

Desarrollo y maduración de frutos en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) e híbridos OxG (*E. oleifera* x *E. guineensis*.) de Unipalma S.A.



Iván E. Ochoa C.

Biólogo, Ph.D.

Gerente Técnico, Departamento
de Mejoramiento y Semillas,
Unipalma S.A.
iochoa@unipalma.com

Carlos A. Suárez M.

Ingeniero Agrónomo, Universidad
Nacional de Colombia
Sede Bogotá

Daniel G. Cayón S

Ingeniero Agrónomo, M. Sc.
Profesor Asociado, Facultad de
Agronomía, Universidad Nacional
de Colombia Sede Bogotá
E-mail: dgcayons@unal.edu.co

Palabras CLAVE

Palma de aceite, palma híbrida, *Elaeis guineensis*, *E. guineensis* x *E. oleifera*,
crecimiento y desarrollo de racimos,
criterios de madurez del fruto,
acumulación de aceite en racimo.

Oil palm, hybrid palm, *Elaeis guineensis*, *E. guineensis* x *E. oleifera*,
bunch growth and development, fruit
ripening criteria,
oil accumulation in bunch.

Development and Ripening of Bunch in DxP palm (*E. guineensis* Jacq.) and Two Interspecific OxG Hybrids (*E. oleifera* x *E. guineensis*) at Unipalma S.A.

Resumen



Los criterios de cosecha en los híbridos OxG se han extrapolado de *E. guineensis*, realizándose sin conocimiento preciso del crecimiento y maduración de los racimos. Se estudiaron los cambios fisiológicos durante estas etapas de los racimos en un material DXP de origen Brabanta x Ekona. Nifor y dos híbridos interespecíficos OxG de origen Ekona x Nifor (OxG1) y Brabanta.Deli x Yangambi Nifor (OxG2).

Se seleccionaron 36 inflorescencias en antesis para analizar el crecimiento y cambios en color de los frutos, y a partir de 84 días después de antesis (DDA), el contenido de aceite en los frutos internos, externos y partenocárpicos del racimo en un diseño experimental completamente al azar, tres repeticiones y doce fechas de muestreo. El híbrido OxG1 presentó mayor acumulación de materia seca en el racimo e inició acumulación de aceite 112 DDA. El híbrido OxG2 inició acumulación de aceite 126 DDA. El híbrido OxG2 presentó mayor contenido de aceite/racimo (32%), siendo los frutos partenocárpicos los de mayor participación. Para el DxP y el híbrido OxG1 el porcentaje de aceite fue 24%, siendo los frutos normales externos los de mayor proporción. Los cambios de pigmentación de frutos iniciaron a los 112 DDA y el desprendimiento y rajado de los frutos entre 140 y 154 DDA. En la maduración completa del racimo (168 DDA), el híbrido OxG2 presentó sus frutos rajados con poco desprendimiento natural, mientras que en el híbrido OxG1 y el DxP el desprendimiento de frutos fue alto y el rajado mínimo.



Abstract

The criteria for harvest in OxG hybrids have been extrapolated from *E. guineensis*, being fulfilled without accurate knowledge about bunch growth and ripening. The physiological changes during bunch growth and ripening in a DxP material of Brabanta x Ekona. Nifor origin and two OxG interspecific hybrids of Ekona x Nifor (OxG1) and Brabanta. Deli x Yangambi. Nifor (OxG2) origin were analysed.

At anthesis, 36 inflorescences were selected to analyse fruit growth and color changes and, as of 84 days after anthesis (DAA), oil content in the internal, external, and parthenocarpic fruits of the bunch in a completely randomized design, three repetitions, and 12 sampling dates. OxG1 hybrid presented greater dry matter accumulation in the bunch and initiated oil accumulation 112 DAA. OxG2 hybrid initiated oil accumulation 126 DAA and it presented higher oil/bunch content (32%), being the parthenocarpic fruits those of greater participation. For DxP and OxG1 hybrid, oil percentage was 24%, being the external normal fruits those of greatest proportion. Fruit pigment changes initiated 112 DAA and fruit detachment and splitting between 140 and 154 DAA. When the bunch was fully ripened (168 DAA), OxG2 hybrid presented fruit splitting with little natural detachment, whereas in OxG1 hybrid and DxP, fruit detachment was high and splitting was minimum.



Introducción

Una de las mayores limitaciones de la producción de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia lo constituye la enfermedad Pudrición del cogollo (PC), que ha devastado grandes áreas productivas. Los híbridos interespecíficos OxG son una alternativa excelente por su resistencia parcial a esta enfermedad, la calidad de aceite con alto contenido de ácidos grasos insaturados, y cantidades apreciables de carotenos y vitamina E (Le Guen *et al.*, 1993; Bernal, 2004; Rey *et al.*, 2004; Rocha *et al.*, 2006) y buenos rendimientos en kg/ha de fruta fresca.

La composición del aceite de los híbridos interespecíficos se considera intermedia entre las dos especies, indicando herencia aditiva (Hardon, 1969), lo cual representa una gran ventaja para los híbridos ya que el mayor contenido de ácidos grasos insaturados (oleico y linoleico), un índice de yodo más alto, la extracción promedia de aceite 18% y los buenos rendimientos (kg/ha) de fruta fresca los han llevado a competir más de cerca con la palma de aceite.

