

Determinación de la madurez óptima de cosecha para la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región de Tumaco, Nariño¹

Determination of the optimum ripeness for harvesting in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) at the Tumaco region, in Colombia

JULIO NARVÁEZ J.; LUIS A. CHILITO D.²; SILVIO BASTIDAS P.³.

RESUMEN

El estudio se realizó con el propósito de determinar la madurez óptima en palma de aceite y el grado de asociación de algunos indicadores visuales con ésta, bajo las condiciones ambientales de Tumaco (Nar.). Se utilizó material Tenera, origen ICA, de 5, 10, 15 y 20 años de edad. Para determinar la fecha óptima de cosecha y las diferencias con respecto a la edad, se realizó un análisis combinado de varianzas, mediante el cual se pudo determinar que la edad del cultivo no influye en la velocidad de maduración de los racimos. Independientemente de la edad, el punto óptimo de maduración se alcanzó entre los 175 a 185 días después de la antesis, alcanzándose el máximo contenido de aceite con cualquier tratamiento superior a los 175 días. La edad no interactúa con las fechas de corte, las cuales dependen del área del lote, del número de operarios y del volumen de producción; la frecuencia y duración de las rondas de cosecha deben variar acorde con los picos de producción: en picos de máxima producción ciclos de ocho a 10 días y en picos de mínima producción ciclos de 10 a 15 días. Además se encontró que hay indicadores visuales altamente relacionados con la madurez, pero éstos no son fáciles de aplicar en la práctica, por lo que es mejor determinar los ciclos de cosecha, más que por indicadores por los criterios de edad y productividad.

SUMMARY

The study was carried out with the purpose of determining the optimum ripeness in oil palm and the grade of association of some visual indicators with this, under the environmental conditions of Tumaco, Colombia. Material Tenera of ICA origin, of 5, 10, 15 and 20 years old was utilized. In order to determine the optimum date of harvesting and differences with it in relation to age was carried out an analysis combined of variance, by means of which it was possible to determine that the age of the crop does not have influence in the speed of ripeness of the bunches. Independently of the age, the optimum point of ripeness was reached between 175 and 185 days after antesis, reaching the maximum of oil content with any treatment superior to 175 days. There is not interaction between age and the cutting dates. The later rely on the area of the lot, the number of workers and the volume of production. The frequency and duration of the harvesting rounds should vary in accordance with the picks of production: Picks of maximum production cycles of 8 to 10 days and picks of minimal production cycles of 10 to 15 days. It was also found that there are visual indicators highly related with the ripeness, but these are not easy to apply in practice, and for this reason it is better to determine the harvesting cycles for the criteria of age and productivity.

Palabras claves: Palma de aceite, *Elaeis guineensis*, Cosecha, Maduración, Fruto.

1. Resumen de la tesis de los autores principales para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Primera parte proyecto de investigación CORPOICA.
2. Respectivamente, Ing. Agrónomos. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Apartado Aéreo 1 175. Pasto, Colombia e Investigador Asistente. Programa Regional Agrícola, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA. C. I. "El Mira". Apartado Aéreo 198. Tumaco (Nariño), Colombia.

INTRODUCCION

La cosecha es la fase final de todos los procesos y prácticas agronómicas destinados a obtener una alta producción en palma de aceite; es una labor que debe hacerse en forma eficiente y oportuna, cuando el fruto tiene el mayor contenido de aceite. En las plantaciones, la administración y los asistentes técnicos determinan la frecuencia y la duración de los ciclos de cosecha, pero en la práctica es el cosechero quien estima la madurez del fruto, con criterios subjetivos que pueden llevarlo a cosechar racimos inmaduros, los cuales tienen mayor contenido de agua, o sobremaduros que afectan la calidad del aceite, causan un incremento en los costos de recolección y pérdida de fruta en el campo.

Los objetivos de este trabajo fueron:

(1) Determinar el punto óptimo de cosecha, entendiéndose como tal el momento en el cual el fruto tiene el máximo contenido de aceite de mejor calidad, (2) Determinar la frecuencia y duración de los ciclos de cosecha acorde con la edad del cultivo, y (3) Correlacionar la madurez óptima con indicadores visuales para la cosecha.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó entre febrero de 1995 y febrero de 1996, en el Centro de Investigación "El Mira" de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, en Tumaco (Nar.), en condiciones de bosque húmedo tropical, con las siguientes características: Altura de 16 msnm; precipitación media anual de 3.000 mm; temperatura media de 26°C; humedad relativa del 88%; brillo solar de 1.000 horas año (Vallejo y Peña 1983).

