

Control previo de la calidad de cosecha en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región de Tumaco, Colombia¹

*Previous control of the quality of harvest in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in the Tumaco region, Colombia*

M. VERA²; SILVIO BASTIDAS³; EDUARDO PEÑA³; N. ESPINOZA⁴

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue establecer un mecanismo de control previo a la cosecha, a fin de incrementar la rentabilidad con base en factores de calidad y cantidad de extracción de aceite, cortando racimos en el punto óptimo de madurez. Como material experimental se utilizó el comercial Tenera ICA-CORPOICA, de 9 años de edad. Se propusieron tres tratamientos comparados con un testigo, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, usando como repetición el promedio de cuatro cosechas consecutivas. Se demostró que al registrar oportunamente la antesis, es posible hacer una estimación confiable acerca del número de racimos y la producción a obtener en cada cosecha, con seis meses de anticipación. Cualquiera de los tratamientos alternos permitió obtener mayor extracción de aceite de buena calidad en la planta extractora y reducir significativamente el volumen de fruta suelta, facilitando la recolección. Del análisis de correlación se concluye que al aumentar el porcentaje de aceite en pulpa se aumenta la extracción en la planta extractora (0,62**) y se disminuye la acidez del aceite (-0,63**); además, cuanto menor sea el número de frutos desprendidos antes (-0,86**) y después (-0,76**) del corte mayor será el porcentaje de extracción y menor la acidez del aceite. Aunque no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos alternos, por razones económicas se concluye que el tratamiento 4 "Revisión de antesis semanal", fue el mejor porque con él se obtendrían mayores ingresos adicionales por hectárea/año.

SUMMARY

The purpose of this work was to establish a mechanism of previous control to the harvest, in order to increase the profitability based on factors of quality and quantity of oil extraction, by cutting bunches in the optimum maturity point. As experimental material was used the commercial Tenera ICA-CORPOICA nine years old. Three treatments compared with a check, in a complete random blocks design with four repetitions, using as repetition the average of four consecutive harvests was proposed. It was demonstrated that registering timely the anthesis it is possible to make a reliable estimate about of the number of bunches and the production to obtain in each harvest, six months in advance. Any of the alternative treatments permitted to obtain higher oil extraction of good quality at the oil mill and to reduce significantly the amount of loose fruits, facilitating their collection. From the analysis of correlation is concluded that upon increasing the percentage of oil in pulp the extraction in the mill is increased (0.62**) and the acidity of the oil is reduced [- 0.63**), furthermore, as smaller is the number of fruits detached before [- 0.86**) and after [- 0.76**) harvest largerer will be the percentage of extraction and smaller the acidity of the oil. Even though there were not statistical differences between the alternate treatments, by economic reasons it is concluded that the treatment 4 "Weekly review of anthesis" was the best, since greater additional income by hectare/year would be obtained.

Palabras claves: Palma de aceite, Maudración, Calidad, Cosecha.

- 1 Resumen del trabajo de tesis del autor principal para optar al título de Ingeniero Agrónomo.
- 2 Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil, Ecuador.
- 3 Investigadores Asistentes, Programa Regional Agrícola, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA. Apartado Aéreo 198. Tumaco, Nariño, Colombia.
- 4 Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Para cualquier especie de planta cultivada, la cosecha es la fase final de todos los procesos y prácticas agronómicas destinadas a obtener una alta producción y es una labor que se debe hacer en forma eficiente y oportuna. Una buena labor de cosecha aumenta los méritos de la gestión agronómica y administrativa de la plantación; en cambio, una cosecha deficiente ocasiona pérdidas, demeritando lo que técnicamente se realizó en campo.

