducción en la competencia por espacio debido a la reducción de los frutos vecinos y a una mayor disponibilidad de asimilados, lo que compensa, parcialmente, la reducción en el número de frutos. Además, la alta relación mesocarpio/fruto (M/F), obtenida por el gran tamaño de éstos, refleja un mayor contenido de aceite en el mesocarpio (A/M) por unidad de masa (Fig. 5).

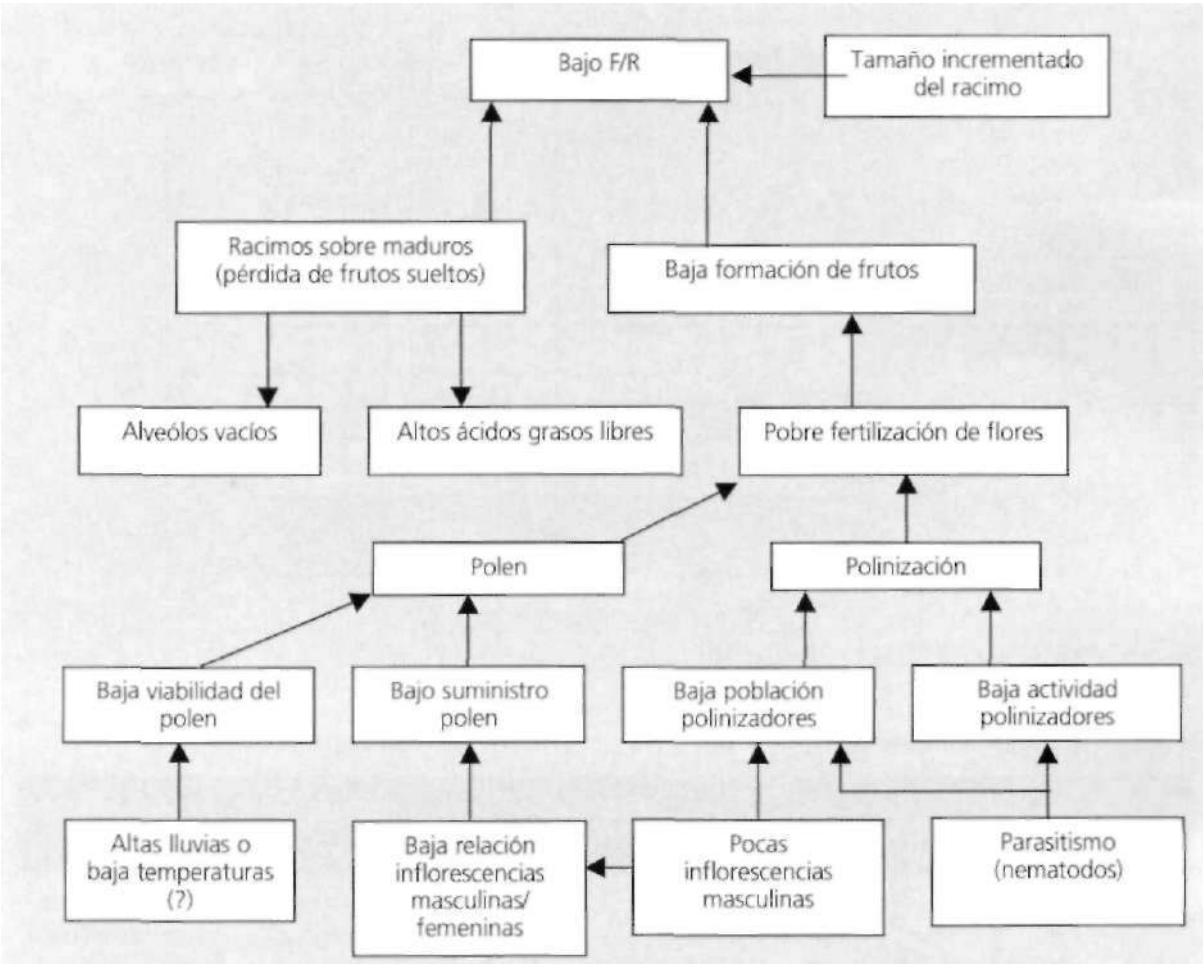

Figura 7. Diagrama de factores que afectan a la baja relación fruto/racimo.