El material vegetal utilizado en el trabajo fue el comercial Tenera ICA, de 5, 10, 15 y 20 años de edad; además se utilizaron materiales de campo con los cuales se identificaron las unidades experimentales y materiales de laboratorio para los análisis físico-químicos del fruto. Se evaluaron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1	- Testigo. Cosecha según el criterio del cortador.
Tratamiento 2	- Cosecha a los 150 días después de antesis.
Tratamiento 3	- Cosecha a los 160 días después de antesis.
Tratamiento 4	- Cosecha a los 170 días después de antesis.
Tratamiento 5	- Cosecha a los 175 días después de antesis.
Tratamiento 6	- Cosecha a los 180 días después de antesis.

Tratamiento 7	- Cosecha a los 185 días después de antesis.
Tratamiento 8	- Cosecha a los 190 días después de antesis.
Tratamiento 9	- Cosecha a los 200 días después de antesis.
Tratamiento 10	- Cosecha a los 210 días después de antesis.

Se trabajó con un diseño de bloques completos al azar con 10 tratamientos y con 3 a 6 repeticiones, pero el análisis de varianza se hizo mediante la combinación de experimentos en serie, para involucrar las edades en estudio (subtratamientos). En cada bloque se seleccionaron 10 palmas en ciclo de floración femenina, y a cada una de ellas (unidad experimental) se le asignó un tratamiento al azar. Una vez asignados los tratamientos, se determinó la fecha en la cual una inflorescencia femenina estaba en plena antesis (día cero), y a partir de esta fecha se contabilizaron los días hasta llegar a la cosecha, dependiendo del tratamiento. Cada racimo cosechando se llevó al laboratorio para determinar el contenido de aceite, usando la metodología desarrollada por Black et al., citado por Rao et al. (1983). Se estudiaron las siguientes variables:

- Porcentaje de aceite en pulpa seca
- Porcentaje de aceite en pulpa fresca
- Porcentaje de aceite en racimo
- Color del fruto
- Número de frutos caídos (suelo)
- Número de frutos sueltos (suspendidos en el racimo)
- Número de frutos fácilmente desprendibles
- Número o rango de hoja al momento de la cosecha

También se realizó un análisis de correlación lineal entre las variables estudiadas. Los datos expresados en porcentaje se normalizaron mediante la transformación $Y = \arccoseno \sqrt{x}$.

RESULTADOS Y DISCUSION

La madurez óptima de cosecha en palma de aceite está definida como la máxima acumulación de aceite en el fruto, y desde luego en el racimo, con un mínimo de acidez. Teóricamente se dice que un racimo está maduro y cosechable cuando el contenido y la calidad del aceite están en un balance óptimo; lo ideal sería cortar únicamente los racimos que alcanzan este nivel, pero en la práctica esto no es posible (Toong y Yeang 1993; Southworth 1981).

Durante la investigación, el momento de antesis se inició en un período de verano, con precipitaciones de 118,50 mm en febrero y 35,60 mm en marzo,

DETERMINACION DE LA MADUREZ OPTIMA

coincidiendo con una época de baja producción, mientras que la cosecha se inició con las lluvias y concluyó en pleno invierno, con 343,40 mm en octubre, cuando se alcanzan picos de máxima producción en todas las plantaciones de la zona.

En la Tabla 1 se presentan los promedios de los análisis de frutos y de los indicadores visuales de madurez. Existe una amplia variación, principalmente entre tratamientos (fechas de corte), aunque también es notoria entre edades dentro de cada tratamiento. Todas las características presentan los mayores valores cuando se cosecha entre 175 y 210 días después de anthesis, incluyendo al testigo, mientras que los valores más bajos se obtienen a los 150 días. Como era de esperarse, estos resultados son lógicos, según las observaciones de varios investigadores, entre ellos PORIM (1987), Calvo (1991) y Bernal (1993).

Aceite en pulpa seca: La máxima variación entre edades de este parámetro, está cuando se cosecha a los 150 días, con valores de 64,47% para 5 años de edad a 74,32 para 15 años; mientras que la menor variación se obtiene cuando se cosecha a los 175 días con valores que van desde 75,92% a los 15 años hasta 77,26% a los 10 años. Entre trata-

Tabla 1. Valores promedios por edad y tratamiento para las variables en estudio y sus respectivos indicadores visuales de madurez.