Sin embargo, muchas de las tecnologías y criterios de manejo agronómico se han extrapolado de *E. guineensis*, principalmente los criterios de cosecha de los racimos, haciendo impreciso el reconocimiento del momento oportuno de la maduración de los racimos, lo cual dificulta la cosecha. Los híbridos han mostrado menor desprendimiento de frutos en los racimos maduros y la acidez de su aceite se incrementa a una tasa mucho menor una vez el fruto alcanza su madurez de cosecha, de tal manera que los ciclos de cosecha podrían extenderse (Sambanthamurthi *et al.*, 1995). Los híbridos han presentado inconvenientes en su manejo agronómico y cosecha por no conocerse en detalle los procesos fisiológicos y bioquímicos de la maduración de los frutos del racimo (Cayón, 1998).

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el desarrollo y maduración de frutos de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) e híbridos interespecíficos OxG de Unipalma S.A. para establecer los criterios de cosecha de los racimos para cada material.

Materiales y métodos

El estudio se realizó entre agosto de 2011 y febrero de 2012 en la Hacienda Cuernavaca de la empresa Unipalma S.A. (4°18'09.14" N; 73°14'03.93" W), localizada en el municipio de Paratebueno (Cundinamarca), a una altitud de 350 msnm, temperatura máxima 34 °C y mínima 22 °C, humedad relativa de 72,3%, precipitación anual de 2.286 mm, 1.948 horas de sol/año y una radiación integrada de 5.620 calorías/cm².

Se utilizó un material *E. guineensis* de origen Bra x Ek.Nf y dos híbridos OxG de origen O x (Bra.De x Ybi.Nf) (OxG1) y O x Ek.Nf (OxG2). Estos materiales de siembra 2004, fueron escogidos por presentar las mejores producciones dentro del ensayo (PT04-3 y PT04-5). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con tres repeticiones y trece muestreos. En cada material se seleccionaron 39 inflorescencias femeninas en antesis y se polinizaron en forma asistida. A partir de catorce días después de antesis (DDA) y hasta 168 DDA, se cosecharon tres racimos/material cada catorce días y se realizaron los análisis de racimos con el método Nifor (Corley y Tinker, 2009).

Cada racimo cosechado se desespigó y se tomó una muestra de 3.000 g y se pesó el raquis; luego esta muestra se desfrutó separando los frutos normales internos (NInt), normales externos (NExt) y partenocárpicos rojos (Pr) y se registró el número y peso de cada tipo de fruto. De cada tipo de fruto se tomó una muestra al azar de treinta frutos, según recomiendan Rao *et al.* (1983) y Cirad (1980) y, para garantizar la representatividad de la muestra, se tuvo en cuenta el peso de tolerancia del laboratorio de mejoramiento y semillas de Unipalma S.A. La muestra de frutos fue despulpada para separar completamente el mesocarpio de la nuez; las nueces se pesaron y secaron en un horno eléctrico a 105 °C. Se tomó un recipiente para cada tipo de fruto y se le agregó el mesocarpio húmedo proveniente de los treinta frutos y se pusieron a secar en un horno a 105 °C hasta obtener un peso seco constante. Posteriormente, la muestra de mesocarpio seca fue

pesada y de ella se tomó una submuestra de 10 g que se trituro y se puso sobre un filtro para la extracción del aceite usando el método de Soxhlet que utiliza éter de petróleo o bencina como solvente.

Se hizo el registro fotográfico del cambio de color durante el desarrollo de los frutos, y se observó y registró el desprendimiento y rajado natural de los frutos del racimo.

Crecimiento, desarrollo y acumulación de aceite

Materia seca

Se evaluó la acumulación de materia seca de cada uno de los componentes del racimo tomando muestras del raquis, las espiguillas y los frutos desde los 14 hasta los 70 DDA (días después de antesis); y a partir de los 84 DDA hasta 182 DDA; aprovechando el análisis de racimo se prosiguió en las mediciones, pero los frutos fueron separados en mesocarpio, hueso, almendra y aceite.

Acumulación de aceite

A partir de 84 DDA hasta 182 DDA se determinó la acumulación de aceite realizando análisis de racimo con el método Nifor (Corley y Tinker, 2009). Antes del corte del racimo se registró el número de frutos sueltos y rajados y, una vez cosechado el racimo con el pedúnculo cortado a ras, se registró su peso. Posteriormente, los racimos fueron desespigados, tomándose una muestra de 3.000 g de espiguillas con frutos y se pesó el raquis. A continuación la muestra fue desfrutada y los frutos fueron clasificados en normales internos (NInt), normales externos (NExt) y partenocárpicos rojos (Pr), registrándose el peso y el número para cada tipo de fruto. Para cada grupo de frutos se tomó una muestra al azar de treinta frutos, según recomiendan Rao *et al.* (1983) y Cirad (1980). Para asegurarse de que la muestra de frutos fuera representativa, se tuvo que cumplir el peso de tolerancia según recomendaciones del laboratorio de mejoramiento y semillas de Unipalma S.A.



$$\frac{\text{Peso de frutos muestra de espigas}}{\text{Número de frutos muestra espigas}} - \frac{\text{Peso de los 30 frutos}}{30} = (\pm)^*$$

Tabla 1. Peso de tolerancia de racimos.

Peso frutos (g)	*Tolerancia (g)
4	0,2
6	0,3
8	0,4
10	0,5
12	0,6
14	0,7

(Tabla 1):

La muestra fresca fue despulpada para separar el mesocarpio de la nuez, evitando dejar trazas de mesocarpio sobre esta. Las nueces fueron pesadas y secadas en un horno eléctrico a 105° C para su posterior separación de la almendra del cuesco. En un recipiente por separado para cada tipo de fruto, se depositaron las distintas muestras del mesocarpio húmedo proveniente de los treinta frutos y, posteriormente, se pusieron a secar en un horno a 105° C hasta obtener un peso seco constante. A la muestra completamente seca del mesocarpio, se le registró su peso y se procedió a tomar una submuestra de 10 g, que se trituró y empacó en sobre de papel filtro para la extracción del aceite usando el método de Soxhlet que utiliza éter de petróleo como solvente.