Una consecuencia de esto es que el racimo con pocos frutos contiene menos almendra, así que la baja eficiencia de polinización puede tener un impacto adverso sobre la relación palmiste/ racimo (P/R) y de esta manera sobre la TEP.

Figura 3. Relación entre la relación fruto/racimo y el porcentaje de eficiencia de polinización (Fuente: Horefa/. 1988).

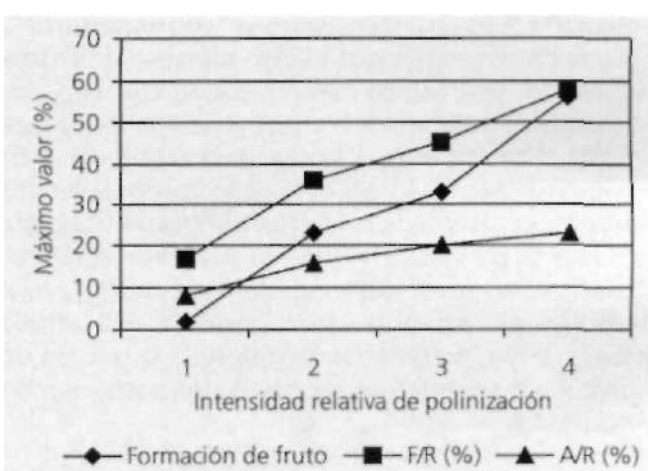

Figura 4. Cambios en la eficiencia de polinización (formación de fruto) con la intensidad relativa de polinización. (Fuente: Hor et al. **1998).**

La baja eficiencia de polinización puede darse por numerosas causas, como se muestra en la Figura 2. Esta baja eficiencia indica una pobre fertilización de las flores, la cual puede deberse a problemas con el polen o con los procesos de polinización/fertilización. Una reducción en la viabilidad del polen puede ser tolerada si el suministro es abundante. Sin embargo, hay circunstancias cuando el suministro de polen llega a ser limitante, como por ejemplo cuando las palmas están en la fase femenina del ciclo reproductivo y el número de inflorescencias masculinas llega a ser inadecuado. Esto también se puede presentar en siembras jóvenes de materiales mejorados, los cuales tienen una alta relación de sexo (alto número de inflorescencias femeninas comparado con el total de inflorescencias).

La viabilidad del polen es dependiente de la edad de la inflorescencia femenina, disminuyendo diariamente (Hartley 1977). La viabilidad se afecta por la precipitación (Donough et al. 1996) y posiblemente también por las bajas temperaturas en la noche (Ruíz 2000), aunque se necesita más información para confirmar esto.

La polinización en las plantaciones de palma de aceite hoy en día es llevada a cabo por el polinizador del occidente de Africa, *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera: curenlionidae), introducido a mitad de la decada 1980-1990 en los principales países productores de palma de aceite en el sureste de Asia y Latinoamérica; esta introducción dio como resultado un mejoramiento en la eficiencia de la polinización y en la TEP (PORIM 1985). No obstante, en algunas localidades se han observado problemas por la insuficiencia en el número de polinizadores o con la actividad de los mismos.

Las poblaciones de los polinizadores son fuertemente influenciadas por el número de inflorescencias masculinas, ya que estos son los sitios donde se ponen los huevos y sealimentan las larvas (Basri et *al.* 1999; Calvache).

