

Potencial de aceite en racimos de palma de aceite de diferente calidad y su influencia en el potencial y extracción de aceite en la planta de beneficio

Oil Potential in Different-Quality Oil Palm Bunches and its Influence on the Potential Oil Extraction in the Mill

Querubín Durán S.¹
Guido A. Sierra R.²
Jesús A. García N.³

Resumen

La calidad y la eficiencia en cualquier proceso productivo son dependientes de muchas variables, en el caso de la Agroindustria de la Palma de Aceite el mejoramiento en la eficiencia y calidad de los productos y en algunos casos la viabilidad económica de una planta de beneficio depende de muchos factores, entre ellos la calidad de los insumos. A partir de los criterios establecidos en el Manual de laboratorio de plantas de beneficio del fruto de palma para la calificación física de los racimos, se presentan en este trabajo las principales variables físicas del racimo que son alteradas en el proceso de maduración de los racimos de palma de aceite, y cómo la calidad de éstos que llegan a las plantas de beneficio puede ir en detrimento del potencial total del aceite en los racimos y de la tasa de extracción de aceite de la planta de beneficio.

Summary

The quality and efficiency in any productive process depends on many variables. In the oil palm agroindustry, the improvement in efficiency and product quality, - and in some cases the economic viability of an oil mill-, depends on many factors, among others, the quality of the agricultural products used. From the bunch physical classification criteria established in the laboratory manual for oil palm mills, this work presents the main physical variables of oil palm bunches that may be altered during the ripening process and how the quality of the bunches arriving at the mill may affect the oil/bunch ratio and the palm oil extraction rate.

Palabras Clave

Aceite de palma,
Potencial de aceite,
Extracción de aceite.

1. Ingeniero Químico, Investigador Auxiliar. Centro de Investigación en Palma de Aceite.
E-mail: qdurans@yahoo.com.
2. Ingeniero Químico, Investigador Auxiliar. Centro de Investigación en Palma de Aceite.
E-mail: guido.sierra@cenipalma.org
3. Ingeniero Sanitario, Investigador Asistente. Centro de Investigación en Palma de Aceite.
E-mail: jesus.garcia@cenipalma.org

Nota: Este artículo se publica "sin editar", la responsabilidad de los textos es de los autores.

Introducción

En los últimos años Cenipalma ha venido adoptando en diferentes plantas de beneficio del fruto de palma los análisis de racimos como prueba de control de calidad al fruto adquirido para identificar la razón en la caída de la tasa de extracción en las plantas de beneficio en determinadas épocas. Estos análisis consisten en la determinación del potencial de aceite contenido en el racimo y la caracterización fisicoquímica de ses componentes en su totalidad de una forma más rápida que la tradicional. Sin embargo, al comparar los resultados de potencial de aceite obtenidos en estos análisis con la tasa de extracción de aceite en las plantas de beneficio, se han encontrado diferencias cercanas a cinco puntos en términos de extracción, dificultando el uso de esta herramienta como criterio de negociación con los proveedores de fruto.

Tal vez uno de los principales inconvenientes en la metodología de muestreo se refería a la selección de racimos en óptimo estado de maduración para la determinación de su potencial, sin tener en cuenta el estado de madurez general del fruto contenido en el viaje y la cantidad de aceite que cada estado de madurez podría aportar al potencial total, lo que implica un potencial teórico superior al real.

El comité de plantas de beneficio de la Zona Oriental planteó la necesidad de estudiar el potencial de aceite en los racimos de acuerdo con cada estado de calidad física del racimo, como consecuencia de los anteriores puntos de vista y de pruebas realizadas por la planta de beneficio El Palmar de Manavire, en la que se observó que con una selección final de racimos sin tener en cuenta el estado de madurez para la determinación del potencial de aceite, el potencial obtenido en el análisis de racimos en tolva era mucho más cercano a la tasa de extracción real de la planta.

En este estudio se determinó estudiar el potencial y las diferencias fisicoquímicas en el racimo para cada estado de madurez según los criterios presentados en el Manual de laboratorio de plantas de beneficio primario para fruto de palma de aceite, y también, estudiar el estado general de la calidad del fruto que llega a las plantas,

con el fin de reunir estos dos criterios para realizar una correcta calificación del fruto a cada proveedor de acuerdo a su potencial real.