Frutos desprendidos y rajados

Antes de la cosecha se revisó y cuantificó el número de frutos sueltos y rajados en los racimos maduros.

Color de frutos

Para cada fecha de muestreo se tomaron registros fotográficos de los frutos externos del racimo y para cada tipo de fruto se evaluó el co-

lor de la cáscara o epicarpio de la parte basal, central y apical. Para el registro fotográfico se utilizó una cámara Kodak M853 de 8,2 megapíxeles y, mediante la utilización del Software Adobe® Photoshop® CS4, se determinó el color de los frutos con la escala RGB (Red-Green-Blue).

Resultados y discusión

Materia seca y aceite

Las curvas de acumulación de materia seca en los racimos de los tres materiales presentaron el modelo sigmoïdal típico del crecimiento (Figura 1). La máxima acumulación de materia seca en el racimo, un índice en que los racimos alcanzaron la madurez fisiológica, fue a los 154 DDA en los dos híbridos y 168 DDA en el material *E. guineensis* (Bra x Ek.Nf), siendo el híbrido O x EK.Nf el de mayor acumulación de materia seca en el racimo.

En la Figura 2 se presenta la curva de acumulación de aceite en el racimo de los tres materiales estudiados, observándose que el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) obtuvo el mayor porcentaje de aceite en el racimo (32%). El aceite en el racimo del material *E. guineensis*

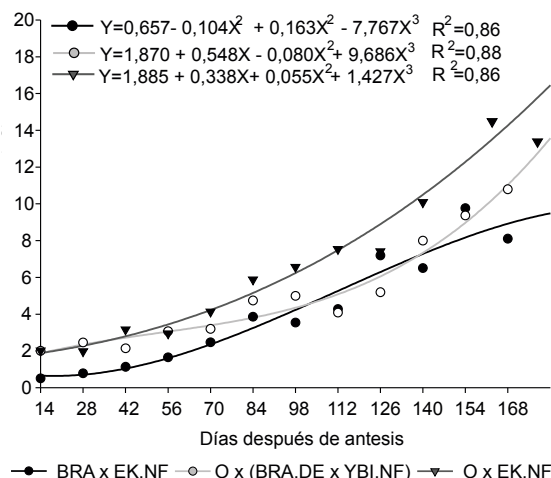


Figura 1. Acumulación de materia seca durante el desarrollo del racimo en *E. guineensis* y dos híbridos O x G de Unipalma.

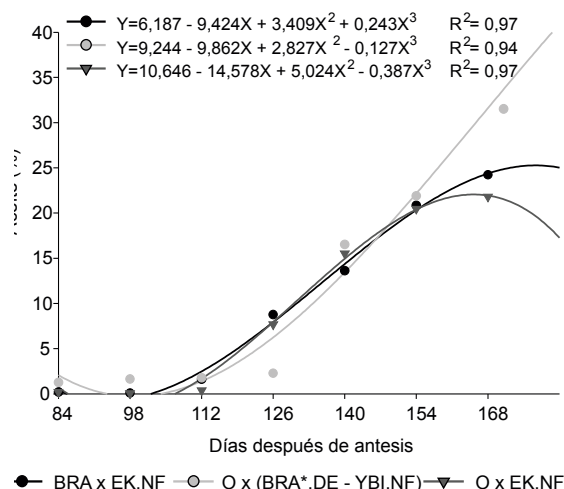


Figura 2. Acumulación de aceite (%) durante el desarrollo del racimo en *E. guineensis* y dos híbridos OxG de Unipalma.

comenzó a acumularse desde 112 DDA mientras que en los dos híbridos comenzó desde los 126 DDA. El material *E. guineensis* (Bra x Ek.Nf) y el híbrido O x Ek.Nf alcanzaron el mayor porcentaje de aceite a los 154 y 168 DDA respectivamente, mientras que el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) continuó acumulando aceite hasta 168 DDA.

En un trabajo con dos híbridos OxG, González (2011) encontró que en el híbrido A el peso seco del racimo fue máximo 154 DDA y el 70% del aceite en los frutos se acumuló entre 98 y 126 DDA alcanzando el máximo 168 DDA, mientras que en el híbrido B el máximo peso seco del racimo se logró 140 DDA y más del 90% del aceite en los frutos se acumuló entre 98 y 140 DDA alcanzando también el máximo 168 DDA. En Tumaco, Gómez y Silva (2010) encontraron en híbridos que, tanto en época de invierno y verano, los racimos tuvieron 25 a 30% de aceite.