La actividad de los polinizadores se puede reducir por la alta precipitación (Donough et al. 1996), aunque no es una evidencia concluyente (Donough et al. 1996; Basri et al. 1999), ya que se ha observado una adaptación de éstos en una región de muy alta precipitación. En Colombia, las poblaciones de polinizadores no son consideradas un problema, aunque en la región de la Costa Pacífica se presentan condiciones adversas las cuales pueden restringir la actividad de los polinizadores (Calvache).

Reducción en la Relación Mesocarpio/Fruto (M/F)

Este el segundo de los principales componentes que influencian la tasa de extracción. Como se mencionó antes, la reducción en la relación F/R puede resultar de un incremento en la relación M/F, debido a un incremento en el tamaño individual de los frutos. Caso contrario ocurre con una alta eficiencia de polinización, la cual puede disminuir la relación M/F. Un factor adicional que afecta la relación M/F es el tamaño de la almendra. Materiales que producen almendras grandes tienen un volumen de mesocarpio muy pequeño (Tabla 2). Esto es debido a la tendencia que tiene el cuesco a incrementarse con el tamaño de la almendra (Henson 1998b). Adicionalmente, el anillo fibroso que bordea la nuez tiende a ocupar parte del área destinada al mesocarpio.

El tamaño del racimo es otro factor importante que influye en el tamaño del fruto y de esta manera en la relación M/F. Racimos de gran tamaño se caracterizan por un menor tamaño del fruto y por lo tanto una menor relación M/F. Esto puede explicarse por el incremento en la

Tabla 2. Composición del racimo en selecciones de *pisífera* con alta y baja almendra y con similar relación F/R. Fuente: Chin (1938).

Componente del racimo	Selección baja almendra	Selección alta almendra
F/R	64,30	64,80
P/F	6,80	12,20
M húm/F	83,50	73,30
A/M húm	47,60	45,00
P/R	4,370	7,91
A/R	25,56	21,37
A+P/R	29,93	29,28

* CALVACHE, H. 2000. Comunicación personal. Cenipalma. Bogotá, Colombia.
** CALVACHE, H. 2000. Comunicación personal. Cenipalma. Bogotá, Colombia.

proporción de los frutos internos (Mukesh 1999), los cuales tienen una menor relación M/F (Tabla 3) con un alto contenido de fibra y bajo aceite. Estos factores afectan negativamente la TEA, mientras que favorece la TEP (Tabla 4) en racimos grandes. Esto se presenta porque la relación P/F está inversamente relacionada con la relación M/F y así la relación P/R es favorecida por la presencia de numerosos frutos pequeños.

Aunque varios factores pueden influir en el tamaño del racimo (genotipo, número de racimos, eficiencia de polinización), el factor más determinante es la edad de la palma.

En palma de aceite, el peso del racimo se incrementa progresivamente con la edad (Corley y Gray 1976) y por lo tanto se puede esperar que la TEA disminuya a través del tiempo. En palmas muy jóvenes frecuentemente se presenta una baja relación aceite / racimo (A/R) (Corley y Gray 1976; Hoong y Donough 1998), pero esto es generalmente pasajero. Lim y Chan 1998) en un muestreo realizado en un grupo de once palmas de 25 años de edad no se presentó ninguna disminución en la relación A/R; sin embargo, otros investigadores (Wood et al. 1987; Chew 1996; Ho et al. 1996; Mukesh 1999) encontraron que la TEA se redujo en palmas viejas. En algunos casos esto ha sido el resultado de diferencias en orígenes genéticos (Henson 1998b), en otras (Tabla 5), un efecto claro de la edad *per se* es aparente por la dificultad en la cosecha de los racimos debido a la altura que llegan a presentar las palmas en la etapa adulta.

Relaciones entre algunos de los factores mencionados anteriormente se describen en la Figura 5.

Tabla 3. Composición de frutos de diferentes regiones del racimo. (Fuente: Datos calculados de Yee et *al.* 1985).

