



VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA ALTERNA PARA EL ANÁLISIS DE RACIMOS EN LA ZONA PALMERA OCCIDENTAL*

Notas del Director

En el CENIAVANCES No. 76 de octubre de 2000, se presentó la metodología alterna para análisis de racimos, con el propósito de que se implemente este procedimiento, tanto a nivel de plantas de beneficio como de campo, para conocer cuál es el potencial de aceite que llevan los racimos. La metodología anterior fue desarrollada en la Zona Norte y se ha considerado necesario realizar ensayos demostrativos en las Zonas Central, Oriental y Occidental, con el propósito de difundir la metodología y corroborar el ajuste del modelo propuesto. Es importante recalcar la necesidad que el productor de fruto sepa el contenido de aceite que tienen sus racimos y con ello el aceite por hectárea que está produciendo.

Con el análisis de racimos se puede conocer cómo está variando la producción de aceite por unidad de área a través del tiempo, y cómo la están afectando las variaciones climáticas y el manejo agronómico dado al cultivo; también se puede conocer cuál es el comportamiento mensual en cuanto a estos parámetros. Para las plantas de beneficio, es importante conocer el contenido de aceite potencial que traen los racimos, para conocer en ello analizar cuáles son los porcentajes de pérdida real.

Esta metodología ha tenido gran acogida, actualmente hay varias plantas de beneficio y productores de fruto que la han implementado, como una actividad más de mejora de la productividad dentro del proceso de producción y beneficio del aceite de palma.

En este CENIAVANCES se presentan algunos resultados obtenidos en la Zona Occidental en la Plantación Astorga S.A.

Padra León Gómez Cuervo
Director Ejecutivo



En el Ceniavances 76 se presentó de manera general la metodología propuesta por Cenipalma para los análisis de racimos, con la cual se obtiene el contenido de aceite en mesocarpio fresco con base a la humedad y a través de un modelo matemático, y la medición de variables físicas se puede llegar al contenido de aceite sobre racimo. Los estudios iniciales se llevaron a cabo en la Zona Norte de Colombia y con

este trabajo se hizo su validación en la Zona Occidental del país (en la planta de beneficio de Astorga S.A.) con el fin de comparar los resultados entre las dos zonas, dadas las diferencias climáticas y especialmente la alta pluviosidad, característica de la zona occidental.

El contenido de aceite en el mesocarpio es debido principalmente al grado de madurez del racimo, y a otros factores externos como manejo agronómico y origen genético del material sembrado, y factores climáticos, como radia-

ción solar y déficit hídrico en las semanas previas a la maduración del racimo (Alvarado et al 1998, citando a Azis 1985, Siregar 1976 y Henson 1993). El conocimiento del potencial de aceite del fruto que se recibe en tolva para su posterior procesamiento es un punto de vital importancia debido a que permite controlar la calidad de la materia prima procesada y además sirve como método de evaluación del funcionamiento de la planta.

De acuerdo con Khalid y Zakaria 1996, citando a Ariffin, 1984 y Khalid *et al.* 1992, los principales componentes del mesocarpio del fruto de la palma de aceite son la fibra, el aceite y el agua. El contenido de fibra (como sólido seco) en el mesocarpio es casi constante durante la maduración, mientras que el agua y el aceite varían con la madurez, existiendo una relación inversa entre ellos. Es decir, a medida que aumenta el estado de madurez aumenta el porcentaje de aceite en el mesocarpio y disminuye el porcentaje de humedad. Esta es la razón por la cual, en los estudios realizados en la zona norte, se decidió basar el análisis de calidad del fruto en el contenido de humedad teniendo en cuenta que su determinación es más sencilla. Como se mencionó en el Ceniavances 76, la determinación del potencial de extracción sobre racimo se determina por medio de la siguiente ecuación:

* Estudiante Ing. Producción Agroindustrial Stella María Castellanos, Universidad de la Sabana; Inv. Asist. Jesús García N.; Inv. Aux. Edgar Eduardo Yáñez Angarita, Área de Procesos y Usos, MSc.; Cenipalma A.A. 252171, Bogotá, Colombia; Ing. Mecánico, Jairo Iván Hoyos Sánchez, Director Planta Extractora de Astorga

$$\text{Aceite/Racimo} = \frac{\text{Aceite/Mesocarpio fresco} \times \text{Mesocarpio/Fruto}}{\text{Fruto/Racimo}}$$

Los dos últimos términos de la ecuación son variables físicas fáciles de medir manualmente, sin embargo la determinación tradicional del contenido de aceite en mesocarpio por el método Soxhlet (primer término de la ecuación), complica la medición debido al montaje de la prueba y al tiempo requerido para la obtención del resultado (más de 24 horas).

METODOLOGÍA

En este estudio se validó en primera instancia, el uso del horno microondas en el secado de muestra. Posteriormente se hicieron determinaciones tanto en pérdida como en ganancia de humedad en los frutos para ver la incidencia sobre los resultados finales en la determinación del aceite a través de la humedad. Para evaluar la ganancia de humedad, se introdujeron varios frutos en un recipiente con agua y se pesaron hasta dos días después para ver su aumento en peso por ganancia de humedad. Para la obtención del modelo matemático, se evaluaron materiales Ténera Papua, siembra 86 y 89 y se tuvieron en cuenta los racimos cosechados en 2 tipos de terreno, zonas bajas de guandal y en zonas altas de loma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida y ganancia de humedad

En la Tabla 1 se presenta la pérdida de humedad para dos grupos de datos de frutos internos y externos después del corte. Como puede observarse, los frutos internos pierden un promedio de 9.33% de humedad en los cuatro días siguientes a su corte, mientras los frutos externos pierden un 5.42%; debido a que el contenido de humedad de los frutos internos es mayor que en los frutos externos.

Tabla 1. Variación del porcentaje de humedad en frutos de racimos Ténera - Papua después del día de corte

Fecha	% Humedad			
	F. internos	F. externos	F. internos	F. externos
Día 0	36.44	27.03		
Día 1	38.78	25.24	63.24	31.73
Día 2	33.08	23.21	52.73	31.90
Día 3	29.34	21.18	ND	ND
Día 4			54.03	27.08

Con estos resultados se resalta la necesidad de un análisis en el menor tiempo posible pues con una medición errónea de la humedad se pueden obtener valores equivocados en el potencial de aceite en el racimo. Con respecto a la ganancia de humedad, en la Tabla 2, se nota que el porcentaje de humedad máximo ganado por los frutos es de 2.79 %, el cual para efectos de este análisis es un valor pequeño que no afectará los resultados.

Análisis de varianza de los parámetros durante los análisis de racimos

Las variaciones en el peso del racimo, el porcentaje de aceite en base

Tabla 2. Variación del peso en frutos de racimos Ténera - Papua, introducidos en un recipiente con agua

Horas	Peso (gr)	Peso (gr)
0	28.81	59.87
1	29.30	60.46
2	29.41	
3	29.47	
4	29.52	
21	29.52	61.54

Tabla 3. Diferencia de medias según la prueba de Tukey (alfa 5%) para los parámetros del análisis de racimos de acuerdo con el año de siembra

Parámetro	Siembra 86	Siembra 89
Peso racimo (kg)	20.74 a	18.64 b
% aceite base húmeda	51.68 a	55.89 b
# frutos por espiga	6.85 a	7.37 a

Tabla 4. Diferencia de medias según la prueba de Tukey (alfa 5%) para los parámetros del análisis de racimos de acuerdo con la posición en el racimo

Parámetro	Frutos externos	Frutos internos
Peso fruto (g)	16.80 a	6.80 b
% aceite base seca	82.75 a	78.49 b
% aceite base húmeda	59.95 a	47.62 b
% humedad	27.57 a	39.90 b

húmeda y el número de frutos por espigas, mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza para el año de siembra. No obstante al hacer la diferencia de medias para el número de frutos con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) no se mostraron diferencias como se observa en la Tabla 3. De acuerdo con la ubicación de los frutos en el racimo, se encontraron diferencias significativas para las variables peso de fruto, porcentaje de aceite en base seca, porcentaje de aceite en base húmeda y el porcentaje de humedad, tal como se muestra en la Tabla 4.