El proceso de acumulación de aceite en los frutos normales internos, normales externos y partenocárpico durante el desarrollo del racimo presentado en la Figura 3 muestra que la acumulación de aceite en los tres tipos frutos fue significativa a partir de 112 DDA y máxima a los 168 DDA. Al respecto, Ruiz (2000) dice que el aceite en las etapas tempranas del desarrollo del racimo es insignificante, luego sigue un incremento repentino a partir de la semana dieciséis hasta la veinte, cuando ocurre la maduración del

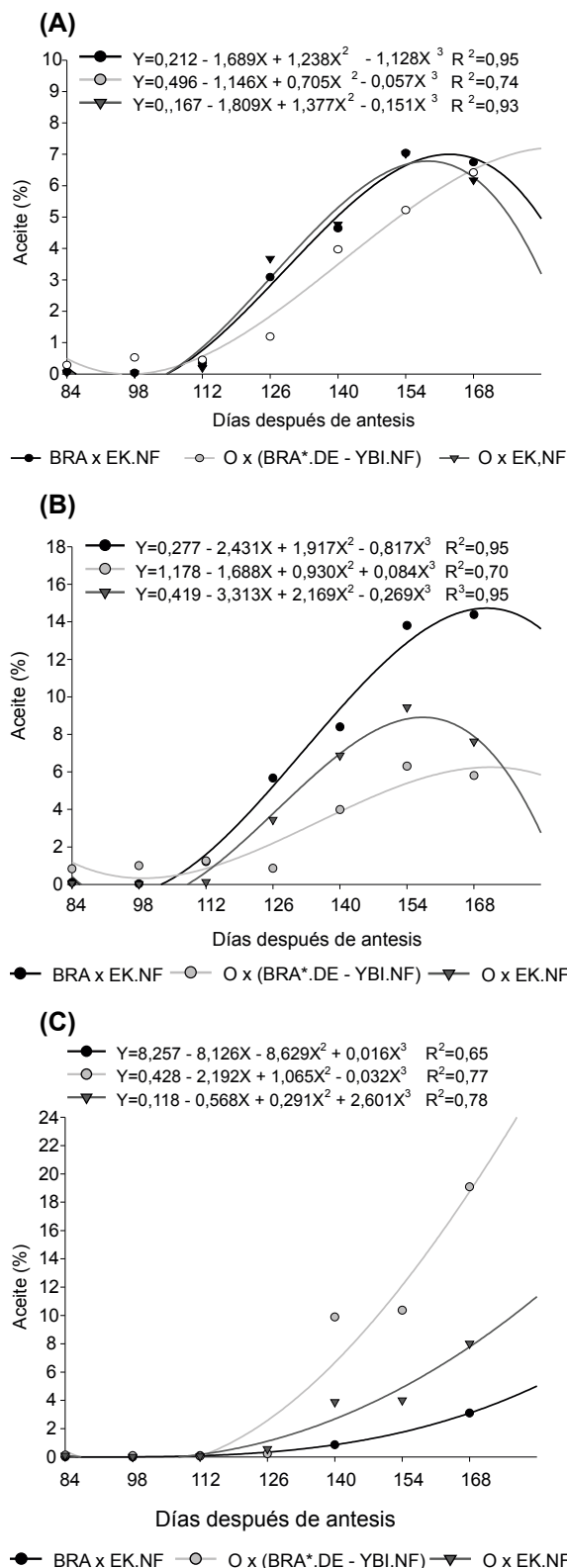


Figura 3. Acumulación de aceite (%) en los frutos normales internos (A), normales externos (B) y partenocárpico (C) durante el desarrollo del racimo en el material *E. guineensis* y dos híbridos OxG de Unipalma.



racimo, con incrementos insignificantes durante la semana siguiente. En el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) los frutos partenocárpicos acumularon mucho más aceite que los normales externos e internos del racimo, mientras en el híbrido O x Ek.Nf los partenocárpicos acumularon el mismo porcentaje de aceite que los normales externos, pero ligeramente más que los normales internos; a diferencia de los híbridos, los frutos normales del material *E. guineensis* (Bra x EK.Nf) acumularon más aceite que los internos y partenocárpicos.

La Figura 4 muestra que la acumulación de aceite en el mesocarpio de los frutos también se ajustó al modelo sigmoideal de crecimiento. En los tres materiales, la síntesis de aceite se inició más rápido (84 DDA) en los frutos normales (internos y externos) que en los partenocárpicos (112 DDA), pero el máximo porcentaje de aceite en el mesocarpio lo alcanzaron todos al momento de la maduración de los racimos (168 DDA). Esto demuestra, para los híbridos, que los frutos internos del racimo alcanzan la madurez fisiológica (máximo contenido de aceite) al mismo tiempo que los frutos externos.

Wood *et al.* (1985) y Bealing (1987) estudiaron el contenido de aceite de los frutos externos e internos de las espiguillas del racimo de palmas *E. guineensis* y encontraron que el porcentaje de aceite en el mesocarpio de los frutos normales fue casi constante y no muy superior al de los frutos internos más pálidos, lo cual indica que los racimos con una proporción alta de frutos internos no tienen menor contenido de aceite/racimo debido a esta causa, y que no se incrementaría la producción de aceite si la cosecha de los racimos es aplazada por la idea errónea de esperar la madurez de los frutos internos.