Materiales y métodos

El trabajo fue desarrollado en las plantas de beneficio El Palmar de Manavire, Manuelita S.A. y Oleaginosas San Marcos, ubicadas en el municipio de San Carlos de Guaroa (Meta). El fruto empleado para el análisis provenía de las plantaciones propias de cada planta, así como de varios de sus proveedores externos sin acotar ninguna restricción al fruto a analizar por variedad ni edad de siembra. Para establecer igualdad de criterios en cuanto a la calificación del fruto y procedimiento para realizar para los muestreos y análisis, se determinaron los siguientes criterios.

Criterios para la calificación de la calidad de la fruta

Los criterios empleados para la calificación del fruto son los expuestos en el Manual de laboratorio para plantas de beneficio con las aclaraciones que se adicionan a continuación.

Racimo verde

Aquel racimo en el cual no se encuentran alvéolos vacíos, de frutos que se hayan separado en forma natural. En el momento del análisis no se deben forzar los frutos para saber si se sueltan o no, ya que se estaría alterando el análisis.

Se debe aclarar que un fruto desprendido en forma natural es aquel que no deja ningún tipo de marca en el alvéolo; mientras que un fruto que haya sido forzado a desprenderse deja un anillo en el alvéolo.

Racimo maduro

Es aquel racimo que ha desprendido mínimo un fruto en forma natural hasta un máximo del 50% de los frutos de la primera capa.

Racimo sobremaduro

Aquel racimo que ha desprendido más del 50% de los frutos existentes en la primera capa de frutos.

Racimo podrido

Aquel racimo que ha desprendido más del 50% de los frutos de su primera capa, pero adicionalmente, presenta el pedúnculo blando por efecto del envejecimiento del racimo.

Pedúnculo largo

Aquel racimo en el que su pedúnculo sobrepasa la altura de los hombros del racimo. También se cuentan como pedúnculos largos, los trozos de pedúnculos cortados que por descuido en la cosecha hayan sido llevados hasta la planta.

Procedimientos para el muestreo por calidad en la tolva

Para la evaluación de la calidad de los racimos en la tolva se emplearon los siguientes procedimientos de acuerdo con la forma de descargue del fruto.

Descargue manual

De acuerdo con el peso promedio de los racimos y del peso total contenido en el viaje se obtiene un número aproximado de racimos, de los cuales se seleccionaron en forma aleatoria utilizando un número como múltiplo para la calificación por calidad.

Ejemplo 1. En el caso de un viaje de 10 toneladas y cuyos racimos tienen un peso promedio aproximado de 25 kilogramos (400 racimos aproximadamente en total) se tomaron los múltiplos de 4, es decir el 4, 8, 12, 16..., y 400 para la calificación.

Descargue rápido

En las plantas que contaban con un sistema de descargue rápido como el gato o volquetas se calificaron los 100 racimos en grupos de 25, utilizando para ello una cuerda con 25 nudos que se extendió sobre los racimos en la tolva.

Procedimiento de muestreo y laboratorio para la determinación del potencial de aceite en los racimos de diferente calidad

De acuerdo con los criterios de calidad mencionados anteriormente, se seleccionaron por viaje un racimo de cada clase para el análisis (cuatro racimos por viaje) y se utilizó la metodología propuesta por Cenipalma para el análisis del potencial, tomando sólo una muestra de frutos normales para la determinación de la cantidad de aceite en fruto por racimo, con excepción de la planta Manuelita S.A., en donde se realizaron los análisis clasificando los frutos en internos y externos y tomando una muestra de cada grupo. En total se realizaron 331 análisis correspondientes a 89 repeticiones entre las tres plantas como se muestra en la Tabla 1; los resultados eliminados corresponden a análisis incompletos

Tabla 1 Análisis de potencial de aceite realizados

	Planta A	Planta B	Planta C	Total
Repeticiones	25	40	24	89
Total muestras	98	160	73	331
Muestras seleccionadas	98	102	54	254
Muestras eliminadas	0	58	19	77

y resultados fuera de lo normal por enfermedad de los racimos.

Para comparar estadísticamente los resultados obtenidos se utilizó el programa Statistix 4.0 for Windows, analizando cada una de las variables por planta y un análisis general de todos los datos.