No se presentaron diferencias significativas en las principales variables del análisis de racimos para los tipos de terrenos evaluados (Guandal y Loma). Así mismo, tampoco se encontró diferencias en los sólidos secos no aceitosos para ninguna de las fuentes de variación tratados, confirmando con esto, uno de los principios de la metodología de análisis de racimos propuesta por Cenipalma.

Relación agua-aceite en el mesocarpio

Por medio de la correlación de Pearson, se encontró que la humedad explica en un 97.47% el contenido de aceite en base húmeda en una relación inversa muy significativa ($P = 0.0000$). Las diferencias en el porcentaje de humedad fueron significativas únicamente para diferentes posiciones del fruto en la espiga, por lo cual para la formulación del modelo solo se incluyeron estas dos variables (%Abh y %H). La regresión lineal calculada a los datos del contenido de aceite en base húme-

Tabla 5. Valores de significancia de la influencia de las precipitaciones sobre el contenido de humedad de los frutos

Precipitación	Valor P
Día anterior	0.7914
Semana anterior (7 días)	0.7799
Mes anterior (30 días)	0.5647

da en función del porcentaje de humedad, dio el siguiente resultado:

%Ac en mesocarpio fresco = $87,60 - 1,003 \text{ Humedad}$; $r^2 = 0,9501$; $p = 0,0000$

Es decir, el 95,01% de la variación total de los valores del contenido de aceite en base húmeda se deben a la relación lineal con los valores del porcentaje de humedad, y por lo tanto es una herramienta útil en la predicción del potencial de aceite. Las regresiones lineales realizadas por separado para frutos internos y frutos externos mostraron una correlación menor a la obtenida utilizando la totalidad de los datos. Por tanto, para la predicción del porcentaje de aceite se utilizará el mismo modelo pero independientemente para cada posición del fruto.

Evaluación del modelo matemático

La correlación de Pearson entre los resultados del modelo matemático y los valores medidos experimentalmente es de 96,78%, lo cual indica que la ecuación matemática explica en éste porcentaje el potencial de extracción experimental.

En la Figura 1, puede observarse cómo los valores hallados experimentalmente y los predichos por la ecuación mantienen la misma tendencia. Este análisis completo fue realizado a racimos en forma individual, pero si los resultados del análisis de toda la tolva por medio de un método de muestreo presentan el mismo comportamiento, se podrá comparar la extracción diaria de la planta contra el potencial de extracción y de esta forma se detectaría si las bajas de extracción se deben a la calidad del fruto (fruto verde) o a problemas en planta (pérdidas).

Influencia de las precipitaciones

Con el fin de analizar la influencia

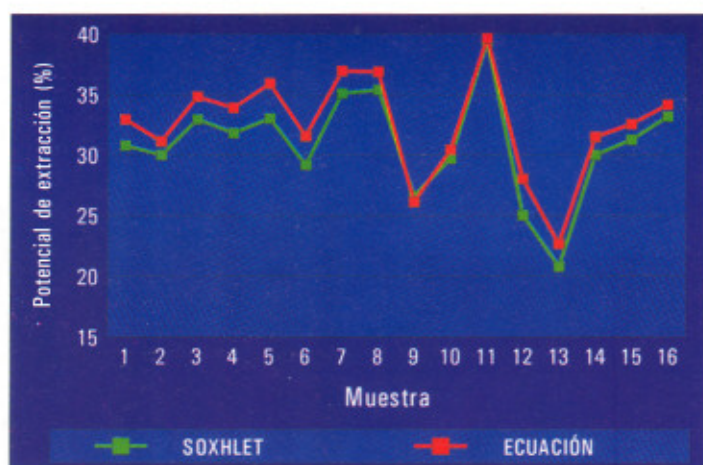


Figura 1. Comparación entre el potencial de extracción de aceite obtenido mediante el método Soxhlet y la ecuación matemática

