

DETERMINACION DEL ESTADO DE MADUREZ DEL RACIMO DE PALMA ACEITERA ASOCIADO CON LA MAXIMA TASA DE EXTRACCION DE ACEITE¹

Francisco Sterling *
Amancio Alvarado *

ABSTRACT

Assesment of ripeness in fruit bunches of oil palm through maximum rates of oil extraction. In order to understand the oil content seasonal variation in oil palm fruits through their development, and to associate this to fruit detachment, a trial was carried out in 12 year old Deli dura palm in Coto 47, Puntarenas, Costa Rica, during rainy season of 1990 (April to October) and the dry season of 1991 (January to May). In both seasons, samples of 30 fruits were taken from bunches of 9 to 28 weeks old, 12 samples per age were taken in every case. Bunch analysis was made according to Blaak *et al.* (1963). In bunches ready for cutting, the number of loosen fruits detached before and after harvest were recorded. It was shown that oil accumulation rate increases from 16 to 22 weeks after anthesis, when the maximum is reached, with no further increase in oil accumulation. Fruit detachment and color changes are simultaneous events to increase in oil synthesis. Oil mesocarp level and bunch age, and the number of loosen fruits before and after harvest were correlated. It is possible to suggest a harvest index according to the number of loosen fruits before harvest, nevertheless it depends on the season and on especific harvest practices.

INTRODUCCION

La maduración de los racimos de palma aceitera ocurre aproximadamente 5 meses y medio después de la fecundación, este período puede variar en respuesta a las condiciones climatológicas. Durante los primeros estados de desarrollo del fruto, el mesocarpo está constituido principalmente por carbohidratos; conforme la madurez progresa, su contenido disminuye y aumenta el de aceite al igual que lo hace el nivel de carotenoides, siendo esto lo que provoca los cambios de coloración típicos de los frutos maduros. Este cambio constituye uno de los indicadores de la maduración en palma, el color de los frutos en estado inmaduro, varía

desde un verde pálido (*virescens*) y violeta (*nigrescens*) al inicio, hasta un rojo anaranjado al alcanzar la madurez.

Otro indicador de la maduración (Azis, 1985), es el desprendimiento de frutos exteriores, al que se le ha dado especial utilidad para determinar los criterios de corta de los racimos en plantaciones comerciales.

Diversos autores (Wood *et al.*, 1985a; Siregar, 1976; Southworth, 1976; Azis, 1985), han demostrado una correlación positiva entre el número de frutos desprendidos y el contenido de aceite en el racimo. Sin embargo, al aumentar el desprendimiento también se incrementa el contenido de ácidos grasos libres y con ello disminuye la calidad del aceite.

El nivel más alto de aceite se logra cuando el fruto ha alcanzado su máxima madurez. Los frutos en estado óptimo de maduración en palmas tipo Deli dura, poseen un ámbito normal de variación

1/ Recibido para publicación el 10 de agosto de 1992.
* Programa de Investigaciones en Palma Aceitera (PIPA),
Palma Tica. Coto 47, Puntarenas, Costa Rica.

en el contenido de aceite en el mesocarpo de 60 a 85% en base seca. Valores similares a estos se han observado en materiales tipo ténera. Se ha encontrado que frutos cosechados una semana antes de su estado óptimo de maduración poseen un contenido de aceite en el mesocarpo inferior al 70% (Williams, 1970). Rajanaidu *et al.* (1985) utilizaron varios tratamientos como criterio de madurez (desde 0 frutos caídos basados en los cambios de color, hasta más de 120 frutos desprendidos después de la cosecha) y no encontraron diferencias importantes en la cantidad de aceite/racimo en base seca. Debido a esto, suponen la ausencia de pérdida de aceite al cosechar racimos con muy pocos frutos sueltos.

Por otra parte, Wood *et al.* (1985b) basan sus conclusiones en un estudio similar, afirmando que los máximos contenidos de aceite se obtienen a partir de ciclos de cosecha de 5 días con 2 ó 4 frutos sueltos/kg de racimo. En términos prácticos, proponen ciclos de cosecha de 7,5 a 15 días con un mínimo de 10 frutos caídos como criterio. De acuerdo al porcentaje de frutos caídos, el nivel máximo de aceite por racimo se alcanza con un 6 a 9% de frutos sueltos antes de la cosecha.