Trat.	Edad de la palma años	Aceite en pulpa seca %	Aceite en pulpa fresca %	Aceite racimo %	No. Frutos caídos/kg de racimo	No. Frutos Sueltos	No. Frutos desprend.	No. Hoja Cosecha
Testigo	5	74,02	46,63	29,68	2,04	13,4	9,8	34,0
	10	79,40	51,20	27,43	0,62	60,0	19,0	34,0
	15	76,37	52,44	31,23	0,79	5,7	0,5	34,0
	20	77,10	49,54	27,20	0,55	72,7	37,0	35,0
	Promedio	76,72	49,95	28,89	1,00	38,0	16,6	34,3
150	5	64,47	31,68	17,24	0,16	1,0	0,0	34,0
	10	69,44	38,50	20,19	0,05	8,6	3,0	35,0
	15	74,32	48,76	27,47	0,00	0,5	0,0	35,0
	20	71,56	40,38	21,63	0,08	5,6	1,0	34,0
	Promedio	69,95	39,83	21,63	0,07	3,9	1,0	34,5
160	5	71,82	39,79	25,38	0,30	10,0	1,2	35,0
	10	75,17	44,11	20,88	0,03	8,5	5,8	37,0
	15	74,47	46,64	24,25	0,29	27,5	5,5	34,0
	20	74,70	46,50	23,67	0,21	22,2	4,8	34,0
	Promedio	74,04	44,26	23,55	0,21	17,1	4,3	35,0
170	5	72,78	41,60	27,24	0,86	28,0	5,8	34,0
	10	75,97	46,37	25,50	0,85	76,2	8,5	36,0
	15	77,37	48,76	21,93	0,49	28,0	2,3	36,0
	20	73,64	47,08	23,87	0,18	23,6	10,4	34,0
	Promedio	74,94	45,95	24,64	0,60	39,0	6,8	35,0
175	5	76,26	46,83	31,25	3,10	38,0	7,4	39,0
	10	77,26	49,97	23,61	2,38	104,2	13,8	35,0
	15	75,92	51,89	28,85	1,19	119,2	8,2	33,0
	20	76,55	49,97	25,44	0,75	66,7	8,0	33,0
	Promedio	76,50	49,67	27,29	1,86	82,0	9,4	35,0
180	5	75,02	47,10	26,52	1,97	13,2	6,6	33,0
	10	79,07	55,99	25,91	2,36	118,3	11,7	34,0
	15	76,06	49,45	25,80	0,79	65,0	10,8	33,0
	20	75,83	57,93	27,60	1,31	47,0	9,7	36,0
	Promedio	76,50	52,62	26,46	1,61	60,9	9,7	34,0
185	5	75,98	49,25	28,45	1,72	27,5	10,2	36,0
	10	74,77	50,56	22,73	2,34	105,7	23,5	34,0
	15	74,62	48,00	26,89	0,95	68,4	11,4	34,0
	20	76,40	47,67	25,77	1,16	136,0	18,8	35,0
	Promedio	75,44	48,87	25,96	1,54	84,4	16,0	34,8
190	5	72,82	44,78	26,63	5,22	39,8	15,7	33,0
	10	78,52	53,05	26,11	2,15	183,6	21,6	34,0
	15	77,78	51,66	25,25	2,23	185,2	68,4	32,0
	20	77,26	51,52	23,89	2,42	165,6	19,2	33,0
	Promedio	76,60	50,25	25,47	3,01	143,6	31,2	33,0
200	5	79,13	52,55	30,28	2,82	63,3	13,7	34,0
	10	78,70	53,40	22,54	4,32	352,8	164,2	34,0
	15	76,90	50,57	24,85	2,53	211,4	88,2	33,0
	20	76,92	50,26	24,73	1,09	234,6	54,8	34,0
	Promedio	77,91	51,70	25,60	2,69	215,5	80,2	33,8
210	5	79,20	58,46	33,51	9,15	97,0	25,5	38,0
	10	77,60	47,48	20,64	2,56	307,5	53,2	33,0
	15	75,75	51,56	26,35	5,76	303,5	133,5	36,0
	20	78,25	51,11	27,59	2,99	285,5	87,3	35,0
	Promedio	77,70	52,15	27,02	6,12	248,4	74,9	35,5
Promedio General		75,63	48,52	25,65	1,87	93,3	25,0	34,5

Tabla 2. Análisis de varianza combinado para considerar las edades y tratamientos, sobre el contenido de aceite en pulpa fresca, aceite en pulpa seca y aceite en racimo. Datos transformados mediante $y = \sqrt{\text{arcoseno } \%}$