En palma de aceite no existe un patrón definido que determine una óptima cosecha; además, los indicadores visuales existentes son subjetivos y dependen de la habilidad del operario. De otra parte, el control de calidad en el campo es posterior a la ejecución de la cosecha y, por lo tanto, sólo sirve para tomar medidas correctivas para el futuro. Como un esfuerzo por tratar que los criterios de cosecha y el control de calidad de la misma sean de exclusiva responsabilidad de la parte técnico-administrativa de la plantación y no de los cosecheros, se consideró necesario realizar el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos: Establecer un mecanismo de control previo a la cosecha a fin de incrementar la rentabilidad con base en factores de calidad y cantidad de aceite; evaluar un sistema de programación y control con seis meses de anticipación a la cosecha; incrementar el porcentaje de extracción y calidad del aceite, cortando racimos en el punto óptimo de madurez; reducir pérdidas ocasionadas por el alto volumen de recolección de fruta suelta y realizar un análisis económico sobre la relación costos adicionales contra ingresos adicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Tumaco (Nar.), entre mayo de 1996 y junio de 1997, en el Centro de Investigación "El Mira", de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA y en la plantación particular La Remigia, en un lote comercial sembrado con material Tenera de origen ICA - CORPOICA, de 9 años de edad, donde se evaluaron los siguientes tratamientos:

TRATAMIENTO 1: TESTIGO, cosecha según el criterio establecido por la plantación.

TRATAMIENTO 2: Revisión diaria (durante una semana) para identificar y marcar flores en antesis y cosechar a los 180 días después de la marcación.

TRATAMIENTO 3: Revisión cada tres días (durante una semana) para identificar y marcar flores en antesis y cosechar a los 180 días después de la marcación.

TRATAMIENTO 4: Revisión semanal para identificar y marcar flores en antesis y cosechar a los 180 días después de la marcación.

Este trabajo es la continuación de un proyecto de CORPOICA. En la fase inicial. Chilito y Narváez (1996) demostraron que la edad de la palma no ejerce ninguna influencia sobre la velocidad de maduración de los racimos, y que la madurez óptima se alcanza entre los 175 y 185 días después de la antesis, siendo el volumen de producción el factor que determina la frecuencia y duración de los ciclos de cosecha. Por lo tanto, para los

Tabla I. Valores promedios de algunas características determinantes de la extracción de aceite en palma de aceite. Tumaco (Nar.) 1997.

Tratamiento	Variables						
	APS (%)	APF (%)	ARA (%)	EPE (%)	APE (%)	FDAC (No.)	FDD (No.)
Tratamiento 1	71,47	44,74	25,58	19,39	2,74	6,82	17,47
Mínimo	67,58	40,93	23,08	19,30	2,58	6,66	15,07
Máximo	73,81	49,31	27,53	19,65	2,80	6,97	19,02
Tratamiento 2	74,40	46,61	27,13	22,11	1,44	2,20	11,63
Mínimo	72,70	44,50	25,44	22,11	1,39	0,59	10,79
Máximo	75,82	48,81	28,83	22,11	1,54	4,49	13,39
Tratamiento 3	73,54	46,56	25,07	22,11	1,44	1,84	11,41
Mínimo	72,31	45,27	21,52	22,11	1,39	0,94	10,68
Máximo	74,19	48,33	28,18	22,11	1,54	3,83	12,33
Tratamiento 4	74,26	47,38	23,80	22,11	1,44	2,55	15,43
Mínimo	72,97	44,94	20,98	22,11	1,39	1,55	13,75
Máximo	75,83	48,69	29,67	22,11	1,54	4,54	16,48
Promedio General	73,42	46,32	25,40	21,43	1,77	3,35	13,99

tratamientos 2, 3 y 4 se utilizó un ciclo de 8 días, cosechando racimos con rangos de madurez desde 177 hasta 183 días. El estándar de madurez variará dentro de ese período, racimos hasta con tres días por debajo y tres por encima del punto óptimo de madurez.

Para la identificación de las inflorescencias en anthesis se pintó el pecíolo de la hoja que la soporta, usando un color diferente para cada semana. El día miércoles de cada semana de observación se registró como día cero; a partir de éste se contabilizaron 180 días hasta llegar a la cosecha. Se evaluaron las siguientes variables:

- Porcentaje de aceite en pulpa fresca (APF).
- Porcentaje de aceite en pulpa seca (APS).
- Porcentaje de aceite en racimos (ARA).
- Porcentaje de extracción en planta extractora (EPE).
- Porcentaje de acidez del aceite en planta extractora (APE).
- Número de frutos desprendidos por racimo antes del corte (FDAC).
- Numero de frutos desprendidos por racimo después del corte FDDC).