Resultados y discusión

Con los datos obtenidos, siguiendo la metodología descrita anteriormente, se compararon los promedios obtenidos por estado en cada una de las plantas y los promedios globales de las tres plantas para cada una de las variables físico-químicas del racimo, así como los promedios de las calificaciones por calidad física del fruto y su impacto económico en el potencial y la tasa de extracción de la planta.

Análisis físicoquímico de los racimos por estado de madurez

Este análisis se realizó para las variables físicas de composición del racimo (peso del racimo y los porcentajes en peso respecto a racimo de pedúnculo, frutos y nuez), las variables de composición de la espiga (peso de la espiga con fruto, porcentaje en peso del fruto en espiga) y las variables de composición del fruto (peso promedio del fruto, cantidad de pulpa en el fruto, humedad en pulpa y aceite en pulpa), así como el potencial de aceite en racimo para cada estado de madurez del racimo.

Composición física del racimo

Peso del racimo. Dada la diferencia en la edad del material y variedades que procesa cada una de las plantas implicadas en el estudio, los pesos promedio de los racimos en cada estado fueron diferentes para cada una de ellas, aunque los pesos promedios de los racimos maduros fueron semejantes en las tres plantas. De otra parte, se observó que en las tres plantas no se presentan

Tabla 2 Comparación de los promedios de pesos por estado de madurez

Estado	Peso del racimo por planta (kilogramos)			
	Planta A	Planta B	Planta C	Todas
Verde	16,24 a	19,38 a	19,29 a	18,10 a
Maduro	16,09 a	16,87 a	17,00 a	16,67 a
Sobremaduro	14,99 a	9,58 b	11,64 b	12,14 b
Podrido	4,31 b	4,73 c	8,03 b	5,12 c

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$ **Tabla 3** Promedio de la composición física de los racimos

Estado	Peso del racimo (kg)	% pedúnculo /RFF	% frutos /RFF
Verde a	18,10	6,75	67,68
Maduro a	16,67	7,33	67,12
Sobremaduro b	12,14	10,30	55,66
Podrido c	5,12	15,71	39,17

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$.**Tabla 4** Porcentaje en peso de frutos externos e internos en racimo por estado de madurez en el racimo

Estado	% peso fruto/RFF	
	% frutos externos/RFF	% frutos internos/RFF
Verde	39,28 a	29,39 a
Maduro	38,54 a	28,14 a
Sobremaduro	24,37 b	27,10 a
Podrido	20,41 b	26,87 a

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$ **Tabla 5** Composición de las espigas

Estado	Peso promedio espiga	% Peso frutos/espiga
Verde	118,80 a	72,54 a
Maduro	117,77 a	72,39 a
Sobremaduro	80,54 b	61,84 b
Podrido	40,82 c	46,05 c

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$

diferencias estadísticas entre el peso promedio de los racimos verdes y maduros, mientras que éstos sí presentan diferencias estadísticas con los racimos sobremaduros y podridos, siendo este último muy inferior en peso al compararlo con los racimos de los demás estados (Tabla 2).

Porcentaje de pedúnculo y fruto sobre racimo.

Como se muestra en la Tabla 3 la cantidad de pedúnculo en el racimo es superior a medida que aumenta el grado de maduración del racimo, mientras que la cantidad de frutos presentes en el racimo disminuye. Este comportamiento es claramente observado en el ensayo realizado en la Planta C, en donde se analizaron por separado los frutos internos y externos (Tabla 4), permitiendo observar que a medida que aumenta el grado de maduración del racimo la pérdida de los frutos externos se hace más crítica, trayendo implicaciones importantes para el potencial de aceite final del racimo.

En la Tabla 4 se observa además que la cantidad de frutos externos es mayor que la de los internos para los racimos verdes y maduros, mientras que para los racimos sobremaduros y podridos es mayor el porcentaje de frutos internos.

El promedio de todos los análisis arrojó que, aunque se encuentra un mayor peso promedio de los racimos verdes, estadísticamente no existen diferencias significativas en las variables peso del racimo, % pedúnculo/RFF y % de fruto/RFF con los racimos maduros, mientras que los racimos sobremaduros y podridos corresponden significativamente a menores pesos promedios, a una menor cantidad de fruto en el racimo y por tanto a un mayor porcentaje en peso del pedúnculo.

