

Aplicación de La metodología alterna para análisis de racimos y muestreo de racimos en tolva

Application of an alternate method for bunch analysis and bunch sampling in the mill-lopper

Jesús Alberto García Nuñez ¹; Edgar Eduardo Yáñez Angarita ²

RESUMEN

En este artículo se presenta, como una aplicación de la metodología alterna de análisis de racimos, el análisis de los resultados obtenidos en varios ensayos realizados en tolvas de las plantas de beneficio de palma de aceite. La técnica se basa en un método de selección de racimos en la tolva por medio de una cuerda que permite extraer el número mínimo (28) de racimos con representatividad y significancia. Posterior a una evaluación cualitativa, se realiza una submuestra (6 racimos) de los mismos para iniciar el análisis propiamente dicho con una pequeña muestra equivalente a un solo racimo. Así mismo se presentan resultados comparativos de los datos de la composición de los racimos en la implementación de esta metodología en las zonas palmeras colombianas.

SUMMARY

This article is presented as an application of the alternative methodology for bunch analysis, the analysis of carried out in the hoppers of the palm oil mills. The technique is based on a method of selection of bunches in the hopper through a chord that allows to extract the minimum number of bunches (28) with representativeness and significance. After a qualitative evaluation, a sub-sample (6 bunches) is selected to start the proper analysis with a small sample equivalent to a single bunch. Likewise, comparative results are presented of the data of bunch composition, obtained by the implementation of this methodology in the Colombian palm zones.

Palabras claves: Plantas extractoras. Racimo, TEA, Caracteres de rendimiento. Aceite de palma. Métodos, Muestreo.

1 Invest. Asistente. Cenipalma. Apartado Aéreo 252171. Bogotá, D.C. Cenpalm2@cable.net.co

2 Invest. Auxiliar. Cenipalma. Apartado Aéreo 252171. Bogotá, D.C. Cenipalm2@cable.net.co

INTRODUCCIÓN

En trabajos anteriores desarrollados por Yañez y García (2001) se pudo comprobar la relación existente entre la humedad y el contenido de aceite en el mesocarpio fresco, de tal manera que con la evaluación del aceite en pulpa fresca mediante un modelo matemático, y la determinación de variables físicas sencillas, el análisis de los racimos de la palma de aceite se puede hacer en un tiempo más corto y con una buena contabilidad.

El nuevo reto planteado ahora es poder llevar de una manera ágil y confiable esta metodología al análisis de racimos en las tolvas de las plantas de beneficio, con el fin de evaluar, no sólo la cantidad de aceite presente en los mismos, sino también la composición dentro del racimo, de tal manera que se puedan brindar resultados oportunos de una manera rápida y sencilla, siendo implementado como una práctica periódica en las plantas de beneficio.

Al combinar los resultados de la eficiencia del proceso mediante los balances de pérdidas de aceite y los análisis de racimos en tolva en las extractoras, se puede identificar claramente los factores que afectan la tasa de extracción de aceite (TEA). Este tipo de análisis permite efectuar operaciones de control respecto a la calidad del fruto y, además, son un gran avance en el estudio del comportamiento de la baja extracción de aceite, al asociar y analizar los registros de los análisis de fruto efectuados periódicamente con las tasas de extracción obtenidas en las plantas de beneficio. De otro lado, para las plantaciones este tipo de análisis representa un proceso de retroalimentación eficaz sobre la calidad del fruto que se está produciendo, al evidenciar la forma cómo el contenido de aceite y almendra han sido influenciados por diferentes eventos (Henson 1998), como deficiencias en la polinización, área de influencia del polinizador, carencias en el programa de fertilización, relación de la extracción con el tipo de material genético que se está procesando y la edad de la plantación, entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Validación de la nueva metodología de análisis de racimos en las zonas Occidental y Central del país

Los trabajos se iniciaron en la Zona Norte palmera colombiana, en las plantaciones de El Roble y Aceites S.A. Esta zona se caracteriza por su baja precipitación, con un promedio anual de 1.129 mm, y una temperatura media de 32°C. Con el fin de corroborar si la metodología era aplicable a zonas que presentarían una mayor precipitación y humedad se hizo una réplica de la misma en la Zona Occidental, en la plantación de Astorga. Esta zona se caracteriza por mayores humedades relativas, temperaturas menores (28°C) y más altas precipitaciones (más de 3.000 mm al año). Los racimos provenientes para este ensayo fueron de material Papúa, con edades entre 10 y 13 y años en estado óptimo de madurez.