El presente estudio tuvo como fin evaluar el comportamiento de racimos de palma aceitera, del tipo Deli dura, durante la maduración, asociando la acumulación de aceite con el número de frutos desprendidos antes y después de la cosecha, en racimos de diferentes edades.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en una plantación de 12 años de edad, de palmas Deli dura en Coto 47, Programa de Investigaciones en Palma Aceitera, y se efectuó en 2 etapas. Durante la primera, en los meses de abril a octubre de 1990 se recolectaron muestras de racimos con edades comprendidas entre 9 y 28 semanas cuyo desarrollo se dio en la época lluviosa. Se efectuó un segundo muestreo de enero a mayo de 1991, en racimos desarrollados principalmente durante la época seca y se siguió la misma metodología para su análisis.

Las muestras analizadas consistieron de 30 frutos/racimo extraídos de su parte media, los cuales fueron tomados a través de los periodos de evaluación descritos. En total se recolectaron 12 muestras para cada una de las edades del racimo y para cada época de evaluación.

Una vez recolectadas y colocadas en bolsas plásticas selladas para evitar la pérdida de humedad. Se determinó su peso fresco y los diferentes componentes (mesocarpo/fruto, cáscara/fruto, almendra/fruto, aceite/mesocarpo) así como el porcentaje de humedad (Blaak *et al.*, 1963).

En los casos en que el racimo presentaba frutos desprendidos, estos se contaron y pesaron; una vez cortado el racimo se determinó además el número y el peso de los frutos desprendidos después de realizada la labor.

RESULTADOS Y DISCUSION

La maduración de los frutos de palma aceitera, asociada con la tasa de extracción de aceite, ocurre a partir de la semana 16 después de la antesis, cuando se presenta un incremento en la síntesis, reflejado en el porcentaje de extracción (Figura 1).

Luego de una etapa de síntesis, que dura aproximadamente de 4 a 5 semanas, continúa otra etapa, donde el incremento es casi nulo, llegando a ser constante a partir de la semana 22, en que se alcanza el máximo porcentaje. Después de esta edad no ocurre síntesis adicional de aceite, el aparente aumento que se observa es producto de la reducción en el contenido de humedad, principalmente en el mesocarpo.

Asociado con esta variación, es posible observar el cambio de coloración de los frutos, y lo que es más evidente aún, cómo el desprendimiento de los mismos se incrementa conforme el proceso de maduración avanza (Figura 2). No ocurre desprendimiento sino hasta cuando la acumulación de aceite alcanza un valor cercano al máximo, de tal forma que este fenómeno se convierte en un criterio importante al seleccionar los racimos que deben ser cosechados.

En el Cuadro 1 y las Figuras 1a-1d se presentan los porcentajes de aceite/mesocarpo a través de todo el período de evaluación. En la época lluviosa el contenido de aceite es mayor que en la seca, sobretodo a partir de la semana 18, aunque la variación, tal y como se describió, es similar en ambos casos. Existe un aparente efecto limitante del déficit hídrico sobre la capacidad de síntesis de aceite, el cual es evidente por las diferencias observadas en el porcentaje de aceite en el mesocarpo. Aunque bajo las condiciones del experimento este déficit hídrico no es muy intenso, este hecho debe ser considerado posteriormente.