La determinación del APF, APS y ARA se hizo en tres racimos por repetición (12 racimos por tratamiento), los cuales fueron correctamente identificados y llevados al laboratorio del C.I. "El Mira", donde se realizaron los análisis respectivos. Para estimar EPE y APE se procedió de la siguiente forma: Como tratamiento testigo se tomó el porcentaje de extracción promedio de la plantación y como tratamiento alterno el porcentaje de extracción en la planta extractora, proporcionado por el total de racimos cosechados en todas las repeticiones de los tratamientos 2, 3 y 4; además, para la variable APE, en cada uno de los tratamientos (criterio plantación y promedio de alternativos), se tomaron tres muestras de aceite para medir el porcentaje de acidez.

Los resultados se analizaron mediante el modelo estadístico de un diseño en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por

tratamiento, para un tamaño de bloque y unidad experimental de 8 y 2 ha, respectivamente. Cada unidad experimental se registró (usando pintura de color diferente cada semana) y se cosechó durante cuatro semanas consecutivas, tomando el promedio de ellas como una repetición para el análisis. Los datos de las evaluaciones expresadas en porcentaje se normalizaron mediante la transformación $Y = \arcseno V\%$ además se hizo un análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los promedios obtenidos para cada variable evaluada, así como su rango de variación; en la Tabla 2 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza y en la Tabla 3 se relacionan los promedios de las variables que presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

Porcentaje de aceite en pulpa

El porcentaje de aceite en pulpa seca (APS) y pulpa fresca (APF) están directamente determinados por la cantidad de pulpa que contienen los frutos, de ahí que a mayor cantidad de pulpa habrá mayor cantidad de aceite. Por lo tanto, la aplicación de cualquiera de los tratamientos en ningún momento aumenta la cantidad de aceite; el beneficio de los tratamientos radica en cosechar frutos en el momento de máxima concentración de aceite y baja concentración de agua. Según el PORIM (1985), a medida que el fruto pierde agua se aumenta el porcentaje de aceite, pero la cantidad sigue constante, el resto de los componentes (fibra y sólidos no solubles) también permanece constantes.

En la Tabla 1 se puede observar que el tratamiento 2 dio el mayor porcentaje de APS con un valor de 74,41 y una variación de 72,70 a 75,82; el tratamiento 1 mostró el peor rendimiento con sólo 71,47, mientras que el promedio general para todos los tratamientos fue de 73,42% de APS. En cuanto al porcentaje de APF, el tratamiento 4 presentó el mayor valor promedio,

Tabla 2. Cuadrados medios y coeficientes de variación de algunas características determinantes de la extracción de aceite en palma de aceite. Datos transformados a Arcoseno Tumaco (Nar.). 1997.

Fuente	G.L	APS	APF	ARA	EPE	APE	FDAC	FDDC
Tratamientos	3	2,940 NS	1,271 NS	2,549 NS	3,703**	7,416**	21,691**	35,171 **
Bloques	3	0,596	3,274	6,021	0,004	0,014	1,465	1,861
Error	9	1,314	1,870	2,384	0,004	0,017	1,649	1,708
Total	15							
C.V.		1,94	3,19	5,12	0,23	1,76	38,32	9,34

(47,38%) y una variación de 44,94% hasta 48,69. Por consideración teórica, el PORIM (1985) reporta valores de 75% para APS y 49% para APF.

El análisis de varianza para el APS y APF (Tabla 2) indicó igualdad estadística entre los tratamientos, lo cual significa que el efecto de cada uno de ellos no modifica la respuesta en el contenido de aceite en el mesocarpio de los frutos.

Aceite en racimo (ARA)

El porcentaje ARA está determinado por el porcentaje total de frutos, la cantidad de pulpa y el porcentaje de aceite en pulpa. Sin embargo, Rajanaidu et al. (1987) y Taillez et al. (1996) consideran que la máxima acumulación de aceite en el racimo se presenta cuando los frutos comienzan a desprenderse del mismo. En la Tabla 1 se puede observar que, en promedio, los porcentajes de ARA varían ligeramente entre tratamientos (25,58 T1; 27,14 T2; 25,07 T3 y 23,80 T4); aunque con el tratamiento 2 se obtuvo mayor porcentaje, no se presentaron diferencias demostrables entre los cuatro tratamientos evaluados (Tabla 2), por tanto, con cualquiera de ellos se obtiene un buen porcentaje de aceite en racimo.