Fuente de variación	G.L.	C.M. aceite en pulpa fresca	C.M. aceite en pulpa seca	C.M. aceite en racimo
Repetición	5	38,43 NS	26,29 NS	74,30 NS
Edad	3	25,43 NS	4,15 NS	57,38 NS
Rep (Edad)	12	52,25	29,36	50,05
Tratamiento	9	108,45 **	42,15 **	33,49 **
Edad Trat.	27	19,35 NS	6,90 NS	16,31 NS
Error Comb.	122	18,54	9,03	12,06
C.V. =		9,85	4,98	11,54

** = Altamente significativo
NS = No significativo

mientos, el rango de variación es más amplio, desde 69,95% a los 150 días hasta 77,91 % cuando la cosecha se hace a los 200 días. En promedio, el valor máximo se obtiene con el tratamiento 1 (criterio cosechero) con 79,40% de aceite en pulpa seca, a los 10 años.

El análisis combinado de varianza (Tabla 2) indica diferencias con 99% de probabilidades entre fechas de cosecha para las variables aceite en pulpa seca, aceite en pulpa fresca y aceite en racimo, indicando que la fecha de corte si ejerce una marcada influencia sobre la cantidad de aceite en el fruto al momento de la cosecha.

El porcentaje de aceite en pulpa seca muestra el promedio más bajo (69,95%) a los 150 días después de anéisis, siendo estadísticamente inferior al resto de los tratamientos, entre los cuales no hay diferencias, con promedios que van de 74,04% a 77,91% (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de rango múltiple de Duncan en el análisis de varianza combinado por edad para tres variables determinantes de la producción de aceite.

Aceite en pulpa seca		Aceite en pulpa fresca		Aceite en racimo	
Trat.	Media agrup.	Trat.	Media agrup.	Trat.	Media agrup.
200	77,91 a*	180	52,62 a	Test	28,89 a
210	77,70 a	210	52,15 a	175	27,29 ab
Test	76,72 ab	200	51,70 ab	210	27,02 ab
190	76,60 ab	190	50,25 ab	180	26,46 ab
175	76,50 ab	Test	49,95 ab	185	25,96 ab
180	76,50 ab	175	49,67 ab	200	25,60 ab
185	75,44 ab	185	48,87 abc	190	25,47 ab
170	74,94 ab	170	45,95 bc	170	24,64b
160	74,04 b	160	44,26 c	160	23,55 bc
150	69,95 c	150	39,83 d	150	21,63 c

* Tratamientos con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre si, según prueba de Duncan al nivel del 5%.

Aceite en pulpa fresca: La variación más amplia entre edades de este parámetro, está cuando se cosecha a los 150 días, entre los 15 (48,76%) y los 5 años (31,68%) de edad del cultivo; mientras que a los 185 días hay una amplitud de variación de sólo 2,89% entre los 10 (50,56%) y los 20 años (47,67%). En este caso, la variación también es mayor entre tratamientos, ya que va desde 39,83% a los 150 días hasta 52,62% a los 180 días (Tabla 1). La variación dentro y entre tratamientos es más amplia para el porcentaje de aceite en pulpa fresca que en pulpa seca, y en este caso el contenido de agua en los frutos marca la diferencia y no la cantidad de aceite como a primera vista sugieren los datos.

Los tratamientos de cosecha a 150 y 160 días después de anéisis son estadísticamente inferiores al resto de tratamientos (P < 0,05), puesto que sólo se obtiene un 39,83 y un 44,26% de aceite en pulpa fresca, respectivamente. Entre los restantes tratamientos, incluido el testigo, no hay diferencias, con promedios que varían entre 45,95 y 52,62% (Tabla 3).

Aceite en racimo: Los valores más variables de este parámetro con respecto a la edad están a los 210 días, con 20,64 y 33,51 % para 10 y 5 años, respectivamente. Los valores más homogéneos se obtienen cuando se cosecha a los 180 días, con sólo 1,8% de diferencia entre los 15 y 20 años (Tabla 1). En promedio, el tratamiento 2 (150 días) presenta el menor porcentaje de aceite en racimo con sólo 21,63%, mientras que el mayor corresponde al tratamiento 1 (criterio del cosechero) con 28,89%. Es interesante anotar que en las tres variables la menor variación entre edades coincide con el punto de madurez óptima, siendo el primer indicio de que la edad no influye sobre las fechas de corte.

La prueba de Duncan para el porcentaje de aceite en racimo (Tabla 3), con 95% de probabilidad, indica que el criterio del cosechero, con 28,89%. es estadísticamente superior a los tratamientos cosecha a 150, 160 y 170 días, con promedios que fueron de 21.63 a 24,64%, pero no se diferencia del resto de los tratamientos. Satisface saber que el criterio del cortador es cercano al óptimo, puesto que en las tres características y en cualquier edad, su comportamiento está dentro de los mejores tratamientos, superando aquellos que se cosechan por debajo de 170 días.