De otra parte, se adelantaron trabajos en siete plantas extractoras de la zona palmera central Colombiana, en las cuales se montó la metodología de los análisis de racimos por el método de la determinación de aceite en mesocarpio a partir de la humedad. Esta zona tiene temperaturas similares a la Zona Norte, pero a diferencia de ésta última presenta una mayor precipitación.

Número mínimo de racimos para ser muestreados

El objetivo principal en esta parte fue determinar el tamaño mínimo de muestra y el método para seleccionar los racimos. Como parámetro de muestreo se tomó la variable "Peso de Racimo" con el fin de seleccionar los racimos representativos del contenedor que transporta la fruta. Para conocer el número mínimo de racimos que deben ser incluidos en la muestra, con la precisión y exactitud deseada en el análisis, es necesario medir el universo de esta variable y estadísticamente determinar la cantidad mínima de racimos que satisfaga la variable "Peso de Racimo". Con este propósito se realizaron varios

ensayos para determinar la variación del peso del racimo dentro de diferentes tipos de transporte de racimos de fruta fresca (RFF), según su capacidad de cargue, la cual está entre 4 y 10 toneladas, aproximadamente.

En el primer ensayo, se valoró fruto proveniente de una plantación con material comercial ASD Costa Rica, siembra de 1987. Posteriormente se evaluó una plantación que presentó la siguiente distribución en el fruto cosechado:

- 66 %: Edad : 6 años - Material: ASD Costa Rica.
- 16 %: Edad : 20 a 25 años - Material: Dura.
- " 18 %: Edad : 12 años - Material: Tenera ICA.

En forma alternativa se realizó un análisis estadístico de proyectos anteriores de análisis de racimos, para evaluar, según su coeficiente de variación, el tamaño mínimo de la muestra.

De esta forma se determinó la varianza inherente para la variable "Peso de Racimo", estimando el número mínimo de racimos por muestra.

Diseño de una método de muestreo de racimos en tolva

Para hacer la selección de los racimos en tolva, se evaluaron tres métodos bastante simples los cuales se denominaron "Canasta", "Vara" y "Cuerda":

"Canasta": Los racimos a seleccionar se toman durante el llenado de las vagonetas de esterilización.

"Vara": Se utiliza una vara de aproximadamente 1 metro para seleccionar el racimo que señale uno de sus extremos mientras se hace un recorrido en "X" sobre la pila de racimos en tolva de manera sucesiva.

"Cuerda": Se extiende una cuerda sobre la pila de racimos en tolva, a la cual se le hacen nudos cada 70 cm, de manera que se cubra toda la tolva con un recorrido en "X". El racimo señalado por cada nudo es el seleccionado.

Para los tres métodos expuestos anteriormente, el grupo (pila) de racimos analizados

correspondió al proveniente de un contenedor de 10 toneladas de RFF. En este caso se tomó la varianza de la muestra para el "Peso de Racimo" con respecto al total de los racimos del contenedor, como punto de referencia para definir la eficiencia del muestreo. Para comparar la distribución de los datos en cada grupo de muestra se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Statistix, manual del usuario, 1996). Cada ensayo se repitió para las plantaciones mostradas en la Tabla 1, las cuales poseen características diferentes.

Tabla 1. Características del material evaluado para el muestreo de racimos.