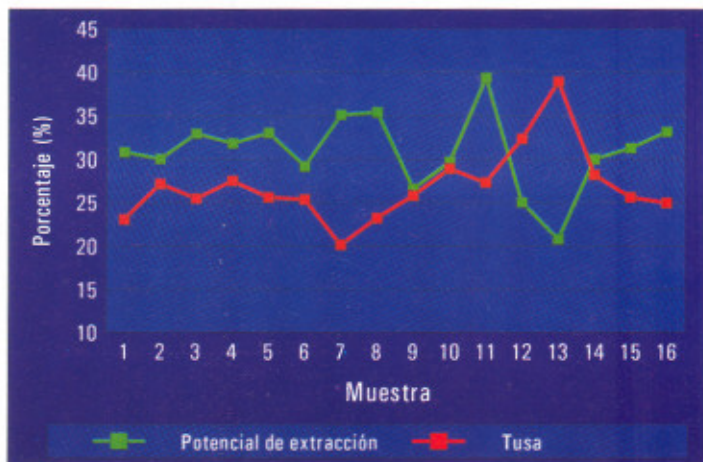


Figura 2. Relación entre el potencial de extracción y el % de rásquis

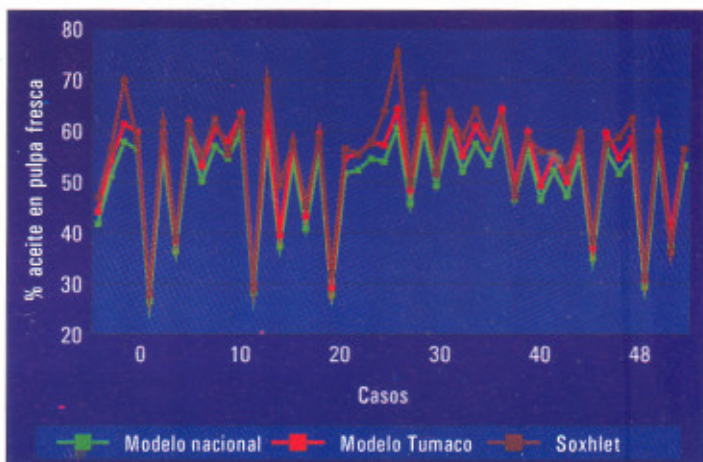


Figura 3. Comportamiento del aceite en pulpa fresca obtenidos por el método Soxhlet y los modelos matemáticos encontrados por Cenipalma para Tumaco y a nivel nacional

de las precipitaciones del día, la semana y el mes anterior al corte del racimo, sobre el contenido de humedad de sus frutos, se incluyeron estos datos dentro del análisis, obteniéndose los resultados

presentados en la Tabla 5.

Relación tusa - extracción

Se estableció por medio de la correlación de Pearson, que la tusa

explica en un 72,72% el potencial de extracción de un racimo. Esta relación es inversa y tiene valor de $p = 0,0014$. Claramente se observa en la Figura 2 el comportamiento inverso de estas dos variables, cuando la extracción aumenta el porcentaje de tusa disminuye y cuando la extracción baja se debe al aumento en el porcentaje de tusa. Esta correlación ya había sido reportada por Yáñez y García (1997), con datos de la zona norte.