Estos resultados y la contribución de los frutos al contenido de aceite en el racimo mostrada en la Figura 5, demuestran claramente que en el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) los frutos partenocárpicos aportaron mayor cantidad de aceite al racimo que los frutos normales, mientras en el híbrido O x Ek.Nf el aporte de los tres tipos de frutos fue similar, a diferencia del material *E. guineensis*, en el que el mayor

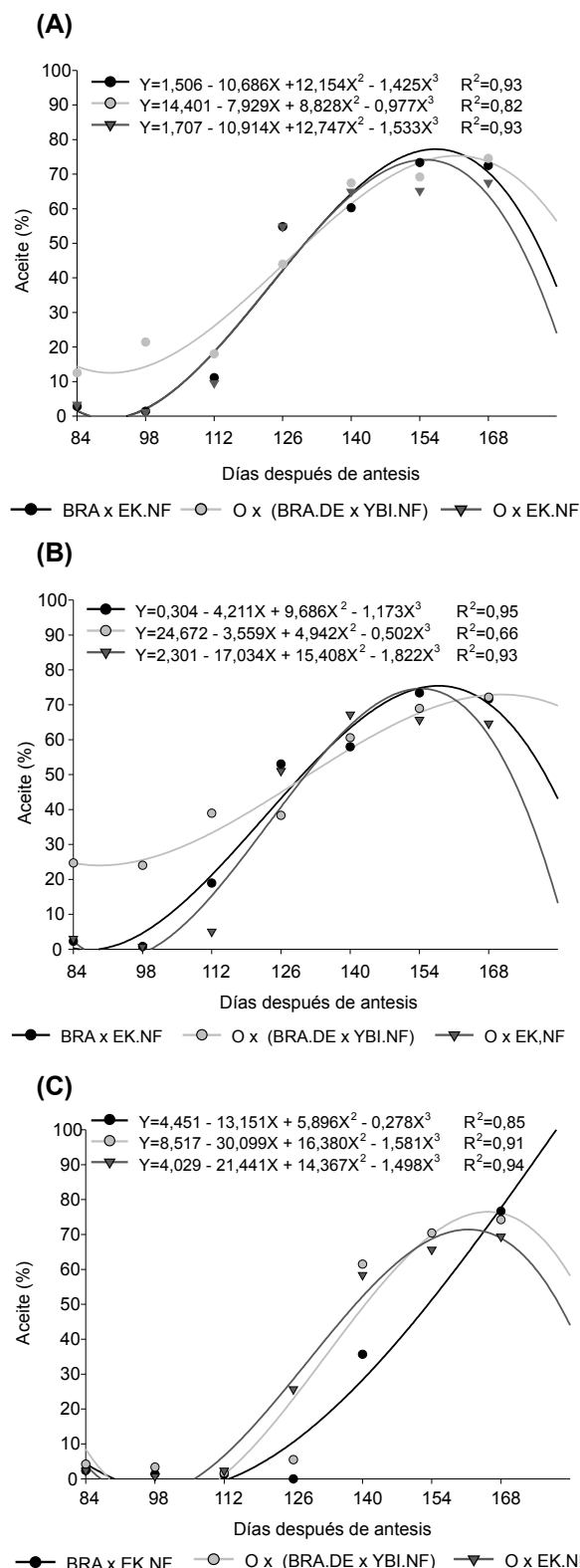


Figura 4. Acumulación de aceite (%) en el mesocarpio durante el desarrollo de los frutos normales internos (A), normales externos (B) y partenocárpicos (C) del racimo en *E. guineensis* y dos híbridos O x G de Unipalma.

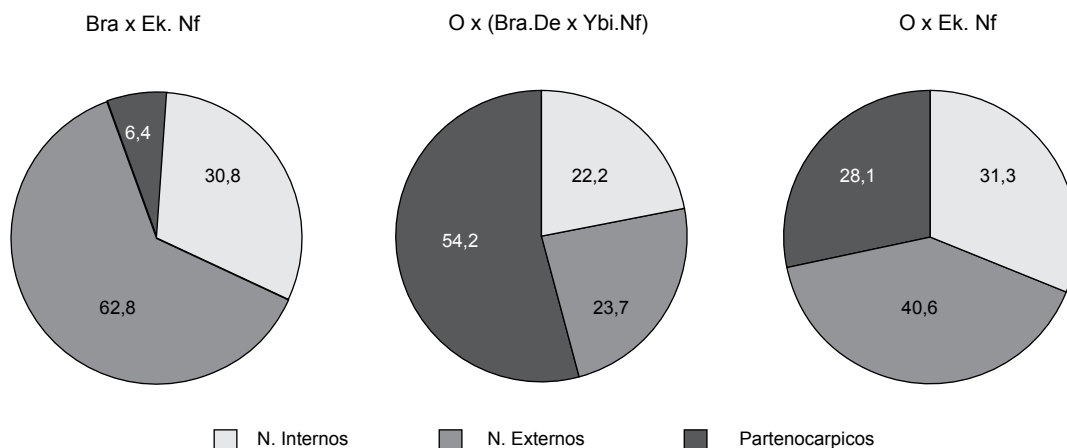


Figura 5. Contribución de los frutos normales internos, normales externos y partenocárpico al contenido de aceite del racimo (%) en *E. guineensis* y dos híbridos O x G de Unipalma.

aporte lo hacen los frutos normales. Varios trabajos resaltan el aporte del aceite de los frutos partenocárpico rojos al racimo, que puede ser entre 35 y 42% (González, 2011) y entre 47 y 58% (Torres *et al.*, 2004).

Frutos desprendidos y rajados

El desprendimiento y rajado de frutos se inició entre 140 y 154 DDA (Figura 6). Los racimos del material *E. guineensis* (Bra x Ek.Nf) presentaron el mayor desprendimiento de frutos a los 154 DDA (40 frutos/racimo) y 168 DDA (100 frutos/racimo), seguido por el híbrido O x Ek.Nf, mientras que en el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) prácticamente no se presentó desprendimiento de frutos. Por el contrario, el rajado de los frutos en los racimos fue menor en el material *E. guineensis* que en los dos híbridos, pero significativamente mayor en los racimos del híbrido O x Ek.Nf que en el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) tanto a los 154 DDA como a los 168 DDA.