Extracción en planta extractora (EME)

Según Southworth (1976), la cosecha influye en gran medida sobre la cantidad de ácidos grasos libres (acidez del aceite) y la cantidad de aceite, ya que estas variables están directamente relacionadas con el nivel de madurez de los frutos.

El porcentaje promedio de extracción del tratamiento testigo (cosecha según criterio de la plantación) fue de 19,38, mientras que el del tratamiento alterno fue de 22,11 (Tabla 1). El análisis de varianza (Tabla 2) y la prueba de Duncan (Tabla 3) destacan claramente la superioridad de los tratamientos propuestos como alternativa para mejorar el porcentaje de extracción en planta extractora.

Acidez del aceite en planta extractora (APE)

El porcentaje APE de los racimos cosechados según el criterio de la plantación fue de 2,75, mientras que para los tratamientos alternos se obtuvo un promedio de sólo 1,44, con un rango de variación de 1,39 a 1,54 (Tabla 1). A su vez, el análisis de varianza (Tabla 2) reveló diferencias con 99% de probabilidades en la

acidez del aceite entre lo que hace el palmicultor (T1) y lo que se propone como alternativa (T2, T3 ó T4). La prueba de Duncan confirmó la superioridad de los tratamientos propuestos para mejorar la rentabilidad de la plantación con base en el mayor porcentaje de extracción y bajos niveles de acidez (Tabla 3).

Frutos desprendidos antes de la cosecha (FDAC)

Hay diferentes criterios con respecto al número de FDAC para una buena cosecha. Unos aseguran que el máximo contenido de aceite se logra tan pronto como se inicia el proceso de desprendimiento de los frutos, otros consideran que lo ideal son cinco frutos por racimo, porque el costo y el tiempo que implica la recolección de pocos frutos es aceptable (Rajanaidu et al. 1987; Toong y Yeang 1993; Taillez et al. 1996).

Este indicador visual de cosecha (FDAC) presentó un comportamiento más variable dentro de cada tratamiento que entre tratamientos. El tratamiento 1 presentó mayor número de frutos sueltos en el plato de la palma antes del corte, con un promedio de 6,81; los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron promedios de 2,19, 1,84 y 2.54 frutos desprendidos por racimo, respectivamente (Tabla 1), valores éstos similares a los encontrados por Chilito y Narváez (1996). Precisamente, para palmas jóvenes, en Costa de Marfil,

Tabla 3. Prueba de rango múltiple de Duncan y promedios para las variables Aceite en planta extractora, acidez del aceite y frutos desprendidos antes y después de la cosecha en palma de aceite Tumaco (Nar.) 1997.

Variable	Tratamientos	Promedio*
EPE (%)	Tratamiento 3	22,11a
	Tratamiento 2	22,11a
	Tratamiento 4	22,11a
	Tratamiento 1	19,38b
APE (%)	Tratamiento 1	2,74a
	Tratamiento 2	1,39b
	Tratamiento 3	1,39b
	Tratamiento 4	1,39b
FDAC (%)	Tratamiento 1	6,81a
	Tratamiento 4	2,54b
	Tratamiento 2	2,19b
	Tratamiento 3	1,84b
FDAC (%)	Tratamiento 1	17,47a
	Tratamiento 4	15,43a
	Tratamiento 2	11,63b
	Tratamiento 3	11,41b

* Promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

se recomiendan dos frutos sueltos o fácilmente desprendibles por kilogramo de racimo (Hartley 1983).

El análisis de varianza (Tabla 2) para FDAC indicó diferencias con 99% de certeza entre tratamientos. La prueba de Duncan los colocó en el siguiente orden de importancia: 4, 2 y 3, entre los cuales no existen diferencias estadísticas demostrables (Tabla 3), comprobando que dos frutos desprendidos/kg de racimo son suficientes como indicador de una buena cosecha en cuanto a calidad y cantidad, acorde con las observaciones de Chilito y Narváez (1996).