Composición de las espigas

En la Tabla 5 se observa que el peso promedio de la espiga disminuye al disminuir el porcentaje en peso de frutos en la espiga, y que éstos a su vez dependen del grado de maduración del racimo, encontrando de nuevo que no se presentan diferencias significativas entre los racimos verdes y maduros, mientras que los racimos sobremaduros y podridos pertenecen a dos estados completamente diferentes, mostrando diferencias desde la misma composición física de las espigas.

Composición de los frutos

Peso promedio de los frutos normales. El peso promedio de los frutos normales en el racimo presentó diferentes tendencias en cada una de las plantas (Tabla 6), razón por la cual se obtuvieron tres grupos estadísticamente diferentes en el análisis final de todos los datos, obteniendo un mayor peso promedio en los frutos maduros seguidos por los frutos verde y sobremaduros, y con el menor peso promedio los frutos de los racimos catalogados como podridos.

Contenido de pulpa en el fruto. Como se observa en la Tabla 7 no se presentan diferencias significativas entre los diferentes estados en

Tabla 6 Peso promedio de los frutos normales

Estado	Peso promedio de frutos (g)			
	Planta A	Planta B	Planta C	Todos
Maduro	9,04 a	9,41 a	9,34 a	9,28 a
Verde	8,19 a	8,69 ab	8,25 a	8,41 ab
Sobremaduro	8,70 a	7,88 bc	8,08 a	8,24 bc
Podrido	7,79 a	6,82 c	7,92 a	7,40 c

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$

Tabla 7 Porcentaje en peso de pulpa/fruto por estado de madurez del fruto

Estado	% Peso pulpa/fruto			
	Planta A	Planta B	Planta C	
			externos	internos
Sobremaduro	75,69 a	77,26 a	80,33 a	76,30 a
Maduro	76,10 a	75,82 a	80,69 a	74,18 a
Verde	74,30 a	76,71 a	79,02 a	72,61 a
Podrido	69,65 a	75,53 a	77,14 a	72,61 a

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$

Tabla 8 Humedad en pulpa fresca por estado de madurez

Estado	% humedad/pulpa fresca			
	Planta A	Planta B	Planta C	
			externos	internos
Verde	48,56 a	42,85 a	34,86 a	38,35 a
Podrido	40,65 ab	35,99 ab	31,03 ab	36,88 a
Maduro	38,70 b	29,49 b	28,41 ab	32,08 a
Sobremaduro	35,66 b	29,30 b	26,70 b	29,00 a

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$

cuanto a la cantidad de pulpa presente en el fruto; sin embargo, al igual que se ha obtenido en otros trabajos realizados sobre conformación del racimo, la cantidad de pulpa contenida en los frutos externos es superior a la de los frutos internos para cada estado.

Contenido de humedad y aceite en pulpa fresca. En cuanto a la humedad en la pulpa, se observó que para todos los casos la mayor humedad la contenían los frutos verdes seguidos por los frutos de los racimos podridos y maduros y finalmente con la más baja humedad los frutos de los racimos sobremaduros (Tabla 8). De otra parte, los frutos de racimos maduros y sobremaduros contienen una mayor cantidad de aceite en pulpa que los racimos podridos y verdes, siendo este último el peor en todos los casos (Tabla 9).

Potencial de aceite en racimo

De acuerdo con los datos analizados el mayor contenido de aceite en el racimo se obtiene en el estado maduro y presenta diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás estados (Tabla 10).

Tabla 9 Contenido de aceite en pulpa fresca por estado de madurez

Estado	% aceite/pulpa fresca			
	Planta A	Planta B	Planta C	
			externos	internos
Maduro	59,53 a	56,00 a	54,82 a	53,70 a
Sobremaduro	63,46 a	53,69 ab	57,32 a	54,86 a
Podrido	59,04 a	46,99 bc	54,69 a	47,80 a
Verde	46,73 b	43,00 c	48,23 a	44,73 a

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$

Tabla 10 Potencial de aceite en racimos por estado de madurez

Estado	Potencial de aceite en racimos (% ac/RFF)			
	Planta A	Planta B	Planta C	Todos
Maduro	29,38 a	29,04 a	27,89 a	28,89 a
Sobremaduro	26,44 ab	24,47 ab	22,11 bc	24,67 b
Verde	22,17 b	22,95 b	24,24 ab	22,91 b
Podrido	11,82 c	14,94 c	17,28 c	14,07 c

Letras diferentes presentan diferencias estadísticas a $p = 0,05$

Como ya se observó en los resultados anteriores los racimos maduros son parecidos en sus características físicas exteriores a los racimos verdes (excepto por su color), pero poseen un mayor contenido de aceite en pulpa; y aunque las características de sus frutos sean similares a las de los racimos sobremaduros, la diferencia en el potencial radica en la cantidad de frutos que éstos han desprendido.