El hecho de que el híbrido O x Ek.Nf tuviera un número significativamente mayor de frutos desprendidos que el otro híbrido y prácticamente no difiriendo significativamente del material Bra x Ek.Nf, con el que comparte el mismo origen del parental Pisífera (Ek.Nf), podría sugerir un cierto grado de relación entre el origen de dicho parental y el mayor o menor desprendimiento de frutos. En cuanto al

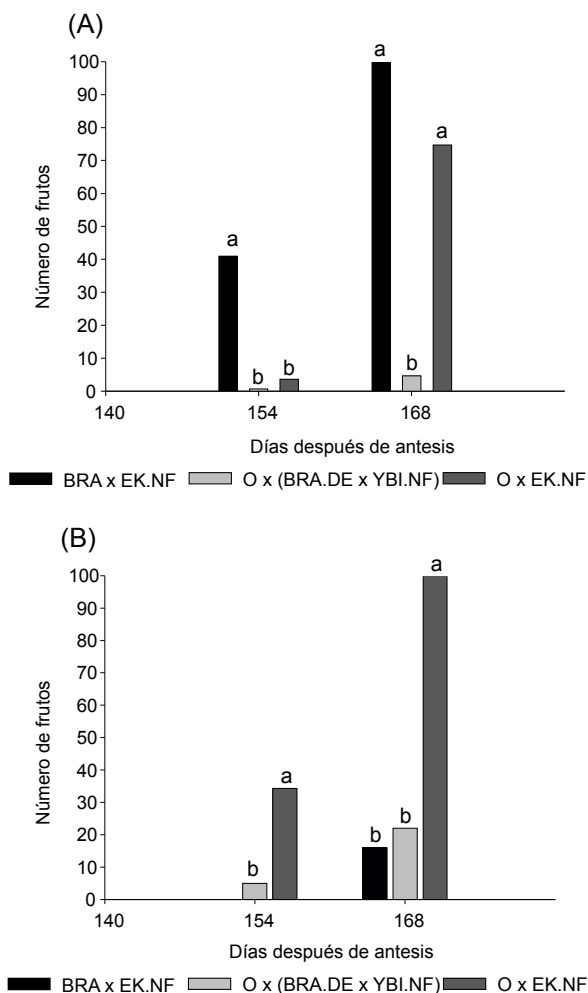


Figura 6. Presencia de frutos desprendidos (A) y rajados (B) en los racimos maduros de *E. guineensis* y dos híbridos O x G de Unipalma.



rajado de los frutos esta es una característica común en los híbridos y solo se presenta en los materiales *E. guineensis* ya en etapas muy avanzadas de maduración del racimo. Por tanto, como criterio de cosecha se debe aplicar a los híbridos en combinación con el desprendimiento de cierto número de frutos tal como proponen Gómez y Silva (2010).

Siempre han existido discrepancias sobre la relación del punto óptimo de madurez de los frutos y su desprendimiento del racimo (Cayón, 1998), y varios autores establecen diferentes criterios de cosecha de acuerdo con el número de frutos desprendidos, lo cual puede variar según el origen genético, localización y época del año en que son recolectados (Surre y Ziller, 1969; Ng y Southworth, 1973; Wuidart, 1973; Rajanaidu, Tan y Rao, 1985; Wood *et al.*, 1985; Hartley, 1986; Bealing, 1987; Azis *et al.*, 1993). En híbridos O x G, González (2011) encontró que el fenómeno de frutos rajados en el racimo se empezó a observar desde 154 DDA (1 fruto rajado/racimo) y aumentó hasta 175 DDA cuando se encontraron más de quince frutos rajados/racimo.

Color de frutos

Los cambios en la pigmentación rojiza-anaranjada, debida a los carotenos presentes en el aceite, se observaron desde 112 DDA (Figuras 7A, 7B y 7C). En *E. guineensis* (Bra x Ek.Nf) dicho cambio comenzó primero en los frutos

normales externos de la espiguilla (Figura 7A), mientras que en los dos híbridos O x G comenzó primero en los frutos normales internos (Figura 7B y 7C). Esto concuerda con Hormaza *et al.* (2011) quienes reportan que el progreso de la maduración de los frutos en las espiguillas de híbridos O x G se presenta de forma acropétala mientras que en los materiales *E. guineensis* generalmente es de forma basipétala.

Criterios de cosecha

Dado que la máxima acumulación de aceite en el mesocarpio ocurrió a los 154 DDA y de acuerdo con los resultados de este estudio, el criterio de cosecha para el material *E. guineensis* (Bra x Ek.Nf) podría definirse como la presencia máxima de cuarenta frutos desprendidos y pigmentación en frutos externos vino-tinto oscuro (color RGB=86-16-37). Para los dos materiales O x G, dado su comportamiento diferencial en cuanto al número de frutos desprendidos y rajados, se podría definir como criterio de cosecha para el híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf) la presencia de uno a cinco frutos desprendidos y de 5 a 22 frutos rajados con pigmentación de los frutos externos rojo-anaranjado (color RGB=169-62-48), mientras que para el híbrido O x Ek.Nf, el criterio de cosecha debería establecerse con la presencia de hasta cuatro frutos desprendidos y un máximo de 45 frutos rajados con pigmentación en frutos externos rojo-anaranjado (color RGB=154-37-24).