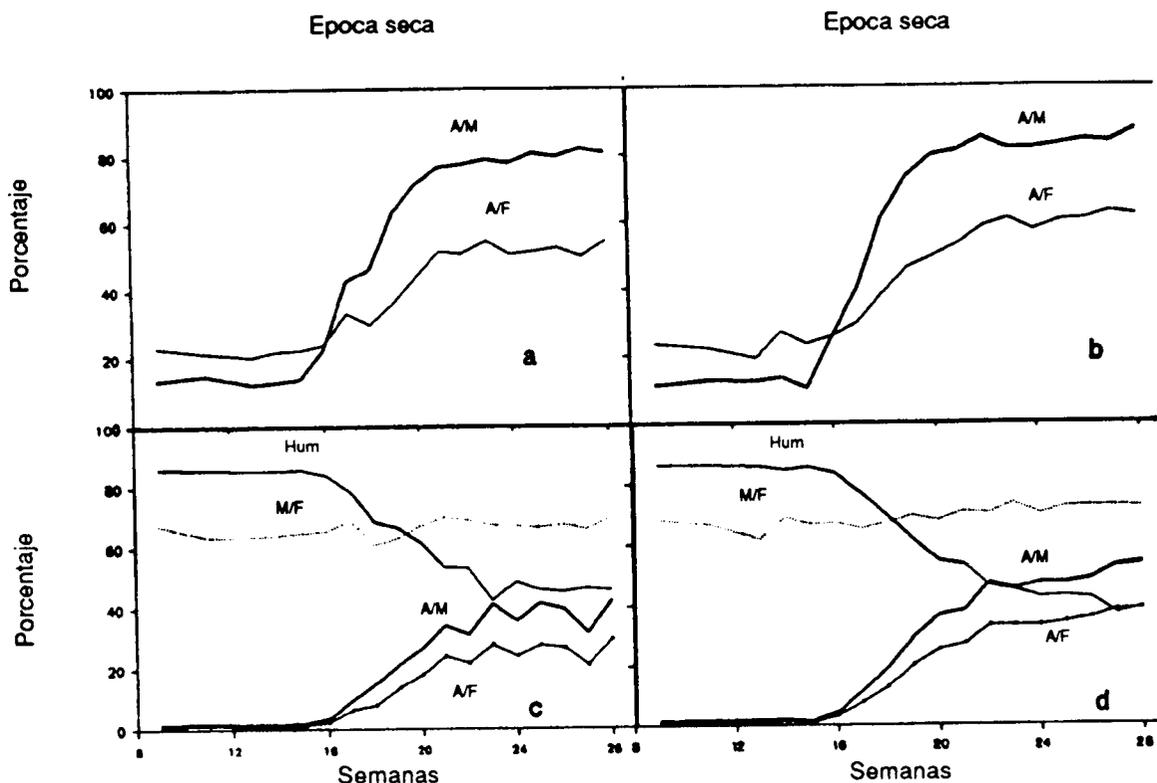


Fig. 1. Porcentaje de algunos componentes del fruto de palma aceitera determinados en base seca (a,b) y base húmeda (c,d) en dos épocas del año (A/M= aceite sobre mesocarpio, M/F= mesocarpio sobre fruto, Hum= humedad, A/F= aceite sobre fruto).

El Cuadro 2 y la Figura 2 muestran las cantidades de frutos sueltos antes y después de la cosecha a partir de la semana 18. Antes de esta semana en la época lluviosa y de la semana 21 en la época seca, no ocurre ningún desprendimiento de frutos.

La variación esperada en el número de frutos sueltos antes de la cosecha, depende del tiempo que transcurra entre un ciclo de corta y el siguiente. Entre mayor sea la duración de este ciclo, mayor será la variación en el número de frutos sueltos.

En promedio, se encuentran 15 frutos caídos antes de la cosecha en la época lluviosa y 120 en la época seca en el momento que los frutos en el racimo alcanzan su máxima concentración de aceite. Considerando las curvas de desprendimiento acumulado, esto representa criterios de corta de alrededor de 5 a 40 frutos sueltos antes de la cosecha.

El Cuadro 3 presenta los coeficientes de correlación (r) entre algunas de las variables

evaluadas. El contenido de aceite en el mesocarpio y la edad del racimo, mostraron valores de r altos y significativos en las 2 épocas; algo similar sucedió con el número de frutos sueltos antes y después de la cosecha. No se encontró correlación entre los frutos sueltos y el porcentaje de aceite.

Astúa y Richardson (1981) mencionan la existencia de una correlación entre el número de frutos sueltos antes y después de la cosecha en San Alejo, Honduras ($r = 0,92$). Aún cuando el valor de r encontrado en Coto 47 es menor, es clara la relación entre ambas variables, lo cual reafirma la posibilidad de utilizar la primera de ellas como un criterio de cosecha.