La caracterización de racimo maduro que se utilizó para este trabajo pertenece a un criterio adecuado partiendo de la diferencia de los potenciales obtenidos en cada una de las plantas. Este alto potencial del racimo maduro depende en gran parte de la alta cantidad de fruto presente en el racimo, el mayor peso promedio de sus frutos, el alto contenido de pulpa en sus frutos y de aceite en pulpa. Además, cabe anotar que la baja pérdida de frutos externos que son los que poseen una mayor cantidad de pulpa y un mayor contenido de aceite en ésta, permiten obtener el potencial óptimo de aceite en el racimo para la planta de beneficio.

Calificación del fruto por su estado de madurez o calidad física
Los datos fueron obtenidos de la Planta A utilizando los criterios enunciados anteriormente, en donde se realizó el seguimiento a la calidad del fruto en tolva al fruto que ingresó a la planta en los meses de febrero a agosto de 2002 efectuando un total de 634 calificaciones en las que se incluía tanto el fruto de los proveedores como parte del fruto de la plantación perteneciente a la empresa. En la Tabla 11 se observan los principales resultados obtenidos en estas calificaciones.

Los resultados obtenidos en las calificaciones utilizando los criterios de calidad presentados en este trabajo son inferiores a lo esperado, ya que culturalmente se ha manejado que alrededor del 90% del fruto que ingresa a la planta de beneficio es maduro y dejando 10% para completar entre verde y sobremaduro.

Además llama la atención el amplio rango existente entre los valores mínimos y máximos obtenidos en las calificaciones y las altas desviaciones y coeficientes de varianza, mostrando con ello la alta variación existente en cuanto a la calidad del fruto que llega a la planta de beneficio.

Tabla 11 Resultado de las calificaciones en tolva por madurez del fruto en la Planta A

Estado	Mínimo (%)	Máximo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coef. de varianza (%)
Verde	0	41	3	6,33	196,7
Maduro	27	95	71	12,07	17,01
Sobremaduro	1	72	23	11,13	48,06
Podrido	0	22	3	3,14	118,3

Tabla 12 Resultado de las calificaciones en tolva por madurez del fruto en la Planta B

Estado	Promedio
Verde	1
Maduro	72
Sobremaduro	26
Podrido	1

Tabla 13 Potencial de aceite calculado por calidad

Estado	Potencial (% aceite / RFF)	Calificación en calidad (%)	Calificación en calidad (%)
		1	2
Maduro	28,89	71	72
Sobremaduro	24,67	23	26
Verde	22,91	3	1
Podrido	14,07	3	1
Potencial calculado de acuerdo con la calidad		27,29	27,58

Tabla 14 Impacto económico de la reducción en el potencial de aceite por la calidad del fruto

Estado	Calificación 1	Calificación 2
Fruto procesado (t/año)	70.000	70.000
Diferencia con óptimo (% aceite/RFF)	- 1,60	- 1,30
Diferencia con óptimo en aceite (t/año)	-1.120	-910
Diferencia con óptimo en pesos (millones/año)	-1.120	-910

De igual forma se realizó el seguimiento en la Planta B, en donde los resultados fueron similares a los anteriores en diecisiete semanas entre los meses de abril y agosto del año 2002 (Tabla 12) utilizando los mismos criterios de calidad.

Análisis económico

Utilizando los resultados anteriores de calidad del fruto procesado, se obtiene al calcular el potencial ponderado una reducción de 1,6 y 1,3% de aceite/RFF respectivamente (Tabla 13).

Para el análisis económico es necesario evaluar la diferencia de potenciales en términos monetarios, para ello se tomará como ejemplo una planta que procesa 70.000 toneladas de fruto al año y la equivalencia de la disminución en el potencial como % aceite/RFF de las dos calificaciones anteriores y un precio comercial del aceite de un millón de pesos por tonelada de aceite, como se observa en la Tabla 14.