	Frutos internos	Frutos centrales	Frutos externos
Gramos por fruto	5,780	7,440	10,110
P/F	0,130	0,106	0,073
Cuesco/F	0,159	0,135	0,104
M/F	0,711	0,759	0,823
A/M	0,406	0,465	0,482
A/F	0,289	0,353	0,397
A/R en F/R=0.60	0,173	0,212	0,238

Tabla 4. Efecto del tamaño de los racimos sobre la TEA y la TEP. (Fuente: Mukesh 1999).

Peso fresco del racimo (kg)	TEA	TEP	TEA + TEP
10,8	28,2	6,4	34,6
17,1	28,2	5,9	34,1
27,8	25,5	7,7	33,2
38,6	21,7	7,2	28,9

Tabla 5. Efectos de la edad de la palma sobre la TEA y TEP. (Fuente: Mukesh 1999).

Grupo de palmas	Edad de muestreo (años en campo)	A/R	P/R	A/R + P/R
A	9 - 12	25,4	6,7	32,1
	25	22,2	7,6	29,8
B	9 – 12	26,2	6,1	32,3
	25	24,4	7,1	31,5
C	6 – 12	28,2	6,5	34,7
	16	23,7	7,8	31,5

Figura 5. Diagrama de las causas y consecuencias para las tasas de extracción por racimos de gran tamaño.

Reducción en la Relación Aceite/ Mesocarpio (A/M)

La relación Aceite / Mesocarpio (A/M) está en función de la madurez del racimo, caracterizándose por el cese de síntesis de aceite una vez se presenta el desprendimiento del primer fruto (Menon 2000). La formación del aceite en el mesocarpio está acompañada por la pérdida de agua sin que se presente un incremento de los sólidos secos no aceitosos en las etapas últimas de la maduración del racimo. Una baja relación A/M implica un alto contenido de sólidos secos no aceitosos (para el caso de los frutos pequeños con una alta proporción de fibras en el mesocarpio) o un alto contenido de agua, el cual es un indicativo de inmadurez. Estas posibilidades pueden distinguirse por la comparación de la relación aceite/mesocarpio húmedo (A/Mhúm) y aceite/mesocarpio seco (A/Msec).

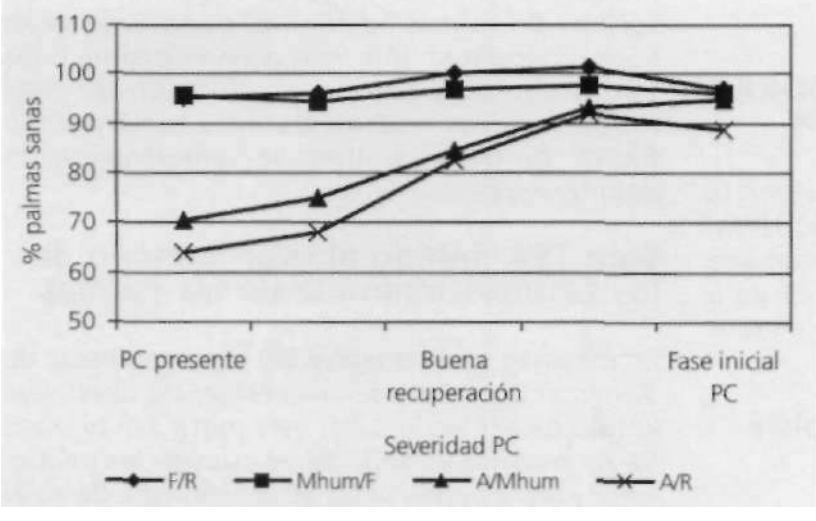

Figura 6. Respuestas de los componentes del racimo a la severidad de la Pudrición de Cogollo (PC) en los Llanos Orientales. (Fuente: Acevedo ef *al.* 2000).

La baja relación A/M es la principal causa del bajo contenido de A/R, y la baja TEA se ha conservado en circunstancias especiales, como causa de una sequía severa (Ochs y Daniel 1976) y el ataque de enfermedades (Fig. 6). En el último caso, aunque hubo diferencias significativas en las relaciones F/R y M/F, las más altas diferencias ocurrieron en A/M húm.