Frutos desprendidos después del corte del racimo (FDDC)

Puesto que ésta es una variable consecuencia de la anterior, su comportamiento fue bastante similar, encontrando que el tratamiento 1 permitió un mayor número de frutos desgranados (17,47), seguido del tratamiento 4 (15,43). Se encontró que los tratamientos 1 y 4 no fueron diferentes entre sí, como tampoco lo fueron los tratamientos 2 y 3 (Tabla 3), indicando que con los tratamientos 2 y 3 se pueden obtener cosechas que proporcionan buena cantidad de aceite con bajo porcentaje de acidez, mientras que con los tratamientos 1 y 4 (criterio de la plantación y revisión semanal) se

rebaja la calidad del aceite y se encarecen los costos de recolección por la cantidad de fruta suelta. Al respecto, Southworth (1976) dice que se ha demostrado que un aumento en el número de frutos sueltos de cinco a 74 dio como resultado un aumento de apenas 5% de aceite en el mesocarpio, en cambio la acidez del aceite subió de 0,5 a 2,9%.

Análisis de correlación

Del análisis de la matriz de correlaciones (Tabla 4) se deducen los siguientes grados de asociación entre variables: El APS está directamente asociado con el 99% de probabilidades, con el APF y con la EPE, con coeficientes de correlación de 0,78** y 0,62**, respectivamente, mientras que tiene una asociación inversa con la acidez del aceite (-0,63**). Lo anterior significa que al aumentar el porcentaje de aceite en pulpa se mejora la extracción de aceite en planta extractora y se disminuye la acidez del aceite.

De otra parte, el porcentaje de extracción en planta extractora (EPE) estuvo inversamente relacionado con la acidez del aceite (-0,99**), con el número de frutos desprendidos antes del corte (-0,86**) y después del corte (-0,71**); es decir, cuanto menor sea el número de frutos desprendidos antes y después del corte (hasta

Tabla 4. Coeficientes de correlación lineal simple entre algunas características determinantes de la extracción de aceite en palma de aceite. Tumaco [Nar.]. 1997.

Caract.	APS	APF	ARA	EPE	APE	FDAC	FDDC
APS	1,000	0,734**	0,214NS	0,623**	-0,634**	-0,479 NS	-0,382NS
APF		1,000	0,464NS	0,369 NS	-0,382NS	-0,212 NS	-0,065NS
ARA			1,000	-0,057NS	0,065NS	0,173 NS	0,036 NS
EPE				1,000	-0,997 **	-0,869 **	-0,716 **
APE					1,000	0,855 **	0,704 **
FDAC						1,000	0,708 **
FDDC							1,000

Variables	Testigo	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Unidades
Área terreno	150	150	150	150	ha
Rendimiento	20	20	20	20	t RFF/ha
Producción	3.000	3.000	3.000	3.000	t RFF/ha
Extracción	19,38	22,11	22,11	22,11	%
Acidez del aceite	2,18	1,39	1,39	1,39	% A.G.L
Prod. Aceite	581,4	663,30	663,30	663,30	t aceite/año
Diferencia	0	81,90	81,90	81,90	t aceite/año
Precio aceite *	529.000	529.000	529.000	529.000	\$/t aceite
Ingresos Adic.	0	43.325.100	43.325.100	43.325.100	\$/año
Costos Adic. **	0	14.000.000	5.600.000	2.800.000	\$/año
Diferencia	0	29.325.100	37.725.100	40.525.100,00	\$/año
Rend. Adic./ha.	0	195.500,66	251.500,66	270,167,33	\$/ha/año

* Fuente: El Palmicultor (Colombia) No. 325. Julio 1997

** Trat 2: 5 operarios calificados \$200.000 c/u

Trat 3: 2 operarios calificados \$200.000 c/u

Trat 4: 1 operario calificado \$200.000 c/u

cierto límite) mayor será el porcentaje de extracción y menor la acidez del aceite.

La calidad del aceite está directamente relacionada con el número de frutos desprendidos antes del corte (0,85**) y después del corte (0,70**); esto es, cuanto mayor sea el número de frutos desprendidos antes y después del corte mayor será la acidez del aceite producido, resultado que concuerda con las observaciones de Rajanaidu et al. (1987). Toong y Yeang (1993) y Taillez et al. (1996).