Comparación entre modelos

En la Figura 3, se muestran los comportamientos del aceite en pulpa fresca para frutos internos y externos, obtenidos por el método Soxhlet y el modelo matemático propuesto por Cenipalma, correspondiente a la zona de Tumaco y al modelo nacional presentado en el Ceniavances 76, donde se puede ver la gran correlación que existe entre los dos, independientemente de la zona

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado A; Montaña C. Sterling F. 1998. Efecto del clima y la edad de la palma de aceite sobre la variación de algunos componentes de racimo en Coto, Costa Rica. Palmas (Colombia). v 19, No 3, p. 43 - 49.
- Khalid K; Zakaria Z. 1996. Variation of dielectric properties of oil palm mesocarp with moisture content and fruit maturity at microwave frequencies. *Elaeis* v. 8 No. 2, p. 83 - 91.
- Yáñez A., Edgar E.; García N., Jesús A.; Amaya C., Sergio. 2000. Metodología alterna de muestreo y análisis de racimos de palma de aceite. En: Ceniavances 76. Cenipalma, Bogotá. Octubre 2000.
- Yáñez A., Edgar E., García N., Jesús A., Amaya C., S. 1997. Comportamiento de la Extracción de Aceite de Palma en la Zona Norte durante el período 1991 - 1997. Informe interno.

El contenido de fibra (como sólido seco) en el mesocarpio es casi constante durante la maduración, mientras que el agua y el aceite varían con la madurez, existiendo una relación inversa entre ellos. Es decir, a medida que aumenta el estado de madurez aumenta el porcentaje de aceite en el mesocarpio y disminuye el porcentaje de humedad.

IMPREGNACIÓN DE ACEITE EN LOS RACIMOS VACÍOS DURANTE LA ESTERILIZACIÓN Y EL DESFRUTADO

Al cuantificar las pérdidas de aceite en el proceso de extracción, se determina fácilmente que el aceite impregnado en tusas representa hasta el 45% de la pérdida total, la cual se encuentra para la zona central colombiana en 2.06% y 2.11% para la zona norte, expresada como aceite sobre RFF (Datos 1999). Este hecho define las prioridades de investigación para aumentar la eficiencia en el proceso de extracción de aceite de palma. En este trabajo se evaluaron las etapas de impregnación de aceite a la salida de los autoclaves y durante el proceso de desfrutado, para identificar la forma como evoluciona la pérdida en estas etapas. A continuación, se midió la incidencia del tiempo de sostenimiento durante el ciclo de esterilización, en la impregnación de los racimos vacíos teniendo en cuenta el grado de maduración de los mismos. Los tiempos de sostenimiento evaluados fueron de 40, 50 y 60 minutos para tres niveles de maduración en los racimos de fruta fresca (RFF) como son: verde, maduro y sobremaduro. Estos ensayos evaluaron la impregnación de aceite en los racimos vacíos al final del proceso de esterilización y a la salida del desfrutado, con el fin de establecer como se incrementa la pérdida de aceite. Se pudo determinar que, el proceso del desfrutado genera alrededor del 75% de la impregnación medida como aceite en ssna (sólidos secos no aceitosos), incrementado este valor a la salida de las autoclaves desde 1.8-2.8% hasta 9-11% (Figuras 1, 2 y 3). Al mismo tiempo, se estableció que el tiempo de sostenimiento mantiene una relación directa con la impregnación del racimo vacío, siendo favorecido por el incremento en la maduración de los racimos. Es decir, a mayor grado de maduración del racimo y un tiempo de sostenimiento extendido, se incrementa la pérdida de aceite impregnado en racimos vacíos. Actualmente, el proyecto se encuentra evaluando el tipo de sistemas desfrutadores y la incidencia del material genético en esta pérdida de aceite.