En este caso no se encontró correlación entre el número de frutos sueltos y el porcentaje de aceite en el mesocarpio, tal vez como resultado de la limitada cantidad de muestras recolectadas. Sin embargo, la correlación existente entre la edad del racimo y el contenido de aceite indica que es posible determinar un número de frutos sueltos antes

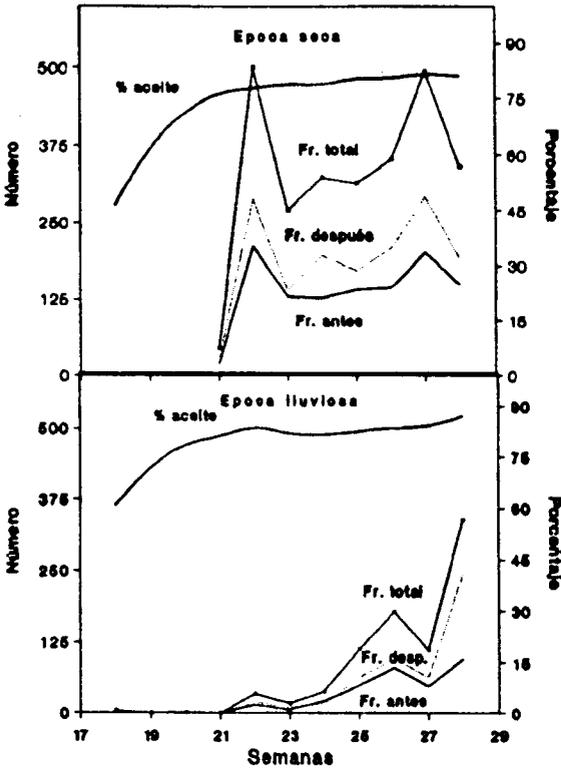


Fig. 2. Porcentaje de aceite y número de frutos caídos antes y después de la cosecha de racimos de palma aceitera en dos épocas del año.

de la cosecha como criterio si se incrementa la cantidad de observaciones. Debe indicarse que el tamaño de la muestra para ésta investigación se definió para la variable aceite/mesocarpo que presenta un coeficiente de variación muy inferior al mostrado por el número de frutos sueltos.

Los valores encontrados para la variable frutos sueltos son relativamente altos; aunque, debido al tamaño de los racimos evaluados, en la época seca el porcentaje de frutos sueltos antes de la cosecha cuando se obtiene el máximo contenido de aceite, se encuentra dentro del ámbito propuesto por Wood *et al.* (1985b) del 6 al 9%. En la época lluviosa el porcentaje es mucho menor.

Astúa y Richardson (1981) encontraron que en palmas tipo ténera de 9 años de edad, la práctica de cosecha que mejor se ajustó a este valor de frutos sueltos fue el cortar con ciclos de 4 días y siempre que al menos 14 frutos se hubiesen desprendido.

De acuerdo con los datos presentados, con la forma en que se programan las labores de cosecha y con las curvas de desprendimiento acumulado de los frutos, es posible considerar criterios de corta de 5 frutos sueltos antes de la cosecha durante la época lluviosa. El número de frutos será mucho más alto para la época seca, además debe tomarse en cuenta que la edad de las palmas y del peso de los racimos afectan el desprendimiento de los frutos.

Cuadro 1. Porcentaje de aceite/mesocarpo en frutos de palma aceitera a lo largo de su desarrollo en dos épocas del año.