Interacción edad por fecha de corte: El análisis combinado de varianza se realizó principalmente con

el fin de estimar el efecto de la edad y de la interacción edad por fecha de corte sobre las características: % aceite en pulpa fresca, % aceite en pulpa seca y % aceite en racimo. En la Tabla 2 se puede ver que estas dos fuentes de variación no son causa de diferencia, significando que la edad del cultivo no influye sobre el efecto de los tratamientos (tiempo de maduración), es decir, independiente de la edad se puede elegir la mejor fecha de corte.

Aunque la edad nada tiene que ver con la velocidad de maduración de los frutos, ésta influye indirectamente en la frecuencia y duración de los ciclos de cosecha, puesto que una palma adulta produce mayor cantidad de kilogramos de racimo que una palma joven, y con este concepto se puede establecer la siguiente relación: A mayor producción (palmas adultas) mayor debe ser el número de rondas de cosecha y menor la duración de cada ciclo (cada 8 a 10 días); mientras que a menor producción (palmas jóvenes) menor es el número de cosechas, las cuales se repiten con un intervalo mayor (10 a 15 días). En términos reales, lo que influye en los ciclos de cosecha y en la duración de éstos, es el volumen de producción (kg de racimos/ha) y no la edad de la palma como se había pensado (hipótesis del trabajo). Esto es concluyente, y se debe aceptar como un hecho la afirmación de Bernal (1993) de que la madurez fisiológica de los frutos se alcanza alrededor de los seis meses, bajo cualquier edad del cultivo.

Los resultados del trabajo confirman que:

1. El tiempo de máxima acumulación de aceite es extremadamente corto, estando de acuerdo con Hartley (1983) y Calvo (1991), quienes afirman que es durante la última semana cuando ocurre la rápida acumulación de aceite.
2. El porcentaje de aceite está directamente influenciado por el contenido de agua en los frutos, es decir, a medida que el fruto madura pierde humedad, y después de los 185 días el aceite aumenta en porcentaje más no en cantidad. De igual forma, cuando el fruto está por debajo del punto de madurez óptima, contiene menos aceite y, por consiguiente, más agua, puesto que la cantidad de sólidos no grasos permanece constante, tal como lo manifiesta PORIM (1987).
3. La acidificación del aceite comienza sólo después de que el fruto se desprende en forma natural del racimo, puesto que no se pudieron estimar diferencias en acidez a partir de muestras en el laboratorio, a pesar de que se realizaron dos mediciones, una en el C.I. "El Mira" y la contramuestra en el laboratorio de la plantación Santa Elena. La metodología exige que la muestra se obtenga de las espigas, tomando de cada una tres frutos: uno del ápice, uno de la parte media y uno de la base, para obtener un promedio de todo el racimo; en ningún momento se toman frutos sueltos.
4. La acumulación de aceite en el fruto no continúa después de que éste se separa naturalmente de la espiga, tal como lo afirman Toong y Yeang (1993), y con base en esto se obtendría el máximo de aceite recogiendo la fruta a medida que se suelta, lo cual es imposible de aplicar. Por lo tanto, cualquier fecha de cosecha posterior a los 175 días es óptima, siempre y cuando no se mezcle con los frutos desprendidos.

...El máximo contenido de aceite se logra tan pronto como inicia el desprendimiento de los frutos.

Indicadores visuales de madurez: El número de frutos caídos y la hoja sobre la cual se cosecha el racimo son de interés porque son previos a la recolección; en cambio, el número de frutos sueltos y el número de frutos fácilmente desprendibles son variables que se miden después de la cosecha, y aunque ayudan para hacer correcciones, son poco útiles como indicadores previos. En la Tabla 1 se puede ver que el número de frutos caídos presenta alta variabilidad entre tratamientos y entre edades.

El número de la hoja sobre la cual se cosecha el racimo es el indicador con menor variación en su manifestación. Considerando todas las edades y tratamientos, la hoja más vieja sobre la cual se cosecha es la 39 y la más joven la 32. La hoja que con mayor frecuencia coincide con el racimo maduro es la 34, pero desafortunadamente este indicador es poco práctico, sobre todo en palmas de gran altura.