Material Genético	Año de siembra
ASD - Costa Rica	1993
ICA	1987
Dura	1977

Submuestreo de racimos y espigas

Con el fin de hacer más ágil el muestreo en tolva se trabajaron varios submuestreos para identificar el número mínimo de racimos representativo de la muestra de 29 racimos. Para esto se hicieron determinaciones en tres plantaciones con dos (2) repeticiones evaluando la variable "Peso de Racimo", usando los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1: 6 racimos
- Tratamiento 2: 12 racimos
- Tratamiento 3: 18 racimos
- Tratamiento 4: 28 racimos

Con los datos obtenidos en el ensayo descrito anteriormente se evaluaron diferentes formas de obtener una submuestra de espigas. Se efectuó el análisis de 24 racimos, los cuales se clasificaron aleatoriamente en cuatro grupos de seis. De cada uno de los racimos se tomaron diferentes cantidades de espigas, como se describe a continuación:

- Tratamiento 1: Testigo: Análisis de racimos tomando aproximadamente 2.500 g de espigas. Los datos presentados son los promedios de los 24 racimos, haciendo el análisis para cada uno de estos por aparte.

Tratamiento 2: De cada racimo de los 24, se tomaron 6 espigas (2 centrales, 2 basales y 2 apicales), y se les hizo el análisis correspondiente a cada uno de estos. Los resultados presentados corresponden a los promedios de los 24 racimos.

Tratamiento 3: De cada grupo de 6 racimos se tomó una muestra aproximada de 3.000 g de espigas. Los datos presentados corresponden a el promedio de los 4 grupos con 6 racimos cada uno.

Tratamiento 4: De cada grupo de racimos se tomaron 6 espigas por racimo (2 centrales, 2 basales, 2 apicales), de tal manera que se conformara una sola muestra por grupo. El dato presentado es el promedio de los cuatro grupos de racimos.

Las variables de respuesta para cada este experimento fueron las que se obtienen comúnmente para los análisis de racimos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validación de la nueva metodología de análisis de racimos en las zonas Occidental y Central del país

En la Zona Occidental se pudo validar la metodología de análisis de racimos establecida en la Zona Norte, sin encontrar diferencias en el comportamiento del aceite en el mesocarpio

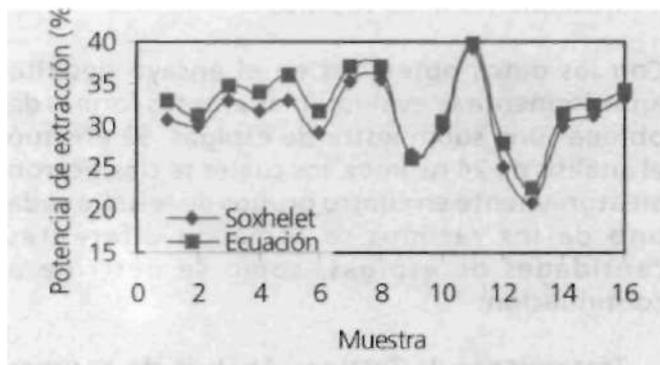


Figura 1 Comparación entre potenciales de extracción de aceite obtenidos experimentalmente usando el método Soxhlet y el estimado por el modelo matemático (Ecuación), en la plantación de Astorga de la Zona Occidental (Castellanos 2000).

fresco en relación con la humedad. Tampoco se notó influencias de la mayor precipitación de esta región de Tumaco comparado con los datos de la Zona Norte. En la Figura 1 se compara el potencial de aceite en el racimo usando el método de Soxhlet y el obtenido con base en el modelo de la determinación de la humedad. Se puede apreciar la similitud en el comportamiento de los datos de las dos gráficas.