La TEA y la relación A/R frecuentemente muestran variaciones estacionales marcadas. En una plantación de la costa de Malasia, la variación estacional en la relación A/M fue la principal causa de la variación en las relaciones A/R y P/R dadas como una función de la relación P/F (Tabla 6).

DIFERENCIAS REGIONALES EN LA TEA EN COLOMBIA

En Colombia, las cuatro regiones cultivadoras de palma de aceite muestran diferencias en la TEA y TEP. Las zonas también difieren en la edad, lo que muestra una relación entre la edad de la palma y el promedio de la TEA (Tabla 7). Sin embargo, otras explicaciones pueden estar dadas por las variaciones en los materiales de siembra, manejo o clima.

Esto es sugerido por las comparaciones de los mismos materiales de siembra sembrados en el mismo año en dos de las regiones (Tabla 8), en los cuales se observa una alta relación A/R en la Zona Occidental comparado con la Norte (Henson 1998a).

Tabla 6. Correlaciones entre el promedio del peso del racimo (PPR) y los componentes del racimo y las relaciones A/R v P/R en la costa occidental de Malasia. (Fuente: Henson. sin publicar).

		PPR	F/R	M/F	A/Mhúm	A/Msec	P/F	Cuesco/F
A/R	r	0,17	0,26	0,41	0,94	0,88	-0,41	-0,34
	P	ns	ns	0,01	0,001	0,001	0,01	ns
Al/R	r	0,03	0,51	-0,83	-0,32	-0,35	0,92	0,64
	P	ns	ns	0,001	ns	ns	0,001	0,01

ns= No significante a P<0.05.
Datos derivados de 550 racimos, cosechados en 22 meses en intervalos mensuales.

Tabla 7. Edad promedio de la palma y la TEA en 1996 en diferentes regiones de Colombia. (Fuente: Henson 1998a).

Zona	Edad (años en campo), promedio	TEA (%)
Central	14,8	20,99
Norte	13,4	20,50
Occidente	12,8	21,96
Oriental	11,5	22,33

Tabla 8. Componentes del racimo en material Papua en dos zonas palmeras de Colombia.

Componente	Occidental	Norte
Peso, promedio, racimo (kg)	19,61	19,04
%Frutos externos	62,86	55,17
Peso fruto, promedio (g)	11,10	8,35
F/R	66,97	62,93
M/F	80,58	75,50
A/M	52,83	46,66
A/R	28,50	22,17

Fuente: Yánez et al. (Datos sin publicar)

ALGUNAS ACCIONES PARA MEJORAR LAS TASAS DE EXTRACCIÓN

Si la causa o las causas de las reducciones en la tasa de extracción pueden ser definidas claramente usando el análisis de racimos mencionado anteriormente, se pueden tomar acciones para solucionar estos problemas. Algunos ejemplos son dados a continuación.

Cosecha de racimos verdes y sobre - maduros

Este problema es fácil de identificar, mediante la revisión de las prácticas y estándares de cosecha. Esto puede incluir:

I. Una reducción en el número de frutos sueltos como criterio de cosecha.

II. Un ajuste en la frecuencia de las rondas de cosecha.

III. Recolección de todos los frutos sueltos.

IV. El uso de banderines, lo cual permite identificar los racimos maduros por un grupo especializado y no por cosecheros individuales.

Baja relación F/R debido a una pobre polinización

Si se detecta la falta de polinización (identificada primeramente como una baja relación F/R) y ocurre una baja relación de inflorescencias masculinas/femeninas, se puede presentar una escasez de polen y presencia de pocos polinizadores. Lo anterior se puede superar de varias maneras, como lo sugieren Rao y Law 1998). En nuevas siembras se incluye: (i) Dejar algunas palmas viejas como fuentes de polen, (ii) Mezcla o ciclos de diferentes materiales de siembra en el mismo lote que difieran en relación de sexos, (iii) Introducción de inflorescencias masculinas colectadas de palmas adultas en lotes vecinos. En palmas adultas, las podas severas en aquellas palmas que son menos productivas pudieran favorecer la producción de más inflorescencias masculinas para actuar como fuente de polen y sitios de reproducción de polinizadores.