En general, los indicadores visuales de madurez utilizados en la región, en este caso número de frutos desprendidos antes y después de la cosecha, son valederos, pero desafortunadamente sólo sirven para hacer correcciones posteriores a la cosecha, tal como concluyeron Chilito y Narváez (1996).

Análisis económico

Para este análisis se parte de algunos supuestos que se deben tomar en cuenta al adoptar cualquiera de los tratamientos alternos.

- Se supone un volumen de producción igual para todos los tratamientos, ya que éstos no influyen sobre la producción de racimos como tal.
- Esta tecnología debe aplicarse en plantaciones medianas y grandes; en áreas pequeñas los costos extras no lo justifica.
- Se paga por kilogramo cosechado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el estudio se pudo demostrar que con seis meses de anticipación es posible hacer un estimativo confiable acerca del número de racimos y la producción a obtener en cada cosecha. El número de racimos se obtiene de los libros de campo, sumando el total de flores en anthesis por períodos semanales; mientras que el volumen de cosecha se estima con base en el peso promedio de los racimos, según registros de los lotes en la planta extractora.

Cualquiera de los tratamientos alternos permiten obtener mayor porcentaje de extracción de aceite de

buena calidad en la planta extractora. Para que esto sea posible se requieren dos condiciones de orden técnico, que en determinado momento pueden incrementar los costos de producción desbalanceando negativamente la relación: cantidad y calidad vs. costos de cosecha. Las condiciones son:

1. Trabajar únicamente con base en ciclos semanales (8 días); esto permite extraer mayor cantidad de aceite de buena calidad, es decir, cosechas en óptimo grado de madurez.
2. Manejar un mayor número de hectáreas por lote de cosecha semanal, debido al bajo número de racimos para corte/ciclo semanal/lote.

Aunque no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos alternos, el T4 es el más rentable (Revisión semanal), por que con él se obtienen ingresos adicionales de S 270,167 /ha/año; para esto se necesita que un obrero calificado revise diariamente 30 ha de las 150 ha que le corresponden bajo su responsabilidad. También es rentable trabajar con dos operarios, obteniendo \$ 251.500 adicionales/ha/año; de esta forma el trabajo es más fácil y más exacto.

Los tratamientos propuestos como alternativa reducen significativamente el volumen de fruta suelta, facilitan la labor de recolección y disminuyen las pérdidas de fruto en el campo, aparte de que mejoran la calidad del aceite.

La metodología desarrollada en este trabajo permite controlar los ciclos de cosecha y la calidad de la misma directamente por el asistente técnico y por la administración; de esta forma, la responsabilidad no recae en el criterio del cosechero, como es costumbre hasta la fecha. Se recomienda aplicar esta tecnología en una plantación comercial, a fin de validar en la práctica lo que estadísticamente queda probado.

Los autores agradecen al Señor Artie Felipe Rankin, Gerente de Inversiones Rankin, por su decidida colaboración y participación activa en el desarrollo de éste y otros trabajos de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- CHILITO, L.; NARVAEZ, J. 1996. Determinación de la madurez óptima de cosecha para la palma de aceite en la región de Tumaco-Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. (Tesis de Ing. Agrónomo).
- HARTLEY, C. 1983. La palma de aceite. Traducción del inglés por Eduardo Maldonado P. Continental, México. D.F. 958p.
- PALM OIL RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA KUALALUMPUR (MALASIA). 1985. Palm Oil Factory Process Handbook. Part 1. General description of the palm oil milling process. PORIM, Kuala Lumpur. 118p.
- RAJANAIDU, N.; ARIFFIN, A.A.; SING, H.S. 1987. Ripeness standars and harvesting criteria for oil palm bunches. In: International Oil Palm-Palm Oil Conference. Progressand Prospects. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.21.
- SOUTHWORTH, A. 1976. Harvesting techniques. In: R.H.V. Corley; J.J. Hardon; G.S. Wood (Eds.). Oil Palm Research. Series Developments in Crop Science. I. Elseiver, Amsterdam. p.469 - 478.
- TAILLEZ, M.; SIAKA, COULIBALY, M.; BONNY, C; JACQUEMARD, J. C. 1996. La maduración de los racimos de palma y los criterios de cosecha en Palmindustrie (Costa de Marfil). Palmas (Colombia) v.17 no.1, p.29-37.
- TOONG, T.H.; 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.