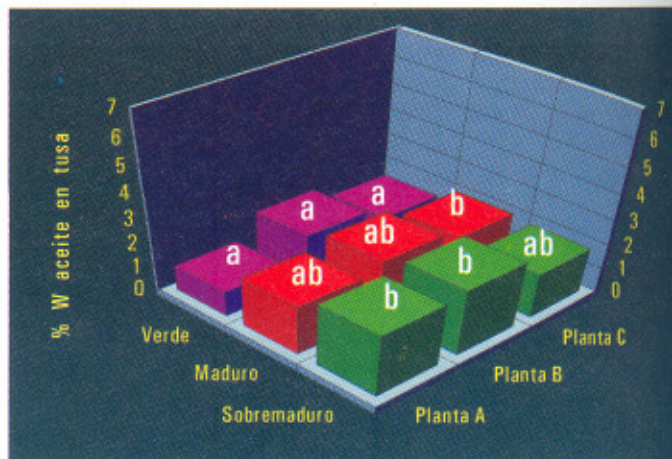


Figura 2. Pérdida de aceite impregnado en tusa por grado de maduración a la salida del autoclave

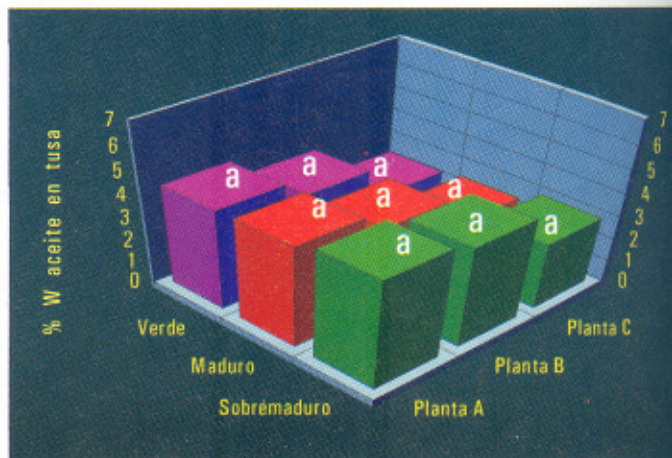


Figura 3. Pérdida de aceite impregnado en tusa por grado de maduración a la salida del desfrutado

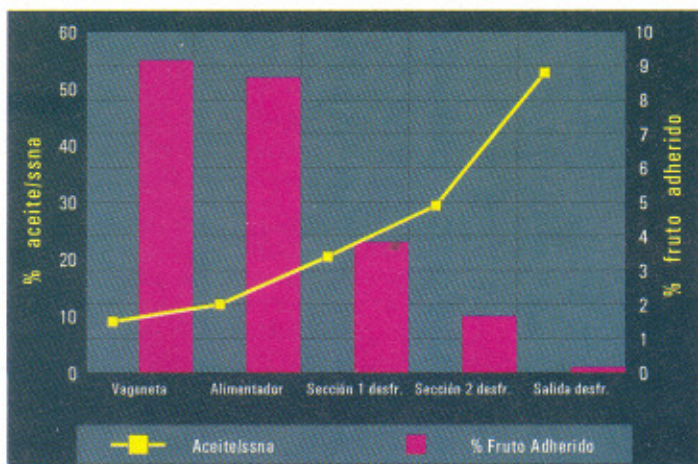


Figura 1. Impregnación de aceite y fruto adherido durante la esterilización y el desfrutado

Edgar Eduardo Yáñez, Ing. Químico; Jesús Alberto García Núñez, Ing. Sanitario. Área de Procesos y Usos. Cenipalma. Bogotá (Colombia); Luis Enrique Fuentes, Est. Ing. Química, Universidad Industrial de Santander; Omar Cadena, Ing. Industrial. Director Planta Extractora, Agroince, Bucaramanga (Colombia); Jaime Humberto Acero, Ing. Químico. Palmas Oleginosa Bucarela, Bucaramanga (Colombia); Leonardo Gelvez, Ing. Químico. Palmeras de Puerto Wilches Bucaramanga (Colombia); Comités Asesores Regionales de Plantas Extractoras Norte y Central

Director
Pedro León Gómez Cuervo
Coordinación Editorial:
Oficina de Comunicaciones de Fedepalma
Diseño y Diagramación:
Bilma Camargo, Cenipalma
Impresión
Editorial Kimpres. Tel.: 2601680
Esta publicación contó con el apoyo del
Fondo de Fomento Palmero