Con los datos obtenidos se obtuvo el siguiente modelo para la determinación del aceite en mesocarpio, usando 28 racimos para la determinación (Castellanos 2000).

$$\text{Aceite en Mesocarpio} = 87,6002 - 1,003 * \text{Humedad}$$

$p = 0,0000$
 $r^2 = 0,9501$

Al combinar estos datos con los de la Zona Norte se obtiene el siguiente modelo que hasta la fecha es el más representativo del país.

$$\text{Aceite en Mesocarpio} = 82.3791 - (0,95005 * \text{Humedad})$$

$p = 0,0000$
 $r^2 = 0,9377$
 (604 Casos)

En el montaje de la metodología de los análisis de racimos en la Zona Central, se obtuvo, para cada una de las siete extractoras en las cuales se trabajó, un modelo específico. En la Figura 2 se



Figura 2. Comparación entre potenciales de extracción de aceite obtenidos experimentalmente usando el método Soxhlet y el estimado por el modelo matemático, en una plana extractora de la Zona Central (Rueda 2000).

puede apreciar el comportamiento de la determinación de aceite usando el modelo basado en la humedad y la determinación realizada por el método Soxhlet.

En el proceso de establecimiento de estos modelos se recogió valiosa información sobre las diferencias de los componentes de los racimos en las plantaciones y por zonas. En la Tabla 2 se aprecian las diferencias del comportamiento del material Papúa en dos plantaciones de la Zona Norte y una de la Zona Occidental.

En la tabla anterior, los datos presentados para cada una de las plantaciones de las zonas son promedios al menos de 28 racimos. Se resalta, entre otras cosas, el alto valor del promedio del peso de los frutos externos, el alto porcentaje de estos frutos en racimos y el aporte de aceite que hacen los frutos externos al comparar los datos de la plantación en la Zona Occidental con las dos de la Zona Norte.

En las Tablas 3 y 4 se hacen comparaciones para el material IRHO, analizados en plantas de beneficio de la Zona Central, clasificadas según dos grupos de edades diferentes.

Es interesante notar en estas dos tablas que hay grandes diferencias en los componentes del racimo en plantaciones que están ubicadas en la misma zona palmera y por tanto están afectados por las mismas condiciones climáticas. Con este tipo de información, el cual se va a seguir llevando en las plantaciones, se puede llegar a inferir efectos del manejo del cultivo en la composición de los racimos, que conlleven al mejoramiento del sector palmero colombiano, al poder diferenciar las mejores prácticas que mejoren el rendimiento del cultivo.

Número mínimo de racimos para conformar la muestra

El procedimiento descrito por el manual del *PORLA* (1995) Abdul (1993) para el muestreo de racimos en planta de beneficio como control en la calidad del racimo, menciona que se deben tomar aleatoriamente entre 50 y 100 racimos, dependiendo si la carga es de 5 ó 10 toneladas. Un volumen alto de racimos elimina la necesidad

Tabla 2. Comportamiento de los componentes de racimos en material Papua de la misma edad en una plantación en la Zona Occidental y dos en la Zona Norte.

Variable	Occidental	Norte 1	Norte 2
W racimo (kg)	19,60	18,80	19,00
W fr. Externos (g)	13,20	8,94	10,14
W fr. Internos (g)	7,57	5,80	6,15
W fr. Externos/rff	42,10	31,14	34,72
W fr. Interno/rff	24,87	26,06	28,21
% Ac. Meso/externo	54,59	49,82	50,08
% Ac. Meso/interno	50,82	40,31	42,89
% Ac./rff externo	19,51	12,02	13,60
% Ac./rff interno	9,21	7,44	8,62
% Ac./RFF	28,72	19,46	22,22

W = peso

Tabla 3. Diferencias en la composición de racimos del material IRHO, siembras 75 - 79, en tres plantaciones de la Zona Central.

Variable	Planta 1	Planta 2	Planta 3
W racimo (kg)	16,99	18,97	18,88
W fr. Externos (g)	5,91	6,22	7,08
W fr. Internos (g)	4,28	4,25	4,95
W fr. Externos/rff	31,04	40,29	38,94
W fr. Interno/rff	31,24	26,71	27,57
% Ac. Meso/externo	59,60	49,59	54,77
% Ac. Meso/interno	54,84	51,65	54,15
% Ac./rff externo	14,39	15,39	16,73
% Ac./rff interno	11,41	9,42	9,91
% Ac./rff	25,81	24,81	26,63
Nº. datos	46	39	15

Fuente: Rueda (2000).