Edad (semanas)	Epoca seca		Epoca lluviosa	
	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda
9	13,33 ± 1,76	1,69 ± 0,14	11,02 ± 1,49	1,51 ± 0,21
11	14,83 ± 1,99	2,05 ± 0,25	12,31 ± 0,96	1,69 ± 0,13
13	12,17 ± 0,46	1,74 ± 0,08	12,24 ± 1,03	1,74 ± 0,16
14	12,83 ± 0,76	1,87 ± 0,14	13,25 ± 0,99	2,04 ± 0,27
15	13,83 ± 0,58	1,97 ± 0,14	10,10 ± 1,06	1,47 ± 0,17
16	22,33 ± 2,97	3,55 ± 0,54	25,17 ± 4,05	4,46 ± 0,91
17	43,00 ± 5,66	9,65 ± 1,74	39,57 ± 6,00	11,37 ± 3,14
18	46,50 ± 5,09	15,05 ± 3,76	60,62 ± 4,53	18,88 ± 2,19
19	63,54 ± 3,03	21,47 ± 2,55	72,80 ± 3,84	29,04 ± 3,37
20	71,50 ± 3,12	26,85 ± 3,28	79,27 ± 1,91	36,61 ± 2,47
21	76,83 ± 1,24	34,44 ± 2,03	80,62 ± 1,58	37,98 ± 1,61
22	77,54 ± 0,88	31,31 ± 2,97	84,85 ± 0,82	47,22 ± 1,29
23	79,17 ± 1,53	41,53 ± 2,30	81,43 ± 2,03	45,22 ± 2,15
24	78,17 ± 1,49	35,94 ± 3,28	81,45 ± 1,56	47,10 ± 2,11
25	80,83 ± 1,45	41,75 ± 2,71	82,54 ± 1,62	47,20 ± 1,63
26	79,85 ± 1,90	39,88 ± 3,11	84,00 ± 1,07	48,55 ± 2,02
27	82,33 ± 1,90	31,66 ± 3,81	83,43 ± 2,38	52,70 ± 2,04
28	81,08 ± 1,70	42,46 ± 3,86	87,00 ± 1,59	53,46 ± 2,13

± error estándar

Cuadro 2. Número y porcentaje promedio de frutos de palma aceitera desprendidos antes y después de la cosecha en dos épocas del año¹.

Edad	Epoca seca				Epoca lluviosa			
	Nº		%		Nº		%	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
18	0	0	0	0	2,9	1,4	2,12	0,97
19	0	0	0	0	0	0	-	-
20	0	0	0	0	0,5	0,5	0,25	0,27
21	18,5 ± 2,23	26,0 ± 3,82	0,8	1,2	0	0	-	-
22	211,5 ± 51,72	288,5 ± 73,46	9,7	11,0	15,3 ± 8,86	19,8 ± 14,6	1,76	2,59
23	129,2 ± 29,43	139,9 ± 34,45	6,0	7,2	6,5 ± 3,28	11,4 ± 5,27	0,76	1,27
24	127,0 ± 33,8	196,5 ± 44,67	7,0	12,0	21,8 ± 8,81	17,1 ± 7,59	1,55	1,23
25	142,2 ± 44,84	172,4 ± 43,9	6,8	9,4	49,4 ± 22,99	64,4 ± 26,48	2,98	3,74
26	144,2 ± 25,60	209,3 ± 38,66	11,2	15,7	80,6 ± 29,34	97,4 ± 29,51	4,21	4,55
27	202,2 ± 29,87	292,2 ± 60,05	14,5	20,6	47,9 ± 16,10	63,5 ± 25,22	1,13	1,50
28	149,5 ± 28,56	191,7 ± 41,47	7,4	10,2	96,0 ± 34,49	242,7 ± 98,89	4,15	10,99

1 ± error estándar

Cuadro 3. Valores del coeficiente de correlación encontrados en el estudio sobre acumulación de aceite en frutos de palma, en dos épocas del año.

	FSA	FSD	A/M (base seca)	A/M (base húmeda)
Edad	0,21 ^{ns} (0,09 ^{ns})	0,38 ^{ns} (0,11 ^{ns})	0,87 ^{**} (0,88 ^{**})	0,88 ^{**} (0,81 ^{**})
FSA	---	0,68 ^{**} (0,78 ^{**})	(-0,10 ^{ns})	(-0,19 ^{ns})
FSD	---	---	(0,12 ^{ns})	(-0,04 ^{ns})

FSA = frutos sueltos antes de la cosecha; FSD = frutos sueltos después de la cosecha.

A/M = porcentaje de aceite sobre mesocarpo. Valores entre paréntesis se refieren a la época seca.

ns = no significativo; ** = altamente significativo según el valor t de Student.

La curva de acumulación de aceite en la Figura 1 es similar a la observada por diferentes investigadores (Rajanaidu *et al.*, 1985), pero el momento en que ocurre la máxima tasa de síntesis puede variar en respuesta a condiciones ambientales, edad de la palma y época del año.