El color del fruto es el patrón de menos consistencia, porque presenta tonalidades que van desde el vino tinto oscuro hasta un anaranjado claro, mientras que el color del ápice siempre se mantiene con una tonalidad oscura; por esto se descartan como indicadores visuales para la cosecha.

Tabla 4. Coeficientes de correlacion lineal entre las variables en estudio, los períodos de cosecha y los indicadores visuales de madurez

Variable	Edad	Tratamientos	Aceite pulpa seca	Aceite pulpa fresca	Aceite en racimo	Número frutos caídos	Número frutos sueltos	Número frutos desprend.	Número hoja cosecha
Edad	1,000	-0,057 NS	-0,115 NS	-0,178+	0,027 NS	-0,036 NS	-0,158+	-0,092 NS	0,154
Tratamientos		1,000	0,274++	0,300++	0,052 NS	0,504++	0,606++	0,425++	-0,090 NS
Aceite pulpa seca			1,000	0,868++	0,625++	0,274++	0,296+	0,151+	0,099 NS
Aceite pulpa fresca				1,000	0,670++	0,276++	0,289++	0,161+	0,054 NS
Aceite en racimo					1,000	0,081 NS	-0,010 NS	-0,072 NS	0,159+
No, frutos caídos						1,000	0,665++	0,326++	-0,070 NS
No, frutos sueltos							1,000	0,695++	-0,123 NS
No, frutos desprendidos								1,000	-0,065 NS
No, hoja de cosecha									1,000

++ Significativo al nivel de 0,001% + Significativo al nivel de 0,05% NS No significativo

Correlaciones: Al correlacionar los datos de los indicadores de madurez con respecto a las características de importancia en el estudio (Tabla 4) se encuentra lo siguiente:

El contenido de aceite en pulpa seca está asociado con el número de frutos caídos ($P < 0,01$) y con el número de frutos sueltos y fácilmente desprendiós ($P < 0,05$). La hoja sobre la cual se cosecha el racimo no es indicador de un alto contenido de aceite en pulpa seca.

El contenido de aceite en pulpa fresca está altamente relacionado ($P < 0,01$) con el número de frutos caídos y con el número de frutos sueltos, mientras que con el número de frutos fácilmente desprendibles sólo hay una asociación del 5%, y en este caso también se encuentra que el contenido de aceite en pulpa fresca no está asociado con el número de la hoja de cosecha. De lo anterior se deduce que a mayor número de frutos caídos, sueltos y fácilmente desprendible mayor es la cantidad de aceite que se encuentra en pulpa fresca y en pulpa seca, observación que concuerda con las afirmaciones realizadas por Rajanaidu (1987).

El contenido de aceite en racimo aunque, está altamente correlacionado con respecto al contenido de aceite en pulpa fresca y en pulpa seca, con valores 0.670" y 0,625", respectivamente, y que su valor depende prácticamente de estos dos componentes, no muestra ningún tipo de relación con respecto al número de frutos caídos, al número de frutos sueltos y al número de frutos fácilmente desprendibles; sin embargo, tiene una asociación significativa (0,159*) con respecto a la hoja sobre la cual se cosecha. Esto se explica porque según Rajanaidu (1987), los análisis de racimos indican que la máxima cantidad de aceite se presenta cuando los frutos empiezan a desprenderse del racimo; sin embargo, la muestra para cuantificar el

contenido de aceite en el laboratorio nunca se toma a partir de frutos sueltos, sino que se toma de una muestra de espigas donde los frutos aún están adheridos.

Los mejores indicadores de madurez son el número de frutos caídos, el número de frutos sueltos y el número de frutos fácilmente desprendibles, pero de estos tres, el más fácil de aplicar, el más práctico y el de uso más común es el número de frutos caídos, sobre todo en palmas adultas, ya que los otros dos indicadores sólo se pueden comprobar una vez que se ha realizado la cosecha. Con ésto se comprueban las observaciones de Ariffin (1990), quien asegura que el máximo contenido de aceite se logra tan pronto como inicia el desprendimiento de los frutos.

El número de frutos caídos depende directamente del peso del racimo, encontrando que existe una relación directa y positiva en el 95% de los casos; esto es, mientras mayor es el peso del racimo mayor es el número de frutos caídos. Para este análisis sólo se tuvieron en cuenta los tratamientos centrales (5, 6 y 7), por cuanto representan las fechas de corte que dan una madurez óptima. Se encontró, en promedio, dos frutos caídos por kilogramo de racimo en palmas jóvenes (5 a 10 años de edad) y uno en palmas adultas (15 a 20 años de edad), resultado que es muy similar al encontrado por Ariffin (1990), quien sugiere como norma mínima de cosecha un fruto suelto por racimo. En cuanto a estos resultados hay que tener en cuenta la recomendación de Toong y Yeang (1993), quienes afirman que la norma mínima de un solo fruto suelto por racimo aumenta la posibilidad de cortar racimos inmaduros, especialmente en los picos de baja producción, así como confundir a los cosecheros por la presencia accidental de un solo fruto suelto.