Tabla 4. Diferencias en la composición de racimos del material IRHO, siembras 85 - 89, en dos plantaciones de la Zona Central.

Variable	Planta 1	Planta 2
W racimo (kg)	19,02	19,69
W fr. Externos (g)	9,39	7,01
W fr. Internos (g)	7,20	5,03
W fr. Externos/rff	78,96	81,63
W fr. Interno/rff	67,74	71,72
% Ac. Meso/externo	54,00	50,89
% Ac. Meso/interno	48,08	49,58
% Ac./rff externo	15,96	15,45
% Ac./rff interno	10,77	10,10
% Ac./rff	26,73	25,55
Nº. datos	9	29

Fuente: Rueda (2000).

de establecer un método de muestreo y un tamaño mínimo específico de muestra, sin embargo, hace tedioso el análisis e imposible de implementar en una planta de beneficio como práctica diaria. Para definir un muestreo más sencillo y rápido en tolva, es necesario establecer el tamaño mínimo de muestra y la forma en que se seleccionan dichos racimos.

Para medir la variación posible del "Peso de racimo" en tres diferentes tipos de transporte de RFF, se pesaron todos y cada uno de los racimos para evaluarlos estadísticamente, de manera que se pudo estimar en forma representativa el tamaño mínimo de muestra. La estadística descriptiva para estos ensayos se muestra en la Tabla 5.

Las tres muestras forman una distribución normal comparables entre sí, con los mismos rangos de D.E., C.V. y promedio en la variable "Peso de Racimo". Mediante un procedimiento estadístico de "Prueba y Error" con las siguientes fórmulas : $N_{prov} \geq (Z_{\alpha} * S \sqrt{q})^2$; $N \geq (t_{\alpha} * S \sqrt{q})^2$; se calculó el número mínimo (N min) de racimos necesarios para obtener una muestra representativa. La Tabla 6 muestra estos resultados.

De las Tablas 5 y 6 se puede inferir fácilmente la uniformidad en la distribución en los pesos de los racimos dentro de los tres transportes evaluados. Al mismo tiempo se observa que para un coeficiente de confiabilidad del 95 %, el número mínimo de racimos por muestra es de 29, tomando como parámetro la variable "Peso de Racimo".

Tabla 5. Resumen de los principales parámetros estadísticos para la variable "Peso de Racimo" en tres diferentes tipos de transporte.

	Transporte A	Transporte B	Transporte C
Número de racimos	253	232	485
Peso promedio (kg)	15,48	15,38	15,43
D.E.	5,69	5,91	5,79
Varianza	32,39	34,96	33,55
C.V.	36,77	38,45	37,45
Mínimo	1,1	1,4	1,1
Mediana	15,4	15,3	15,3
Máximo	32,3	32,4	32,4

Al realizar un análisis teórico de las gráficas de coeficientes de variación para los datos obtenidos en un trabajo similar (García 1995), se determinaron los tamaños de muestra presentados en la Tabla 7.

El número mínimo de la muestra mostrado en la Tabla 7, se determina gráficamente en el momento en que el coeficiente de variación se estabiliza para cada una de las variables. De otro lado, al calcular estadísticamente el número mínimo de racimos por muestra para los datos obtenidos en trabajos anteriores, se obtiene un número de 30. De esta manera se confirma que para obtener una muestra de racimos representativa para la variable "Peso de racimo", se debe tomar una muestra mínima de 29 racimos para una confiabilidad del 95%, con un nivel de imprecisión de 2,2 kg alrededor de la media.

Tabla 6. Número mínimo de racimos por muestra para diferentes niveles de confiabilidad.