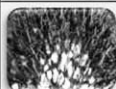
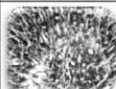
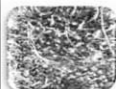
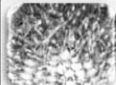
DDA	Apariencia del racimo		Frutos normales internos		Frutos normales externos		Frutos partenocárpicos	
84		Apical	(12-81-44)* 		(17-7-9) 		(46-30-35) 	
		Central	(217-186-83) 		(36-2-5) 		(120-42-24) 	
		Basal	(191-168-85) 		(181-153-51) 		(200-176-98) 	
98		Apical	(85-51-20) 		(22-21-25) 		(8-9-8) 	
		Central	(132-120-30) 		(84-61-19) 		(56-41-12) 	
		Basal	(131-123-55) 		(167-151-59) 		(130-124-49) 	
112		Apical	(87-46-67) 		(31-21-48) 		(41-36-70) 	
		Central	(178-171-93) 		(87-29-51) 		(136-85-85) 	
		Basal	(161-158-91) 		(173-167-107) 		(161-161-109) 	
126		Apical	(119-92-93) 		(38-42-70) 		(84-53-80) 	
		Central	(190-173-99) 		(120-76-77) 		(145-98-85) 	
		Basal	(183-154-77) 		(182-133-72) 		(153-160-101) 	
140		Apical	(171-114-89) 		(37-39-67) 		(16-11-38) 	
		Central	(218-165-73) 		(71-15-43) 		(75-31-33) 	
		Basal	(197-100-15) 		(155-80-45) 		(180-155-62) 	
154		Apical	(214-183-89) 		(83-16-37) 		(93-23-42) 	
		Central	(191-81-57) 		(152-32-31) 		(189-67-44) 	
		Basal	(191-83-52) 		(160-46-46) 		(189-67-44) 	
168		Apical	(79-13-26) 		(97-26-42) 		(79-28-33) 	
		Central	(154-31-15) 		(75-13-26) 		(182-53-23) 	
		Basal	(156-36-16) 		(161-32-20) 		(158-49-24) 	

Figura 7A. Cambios de pigmentación de los frutos en los racimos de *E. guineensis* (Bra x Ek.Nf) de Unipalma después de los 84 DDA.

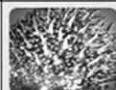
DDA	Apariencia del racimo		Frutos normales internos		Frutos normales externos		Frutos partenocárpicos	
84		Apical	(174-143-78)* 		(42-29-23) 		(38-45-28) 	
		Central	(184-158-93) 		(67-42-19) 		(47-62-7) 	
		Basal	(198-172-120) 		(142-143-27) 		(122-112-21) 	
98		Apical	(196-179-121) 		(51-45-31) 		(44-45-35) 	
		Central	(209-197-138) 		(41-37-28) 		(60-47-25) 	
		Basal	(208-180-130) 		(109-101-14) 		(101-100-33) 	
112		Apical	(222-177-68) 		(51-42-28) 		(40-45-28) 	
		Central	(197-124-36) 		(107-63-16) 		(133-110-48) 	
		Basal	(200-170-105) 		(164-140-44) 		(197-173-106) 	
126		Apical	(189-141-67) 		(61-51-41) 		(44-39-18) 	
		Central	(208-115-32) 		(177-101-31) 		(108-104-33) 	
		Basal	(178-141-52) 		(160-136-43) 		(159-149-61) 	
140		Apical	(196-117-76) 		(90-34-50) 		(76-73-23) 	
		Central	(177-72-65) 		(132-37-35) 		(149-76-37) 	
		Basal	(161-58-38) 		(156-53-39) 		(161-62-30) 	
154		Apical	(167-53-46) 		(142-60-67) 		(140-59-58) 	
		Central	(170-37-25) 		(182-48-37) 		(174-68-45) 	
		Basal	(155-38-24) 		(161-39-26) 		(192-76-24) 	
168		Apical	(204-62-52) 		(169-62-48) 		(131-46-35) 	
		Central	(167-41-33) 		(182-34-24) 		(172-42-29) 	
		Basal	(148-37-36) 		(119-30-18) 		(162-43-21) 	

Figura 7B. Cambios de pigmentación de los frutos en los racimos del híbrido O x (Bra.De x Ybi.Nf). de Unipalma después de los 84 DDA.



DDA	Apariencia del racimo	Frutos normales internos		Frutos normales externos		Frutos partenocárpicos	
84		Apical	(211-176-92)*		(46-39-22)		(48-50-19)
		Central	(222-196-122)		(143-145-38)		(90-79-26)
		Basal	(222-185-125)		(221-193-114)		(144-120-25)
98		Apical	(237-228-158)		(51-50-47)		(50-52-33)
		Central	(214-202-134)		(136-138-35)		(82-90-21)
		Basal	(215-202-134)		(172-153-80)		(174-154-83)
112		Apical	(214-202-134)		(88-130-68)		(45-55-47)
		Central	(195-173-135)		(170-141-72)		(113-126-72)
		Basal	(192-182-155)		(194-180-150)		(169-168-127)
126		Apical	(195-125-48)		(143-142-40)		(83-78-25)
		Central	(203-85-43)		(227-116-34)		(167-131-21)
		Basal	(211-80-46)		(206-131-28)		(194-166-67)
140		Apical	(222-157-91)		(172-71-66)		(141-139-40)
		Central	(204-80-57)		(191-69-48)		(193-88-39)
		Basal	(190-59-32)		(181-93-36)		(191-115-33)
154		Apical	(198-62-42)		(122-33-35)		(190-41-26)
		Central	(143-47-28)		(154-37-24)		(174-25-17)
		Basal	(176-45-23)		(170-36-25)		(182-36-21)
168		Apical	(171-52-36)		(123-58-78)		(114-43-56)
		Central	(133-22-17)		(174-60-66)		(155-45-44)
		Basal	(136-31-15)		(175-47-36)		(146-40-31)

Figura 7C. Cambios de pigmentación de los frutos en los racimos del híbrido O x Ek.Nf. de Unipalma después de los 84 DDA.