Es difícil tomar una decisión para determinar cual tratamiento es el mejor o cual recomendar. En este caso es mejor seguir las recomendaciones de Southworth (1981), en el sentido de buscar un equilibrio entre la cantidad y la calidad (es subjetivo y difícil de alcanzar en la práctica), debido a que un ligero aumento en cantidad no compensa la pérdida de calidad. Se puede concluir que la máxima cantidad de aceite se obtiene cuando se cosecha después de los 170 días, alcanzando el máximo a los 210 días. El tratamiento 1 (testigo), que se realizó según el criterio de cosechero a los 173 días, permite inferir que el criterio de los cosecheros es bueno y que se puede confiar en ellos cuando se trate de tomar alguna decisión con respecto a las frecuencias y ciclos de cosecha.

Según Reyes (1988). la programación de la cosecha debe estar orientada a obtener la mayor cantidad de aceite, con la utilización eficiente de la mano de obra y de los equipos. Puesto que no se puede establecer una fecha exacta para el corte, se recomienda lo siguiente: En cultivos jóvenes (de 3 a 6 años) se debe cosechar con una frecuencia de 10 a 15 días, porque son cultivos que aún no han normalizado la producción, son palmas que producen varios racimos de bajo peso, en donde sólo el 50% está en ciclo productivo. Para cultivos mayores de 6 años (7 a 20 años), la frecuencia debe variar entre 8 y 10 días, ya que entre estas edades se alcanza la máxima producción del cultivo, aunque disminuye el número de racimos, lo que significa que cada palma aporta su producción anual con menos de un racimo por mes, que equivale a decir que la diferencia en el grado de madurez de dos racimos consecutivos de una palma también es de un mes; si se analiza esta observación se puede decir erróneamente que en palmas adultas los ciclos de cosecha deben ser de 30 días, lo cual es cierto para una palma en particular, pero no para el conjunto de un lote. En épocas de baja producción (verano), los ciclos se deben ampliar hasta 21 y 15, días respectivamente, de tal forma que el volumen producido justifique la recolección.

Es importante anotar, como lo afirma Hartley (1983), que los racimos pequeños maduran más rápidamente que los grandes y que si se deja un racimo pequeño con menos de dos frutos sueltos por kilogramo, con seguridad que se sobremadura para la siguiente ronda; por tanto se está de acuerdo en que deben haber por

lo menos dos frutos sueltos por kilogramo de racimo, norma que se debe aplicar en la región de Tumaco por ser práctico y el cual los cortadores manejan con cierta precisión.

Southworth (1981) recomienda controlar el nivel de madurez en el curso del año, modificando el patrón mínimo de frutos sueltos y el intervalo de los ciclos. El primero controla el nivel mínimo de madurez en el cultivo, mientras que el segundo controla el despliegue de los niveles de madurez, así: Intervalos cortos estrechan el rango de madurez (mayor aproximación al óptimo); caso contrario cuando se utilizan intervalos largos, ya que se cortan racimos inmaduros, maduros y sobremaduros.

*...la máxima
cantidad de
aceite se
obtiene
cuando se
cosecha
después de los
170 días...*

Análisis económico: Según Ramírez (1995), a diciembre de 1994 se produjeron 175.750 toneladas de racimos, equivalentes a 31.635 toneladas de aceite (18% de extracción). Si se aplica la tecnología generada en este trabajo, al cortar racimos que tengan entre 176 y 184 días después de anthesis, para mejorar en tan sólo un punto el porcentaje de extracción en fábrica (19%), la producción

de aceite se incrementaría en 1.757,5t/año, que generan ingresos adicionales por un valor de \$878,75 millones.

Un obrero calificado revisa 30 ha/día, por lo tanto para mantener ciclos de ocho días debe revisar 180 ha (seis días hábiles); o sea que para las 12.319 ha productivas de la región se requieren 70 operarios permanentes, que ejercerán costos de producción adicionales por un valor de \$196 millones, representados en salarios, herramientas, materiales e insumos. El ejercicio anterior deja una utilidad extra de \$682,75 millones (equivalentes a \$55.423/ha), adicional a esto, el personal calificado para la revisión debe tomar datos y fechas de floración que permitan realizar proyecciones confiables acerca del número y peso aproximado de los racimos con seis meses de anticipación a la cosecha; con lo cual se puede planificar el número de operarios por cuadrilla, dependiendo del volumen de producción esperado; además se disminuye el volumen de fruta suelta por recoger.