	Transporte A	Transporte B	Transporte C
D.E.	5,69	5,91	5,79
α	95%	95%	95%
Q	2,2	2,2	2,2
N min	28	30	29
α	90%	90%	90%
Q	2	2	2
N min	24	25	25
α	80%	80%	80%
Q	2	2	2
N min	15	16	15

Tabla 7. Número mínimo de racimos en diferentes variables del análisis de racimos, acorde con la estabilización del coeficiente de variación.

	Coefficiente de Variación	Número mínimo de muestra
Peso de racimo	22	26
Peso medio del fruto	19	40
% F normales / RFF	7	35
% F partenocárpico / RFF	100	13
% Faborta / RFF	46	5
% Frutos / RFF	4,4	5
% Pulpa / Fruto	4,6	30
% Cuesco / Fruto	18	28
% Almendra / Fruto	17	28
% Aceite / Pulpa seca	3	30
% Aceite / RFF	12	26

De la misma forma se analizaron racimos de otra plantación, la cual posee materiales y edades diferentes en sus cultivos, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- 66 %: Edad : 6 años - Material: Tenera Costa Rica
- " 16 %: Edad : 20 a 25 años - Material: Dura
- " 18 %: Edad : 12 años - Material: Tenera ICA

La estadística descriptiva para la muestra total y algunos subgrupos se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Resumen estadístico de ensayos de muestreo para diferentes tamaños de peso de racimos.

	Total	RFF < 15 kg	RFF > 15 kg	RFF < 23 kg
Promedio	11,69	8,17	21,20	10,36
D.E.	6,66	2,69	4,51	5,02
Varianza	44,29	7,23	20,35	25,18
C.V.	56,94	32,92	21,28	48,44
Mínimo	1,75	1,75	15,5	1,75
Mediana	9,5	7,95	20,5	8,925
Máximo	32,75	14,85	32,75	22,3
Alfa	0,1	0,05	0,05	0,05
Q	2,1	2	2	2
N	29	29	22	27

Como se observa, este caso es bastante heterogéneo en cuanto al tipo de fruta analizada, ya que posee tres materiales y edades diferentes. Sin embargo, para una confiabilidad del 90 % y un "Q" de 2,1 kg, la muestra mínima de racimos es de 29. Es decir, aún en casos extremos con una muestra de 29 racimos se trabajaría con el 90% de confiabilidad. Es importante resaltar los resultados obtenidos para el subgrupo de los racimos con peso inferior a 15 kg, ya que estos muestran una desviación estándar bastante baja, por lo que el número mínimo de racimos necesarios para la muestra es igualmente bajo. Además, casi la totalidad de estos racimos pertenece a un mismo lote, lo

que aseguraría que los racimos de un mismo lote se distribuyen normalmente.

De otro lado, se realizaron algunos ensayos teóricos de muestreo con los datos reales obtenidos anteriormente. Si se tiene en cuenta que el pesaje de todos los racimos se realizó en forma completamente aleatoria, se pueden seleccionar diversos grupos de racimos de la lista, en general, y suponer que éstos fueron obtenidos de una muestra en tolva de ese contenedor. El número de racimos seleccionado en cada grupo fue de 30. Los resultados estadísticos se presentan en la Tabla 9, donde se observa cómo el muestreo no afecta notoriamente la distribución de los racimos en la submuestra, conservando dentro de un rango muy restringido la desviación estándar y el promedio de la variable "Peso de Racimo".

La Prueba de Kolmogorv-Smírnov no mostró diferencias significativas entre los métodos, según la forma como se distribuyen los datos alrededor del promedio. El método "Canasta" se descarta por considerar que éste contribuye al desprendimiento de frutos, y por tanto puede afectar los resultados del análisis, además de que los racimos sufren un mayor deterioro y por lo tanto se dificulta el análisis posterior. Por facilidad y por mantener la objetividad en todos los muestreos se optó por el método de "la cuerda".