Bibliografía

- Azis, A. A.; Rosnah, M. S.; Mohamadiah, B. W.; Zailan, W.O.; Chan, K.W. 1993. Ripeness standard: any sign of loose-fruit with one loose fruit per bunch as the minimum standard: 120-129. En: Basiron, Y., et al. (eds.). *Proc. 1991 Oil. Palm Conf. Agriculture. Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur.*
- Bernal, F. 2004. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Bogotá: Fedepalma.
- Bealing, J. 1987. *Annual Research Report, 1986.* Palm Oil Research Instit. Malaysia, Kuala Lumpur.
- Cayón, G. 1998. Aspectos fisiológicos y bioquímicos de la maduración de los frutos de la palma de aceite *Elaeis guineensis*. En: Primer Curso Internacional de Palma de Aceite. *Memorias.* Bogotá: Ceni-palma, 294-306.
- Cirad. 1980. *Instrucciones generales para el análisis de racimo de palma africana* *Elaeis guineensis*. Institut de Recherches pour les Huiles et Cleagineux IRIHO.
- Corley, R. H. V.; Tinker, P. B. 2009. La palma de aceite. Primera publicación en español (4a edición en inglés). Bogotá: Fedepalma, 604 p.
- Gómez, J.; Silva, A. 2010. Criterios de cosecha en cultivos de alto oleico en Tumaco. *Palmas*, 31(4):68-73.
- González, D. A. 2011. Desarrollo y maduración de los frutos de los híbridos interespecíficos de palmas americanas y africanas de aceite (*Elaeis oleifera* Cortes H. B. K. x *Elaeis guineensis* Jacq.) de la plantación Indupalma. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá.
- Hardon J. J.; Tan, G. Y. 1969. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis* I. crossability, cytogenetics and fertility of hybrids of *E. guineensis* x *E. oleifera* *Euphytica*, 18(3): 372-379.
- Hardon J. J. 1969. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis* II. vegetative growth and yield of hybrids *E. guineensis* x *E. oleifera*, 18(3):380-388.

- Hartley, C. W. S. 1986. *La palma de aceite*. Maldonado, E. (trad.). Compañía Editorial Continental S.A., México. 958 p.
- Hormaza, P.; Forero, D.; Ruiz, R.; Romero, E. 2011. Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). Bogotá: Cenipalma, 110 p.
- Le Guen, V. P.; Amblard, A.; Omere, A.; Koutonou; Meunier, J. 1993. Programa del IRHO con híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*. *Palmas*, 14(4):63-70.
- Ng, K. T.; Southworth, A. 1973. Optimum time of harvesting oil palm fruit: 439-461. En: Wastie, R. L.; Earp, D. A. (eds.). *Advances in oil palm cultivation*. Incorpor. Soc. Plrs., Kuala Lumpur.
- Rajanaidu, N.; Tan, Y. P.; Rao, V. 1985. Harvesting and estimation of oil in a bunch: 177-186. En: Proc. Symposium on impact of the pollination weevil on the Malaysian oil palm industry. *Palm Oil Res. Inst. Malaysia*, Kuala Lumpur.
- Rao, V.; Soh, A.; Corley, R.; Lee, C.; Rajanaidu, N.; Tan, Y.; Chin; Lim, K.; Tan, S.; Lee, T.; Ngui, M. 1983. A Critical Reexamination of method of bunch quality análisis in oil palm breeding. *Porim Occasional Paper* (9).
- Rey, L., P.; Gómez, I.; Ayala, W.; Delgado; Rocha, P. 2004. Colecciones genéticas de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Jacq.) y *Elaeis oleifera* (H.B.K.) de Cenipalma: Características de importancia para el sector palmicultor. *Palmas* 25 (Número especial, tomo II):39-48.
- Rocha, P.; Prada, F.; Rey, L.; Ayala, I. 2006. Caracterización bioquímica parcial de la colección de *Elaeis oleifera* de Cenipalma proveniente de la Amazonia colombiana. *Palmas* 27(3):35-44.
- Ruiz, R. 2000. Desarrollo del racimo y formación de aceite en diferentes épocas del año. *Palmas* 21(1):53-58.
- Surre, C.; Ziller, R. 1969. *Le palmier a huile*. Maisonneuve & Larose, París.
- Torres, M.; Rey L.; Gelves, F.; Santacruz, L. 2004. Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en la Plantación Guaicaramo S.A. *Palmas* 25 (Número especial, Tomo II):350-357.
- Wood, B. J.; Ismail, S.; Loong, S. G.; Chew, S. C. 1985. A preliminary report on a long term study of the effect of oil palm harvesting strategy on product recovery, including a comparison before and after weevil pollination: 187-219. En: Proc. Symposium on impact of the pollination weevil on the Malaysian oil palm industry. *Palm Oil Res. Inst. Malaysia*, Kuala Lumpur.
- Wuidart, W. 1973. Evolution of lipogenesis in the oil palm bunch in function of the percentage of loose fruit. *Oleagineux* 28:551-556.
- Zambrano, J. E. 2004. Los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* H. B. K. por *Elaeis guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la zona oriental de Colombia. *Palmas* 25 (Número especial, Tomo II):339-349.