Para este análisis se parte de dos supuestos: se consideran sólo plantaciones menores de 15 años, fáciles de revisar y los costos de recolección se pagan por kilogramo cosechado (contrato). En plantaciones

mayores y con personal de planta, los costos extras quizás no justifiquen un leve incremento en la extracción.

CONCLUSIONES

- En la región de Tumaco, la madurez óptima de los racimos se alcanza alrededor de los seis meses (175 a 185 días) después de anthesis.
- La edad no ejerce influencia sobre la velocidad de maduración de los frutos, además no interactúa con las fechas de corte, las cuales están gobernadas por otros factores, como: Área a cosechar, número de operarios y producción. Haciendo constantes los dos primeros, el que determina la frecuencia de los ciclos de cosecha es el volumen de producción, así: En picos de máxima producción, los ciclos se acortan (cada 8 a 10 días), mientras que en picos de mínima producción los ciclos se alargan (cada 10 a 15 días).
- En cultivos jóvenes (de 3 a 6 años) se debe cosechar con una frecuencia de 10 a 15 días, porque son cultivos que aún no han normalizado la producción, son palmas que producen varios racimos de bajo peso, en donde sólo el 50% está en ciclo productivo. Para cultivos mayores de 6 años (7 a 20 años), la frecuencia debe variar entre 8 y 10 días, ya que entre estas edades se alcanza la máxima producción del cultivo. En épocas de baja producción (verano), los ciclos se deben ampliar hasta 21 y 15 días, respectivamente, de tal forma que el volumen producido justifique la cosecha.
- Los criterios de cosecha utilizados por los agricultores de la región son buenos y se ajustan a lo requerido. Es posible mejorar en este aspecto, ejercitando al personal en el uso del número de frutos desprendidos por kilogramo de racimo, ya que este indicador está altamente relacionado con la máxima acumulación de aceite.

BIBLIOGRAFIA

- ARIFFIN, AB. A. 1990. Ripeness standard-any sing of loóse fruit and with one loose fruit per bunch as the minimum standard. Oil Palm Course for Middle Management Personnels in Sabah. Tawau, Sabah.
- BERNAL. F. 1993. Sistemas y eficiencia de cosecha en Colombia. Palmas (Colombia) v. 14 no. especial, p. 100 -102.
- CALVO. F. 1991. Cosecha: maduración, sistemas y costos. Palmas (Colombia) v. 12 no. especial, p.47-52.
- HARTLEY. 01983. La palma de aceite. Trad. del inglés por Eduardo Maldonado P. Continental, México. D.F. 958p.
- PORIM. 1987. General description of the palm oil milling process. Palm Oil Factory Process Handbook, Part I. 2 ed. Liz y Co. Malasia, 115p.
- RAJANAIDU. N.; ARIFFIN, AB. A.; SING, S. 1987. Ripeness standards and harvesting criteria for oil bunches. In: International O. P. / Palm Oil Conference. Progress and Prospects. Kuala Lumpur, June 22-26, 1987, PORIM. 21 p.
- RAMIREZ, J. 1995. Análisis económico de la planta extractora de aceite de la palma africana, Cl. "El Mira". CORPOICA, Cali. 33p.
- RAO. V.; SOH. A.C.; CORLEY, R.H.V.; LEE, G.H.; RAJANAIDU, N.; TAN, Y.P.; CHIN, C.W.; LEE, T.P.; NGUI, M. 1963. A critical reexamination of the method of bunch quality analysis in oil palm breeding. PORIM, Kuala Lumpur. 94p. (Occasional paper).
- REYES, R. A. 1988. Organización de trabajo en campo del cultivo de la palma de aceite. En: III Encuentro Nacional sobre Palma Aceitera. Santa Marta. Memorias, FEDEPALMA, Bogotá, p.56-84.
- SOUTHWORTH, R. 1981. Factores del campo que afectan la calidad. Palmas (Colombia) v.2 no. 2. p 31-39.
- TOONG, T.; YEANG, T. 1993. Normas de cosecha y control de calidad para una mayor productividad en palma africana. Palmas (Colombia) v. 14 no. 2, p.63-70.
- VALLEJO, G.; PEÑA. E. 1983. Centro Regional de Investigación "El Mira". ICA (Plegable Promocional No. 37).