Debe recalarse que aún cuando no pueda asociarse con precisión un número frutos desprendidos con diferentes grados de madurez del racimo, es evidente que racimos inmaduros no desprenden frutos y que este fenómeno se presenta al final de la etapa de máxima síntesis de aceite. De aquí que el manejo de los criterios de cosecha debe ser considerado a través de la variación que muestren estos factores.

RESUMEN

Se realizó un ensayo en palmas Deli dura de 12 años de edad en Coto 47, Puntarenas, Costa Rica, durante la época húmeda de 1990 (abril a octubre) y la época seca de 1991 (enero a mayo) para determinar la variación en el contenido de aceite en frutos de palma aceitera a lo largo de su desarrollo y asociar esta característica con el desprendimiento de los frutos. Durante estos períodos se recolectaron muestras de 30 frutos cada una, en racimos de 9 a 28 semanas de edad, a través de todo el período, hasta obtener 12 muestras por edad. Las muestras fueron analizadas para los componentes del racimo según la metodología de

Blaak *et al.* (1963). En racimos maduros también se hizo un recuento del número de frutos desprendidos antes y después de la cosecha. Se observó que la tasa de acumulación de aceite en el fruto se incrementó 16 semanas después de la antesis en forma acelerada hasta 22 semanas, cuando se alcanzó el máximo. El desprendimiento de los frutos así como el cambio de coloración son procesos simultáneos al aumento en la síntesis de aceite. Se observaron correlaciones entre el contenido de aceite en el mesocarpio y la edad del racimo, así como entre el número de frutos desprendidos antes y después de la cosecha. Es posible proponer un criterio de cosecha según el número de frutos sueltos antes de ésta, sin embargo el valor depende de la época del año y de la forma en que se programen las labores de corta.

LITERATURA CITADA

- ASTUA, A.; RICHARDSON, D.L. 1981. Quepos Harvest Experiment. Palm Research Program. 24 p.
- AZIS, A.A. 1985. 1. The biochemical aspects of ripeness standard. *In Proc. of the Symp. on impact of the pollinating weevil on the Malaysian oil palm industry*, PORIM. Kuala Lumpur. pp. 165-176.
- BLAAK, G.; SPARNAAIJ, L.D.; MENENDEZ, T. 1963. Breeding and Inheritance in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) part 2: Methods of bunch quality analysis. *J. W. AF. Inst. Oil Palm Res.* 4:146-155.
- RAJANAIDU, N.; TAN, G.P.; RAO, V. 1985. 2. Harvesting and estimation of oil in a bunch. *In Proc. of Symp. on impact of pollinating weevil on the Malaysian oil palm industry*, PORIM. Kuala Lumpur. pp. 177-186.
- SIREGAR, I.M. 1976. Assesment of ripeness and crop quality control. *In Proc. Malay. Int. Agric. Oil Palm Conf.* Kuala Lumpur. pp.711-925.
- SOUTHWORTH, A. 1976. Oil palm harvesting - a practical approach to the optimization of oil quantity and quality. *In Proc. Malay. Int. Agric. Oil Palm Conf.* Kuala Lumpur. pp.726-740.
- WILLIAMS, C.N.; H.S.V.Y.C. 1970. Oil Palm cultivation in Malaya. Kuala Lumpur, University of Malaya Press. 190 p.
- WOOD, B.J.; LOONG, S.G.; SAID, A.I.; LEE, M.H.; KUAH, S.K. 1985a. Mill recovery of palm oil from fresh fruit bunches (FFB) harvested to various ripeness standard. *In Proc. of Symp on impact of the pollinating weevil on the Malaysian oil palm industry*, PORIM. Kuala Lumpur. pp. 255-266.
- WOOD, B.J.; SAID, A.I.; LOONG, S.G.; CHEW, S.C. 1985b. A preliminary report on a longterm study of the effect of oil palm harvesting strategy on product recovery, including a comparison before and after weevil pollination. *In Proc. of Symp on impact of pollinating weevil on the Malaysian oil palm industry*, PORIM. Kuala Lumpur. pp. 187-218.