Relación potencial de aceite – TEA en planta

Paralelo a este estudio, la planta de beneficio Oleaginosas Bucarelia, ubicada en Puerto Wilches (Santander), ha venido haciendo la comparación entre el comportamiento de su TEA y los potenciales obtenidos en los análisis en tolva, obteniendo una diferencia entre 3,7 y 4,6 puntos (Figura 1) en términos de extracción entre el potencial de aceite teórico y su TEA.

Una vez conocidas las diferencias en los potenciales por estado de calidad, se determinó el detrimento en el potencial por el factor calidad para esta planta, es decir, se obtuvo el promedio de la calificación de calidad del fruto obtenido en tolva, y utilizando los potenciales obtenidos en este estudio se calculó la diferencia con el potencial teórico, que para los promedios de calidad reportados presentaron un rango de 0,63 a 1,50% de ac/RFF en la reducción del potencial por mes, obteniendo un promedio de 0,99% ac/RFF al año.

De manera adicional, la planta cuenta con los promedios mensuales de pérdidas de aceite, permitiendo calcular el potencial de extracción de la planta en el mes. Al comparar los resultados obtenidos del potencial teórico de extracción de aceite (potencial teórico-reducción por calidad-

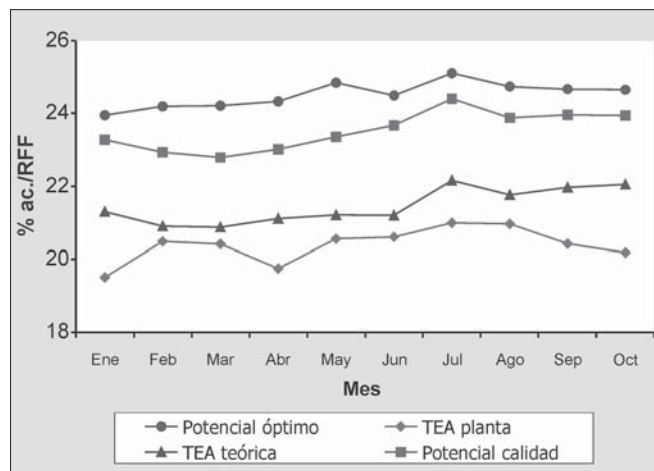


Figura 1 Comportamiento del potencial de aceite en el fruto y la tasa de extracción de aceite en una planta de beneficio

pérdidas de aceite en planta) y la tasa de extracción real de la planta (TEA) se encontró una diferencia promedio de 1,05% (Figura 1), que corresponde, según estudios realizados en la Zona Central Palmera de Colombia, al promedio de pérdidas que se alcanzan a presentar entre la cosecha del racimo y su llegada a la planta de beneficio.

Conclusiones

- El potencial de aceite en el racimo depende directamente de su estado de madurez
- El alto contenido de aceite en los racimos maduros corresponde a una alta cantidad de frutos en el racimo, una alta cantidad de pulpa en el fruto y un alto contenido de aceite en la pulpa
- La diferencia entre los potenciales de aceite en los racimos verdes y sobremaduros con los maduros son cercanas a los cinco puntos
- El potencial de aceite en los racimos podridos es inferior al del estado maduro en 14 puntos de extracción
- La reducción en la TEA de la planta de beneficio puede ser superior a un punto de extracción por una deficiente calidad del fruto
- La calidad del fruto procesado puede hacer la diferencia en la viabilidad económica de una planta de beneficio. ✿

Bibliografía

- CALVO, C.A. 2000. Validación de la metodología para el análisis de racimos para la planta extractora del Palmar de Manavire. Informe final de proyecto. Universidad de la Sabana – Cenipalma.
- SANTOS, G. 2001. Resultados prácticos de la aplicación de la metodología alterna de análisis de racimos en la zona palmera central. Ceniavances (Colombia) no.86.
- YÁÑEZ, E. 2000. Metodología alterna para el análisis de racimos de palma de aceite. Palmas (Colombia) v. 21, no. Especial, p 295-302.
- YÁÑEZ, E. 2000. Aplicación de la metodología alterna para el análisis de racimos y muestreo en tolva. Palmas (Colombia) v.21, no. Especial, p 303-311.
- CENIPALMA. 1999. Manual de laboratorio de plantas de beneficio primario para fruto de palma de aceite. Cenipalma. Colombia. p. 30-31.