Baja TEA debido al gran tamaño de los racimos/madurez de las palmas

El aumento en el tamaño del racimo a pesar de disminuir la pérdida de inflorescencias, disminuye la tasa de extracción. Por este motivo el proceso de renovación se debe hacer cuando las palmas estén jóvenes y disminuir así el promedio de edad de la plantación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a varios colegas quienes generosamente dieron sugerencias con un criticismo constructivo, como también el suministro de información para la realización de este documento.

BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO ARAQUE, N. J.; BURITICA CESPEDES, P.; GARCIA NUNEZ, J. A.; GALVIS DUQUE, N. 2000. Economic evaluation of oil losses generated by the bud rot in the Eastern plains of Colombia. *Palmas* (Colombia) v.21 no.2, p.53-62.

ARIFFIN DARUS; JALANI B.S. (Eds.). 1994. *National Seminar on Palm Oil Extraction Rate: Problems and Issues. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur. 146p.

ARIFFIN DARUS; SIVASOTHY, K.; LIM, W. S.; ESNAN A. G. (Eds.). 1999. *National Seminar on Opportunities for Maximizing Production through better OER and Offshore Investment in Oil Palm. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur. 335p.

BASRI, W. M.; HOONG, H. W.; SIBURAT, S; TEH, C. L. 1999. Effects of weevil pollination on oil extraction rate (OER). *In: National Seminar on Opportunities for Maximizing Production through better OER and Offshore Investment in Oil Palm.* Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.231-243.

BURHANUDDIN, A. B. 1999. Systems approach to OER problem solving. *In: National Seminar on Opportunities for Maximizing Production through better OER and Offshore Investment in Oil Palm. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur, p.272-283.

CHEW, P. S. 1996. Industry's low OER problems: impart, outlook and implications. *The Planter* (Malasia) v.72 no.842, p.273-290.

CHIN C. W. 1988. Outlook on fertile *pisifera* breeding. *In: 1987 International Oil Palm/Palm Oil Conferences. (Agriculture). Proceedings* PORIM, Kuala Lumpur, p. 107-111.

CORLEY, R. H. V; GRAY, B. S. 1976. Yield and yield components. *In:* R.H.V. Corley; J. J. Harden; B. J. Wood (Eds.). *Oil Palm Research* Elservier, Amsterdam, p.77- 86.

CORLEY, R. H. V; BREURE C. J. 1992. Fruiting activity and yield of oil palm. I. Experiments with fruit removal. *Experimental Agriculture* (Reino Unido) v.28, p.99-109.

DONOUGH, C. R.; CHEW, K. W; LAW, I. H. 1996. Effect of fruit set on OER and KER: Results from studies at Pamol Estates (Sabah) Sdn Bhd. *The Planter* (Malasia) v.72 no.841, p.203-219.

GARCIA NUNEZ, J. A.; BELALCAZAR HERNANDEZ, R.; GALVIS DUQUE N; GOMEZ CUERVO, PL. 1998. Palm oil extraction rate variation in Colombia (Specific cases). *In:* N. Rajanaidu; I. E. Henson; B. S. Jalani (Eds.). *International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur, p.317-329.

HARTLEY, C. W. S. 1977. *The Oil Palm.* 2nd. ed. Longmans, London.

HENSON, I. E. 1998a. Variations in the oil extraction ratio (OER): Some observations. Paper presented at Seminar on: *Aspectos Agronomicos y de Clima en la Produccion de Aceite,* held in Santafe de Bogota, Colombia, November 20th, 1998.

HENSON, I. E. 1998b. The role of bunch composition in determining oil and kernel yields of oil palm. *In: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective. Proceedings* PORIM, Kuala Lumpur, p. 151-208.

HO, C. Y.; GAN L T; TEK J. C. Y; SINGH S.; HON D; TAN M. C. 1996. Effects of harvesting standards, *dura* contamination, palm age and environmental differences on recent oil extraction rates. *In: 1996 International Palm Oil Congress. Competitiveness for the 21st Century. Agriculture conference. Proceedings* PORIM, Kuala Lumpur, p.221-237.

HOONG, H-W; DONOUGH C. R. 1998. Recent trends in oil extraction rate (OER) and kernel extraction rate (KER) in Sabah. *The Planter* (Malasia) v.74 no.865, p.181-202.

HOR, T Y.; SOH. A. C; CHAN, K. S.; CHEW, PS; GOH, K.J. 1998. Studies on oil palm bunch characteristics effects on oil extraction rate. *In: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur, p.229-255.

LIM, K. C; CHAN, C. K. 1998. Bunch components studies over the past two decades. *In: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur, p.133-150.

MAYCOCK, J. 1995. Guidelines on assessing palm oil mill extraction efficiency. *PORIM Bulletin* (Malasia) no.27, p.22-28.

MENON, N. R. 2000. Factors affecting oil and kernel extraction rates. *In:* Yusof Basiron; B. S. Jalani; K. W. Chan (Eds.). *Advances in Oil Palm Research. Volume* 7. Chapter 18. Malaysian Palm Oil Board, p.697-743.

MUKESH, S.; SHARMA, M. 1999. Palm age, bunch weight and its impact on OER. *In: National Seminar on Opportunities for Maximizing Production through better OER and Offshore Investment in Oil Palm. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur. p.208-217,

NG, S. B. 1994. Measurements of oil extraction ratio (OER) and milling losses. *In: National Seminar on Palm Oil Extraction Rate: Problems and Issues. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur. p.99-109.

OCHS R; DANIEL C. 1976. Research on techniques adapted to dry regions. *In:* R.H.V. Corley; J. J. Harden; B. J. Wood (Eds.). *Oil Palm Research* Elservier, Amsterdam, p.315-330.

PORIM, 1985. *Proceedings of the Symposium on Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry.* PORIM, Kuala Lumpur. 376p.

RAO, V; LAW, I. H. 1998. The problem of poor fruit set in parts of East Malaysia. *The Planter* (Malasia) v.74 no.870, p.463-483.

RAJANAIDU, N.; HENSON, I. E; JALANI, B. S. (Eds.). 1998. *International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective.* PORIM, Kuala Lumpur. 345p.

RUIZ ROMERO, R. 2000. Efecto de las condiciones climaticas en la viabilidad del polen y en la composición del racimo. *Ceniavances* no.71. Cenipalma, Bogota. 3p.

SAMBANTHAMURTHI, R.; ABRIZAH OTHMAN; ULMI SALAMAH. 1998. Towards understanding the biochemical factors that control oil composition and quality in the oil palm. *In: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur. p.209-225.

TAN, T. K. 1975. The relationship between the degree of fruit set and bunch components of fruit bunches of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *The Planter* (Malasia) v.51, p.541-547.

TAN, Y. P. 1985. Weevil pollination in the *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* hybrid. *In: Symposium on Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry. Proceedings.* PORIM, Kuala Lumpur, p.34-40.

WOOD, B. J.; ISMAIL, S.; HON, D.; GAN, L T; NG, S. K. 1987. A measure of achieved palm oil extraction ratios against the potential. *The Planter* (Malasia) v.63, p.337-357.

YEE, C. B.; LIM, K. C; ONG, E. C; CHAN, K. W. 1985. *In: Proceedings of the Symposium on Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry.* PORIM, Kuala Lumpur. p.129-139.