Diseño de una método de muestreo de racimos en tolva

Luego de establecer el tamaño de la muestra, se procedió a evaluar las tres formas de muestreo

Tabla 9. Variaciones estadísticas en el ensayo teórico de muestreo para grupos de 30 racimos.

Caso	D.E.	Promedio (kg)	Varianza	C.V.	Mínimo	Máximo
1 - 30 (continuo)	4,02	15,35	16,20	26,2	7,50	22,50
455 - 485 (continuo)	6,42	15,33	41,25	41,8	1,40	30,10
250 - 280 (continuo)	5,38	15,56	28,99	34,5	1,75	24,60
125 - 155 (continuo)	4,99	16,55	24,91	30,1	5,40	26,90
350 - 380 (continuo)	5,61	15,65	31,56	35,8	5,40	29,80
10 - 300 (c/10)	5,59	16,06	31,32	34,8	5,00	32,30
15 - 450 (c/15)	4,95	15,62	24,58	31,7	6,85	24,60
40 - 98 (c/2)	4,58	15,31	21,01	29,9	5,80	23,75
175 - 320 (c/5)	6,13	15,86	37,69	38,6	5,00	32,30

descritas en la metodología ("canasta", "vara" y "cuerda"), comparando la distribución presentada por la variable "Peso de Racimo" en cada uno de los muestreos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Resumen estadístico de tres diferentes formas de muestreo en tres plantaciones (A, B y C).

Plantación		A	B	C
Peso de Racimo	Vara	17,2	17,1	17,1
	Cuerda	17,2	16,3	15,8
	Canasta	17,0	15,9	15,0
D. E.	Vara	6,0	5,5	5,7
	Cuerda	6,1	5,4	6,8
	Canasta	5,7	3,8	5,7
C.V.	Vara	34,8	31,9	33,3
	Cuerda	35,8	33,0	43,2
	Canasta	34,0	23,8	38,0

Submuestreo de racimos y espigas

El análisis de varianza para las variables del análisis de racimos no presentó diferencias estadísticas significativas al comparar los cuatro grupos de submuestreo de racimos (6, 12, 18 y 2), tal como se muestra en la Tabla 11. Por lo tanto, se optó por escoger el submuestreo de los 6 racimos, pues siendo el menor permite trabajar de una manera más rápida.

Tabla 11. Resultado del análisis de varianza al comparar cuatro formas (ttos) diferentes de submuestreo de un grupo de 28 racimos.

Parámetro	Grado de significancia, tt.
Aceite/racimo	n.s.
Aceite/racimo externo	n.s.
Aceite/racimo interno	n.s.
Fruto externo/racimo	n.s.
Fruto interno/racimo	n.s.
Ac. Mesocarpio externo	n.s.
Ac. Mesocarpio interno	n.s.
Eficiencia de polinización	n.s.
Mesocarpio/fruto externo	n.s.
Mesocarpio/fruto interno	n.s.

En la práctica, una vez escogido los 29 racimos por el método de muestreo con la cuerda, se hace un submuestreo para escoger los 6 racimos finales para el análisis. Tal como se mencionó en la metodología, al evaluar los cuatro tratamientos diferentes para hacer el muestreo de espiguillas, se encontró que el tratamiento 3 (de cada grupo de 6 racimos se toma una muestra aproximada de 3.000 g de espigas para continuar con el análisis de racimos) no presentó diferencias estadísticas significativas al compararlos con el tratamiento 1 que se consideró como testigo. Los datos promedios para algunas de las variables del análisis de racimos se encuentran en la Tabla 12.

En resumen, con los datos y sustentaciones presentadas en el presente artículo se tiene una técnica para evaluar de forma rápida los racimos que llegan a las tolvas de fruto en las plantas de beneficio. Una vez obtenido el modelo para determinar el aceite en mesocarpio con base en la humedad, se hace un muestro de al menos 29 racimos en el contenedor o cualquier tipo de transporte de fruta, luego se hace un submuestreo de seis (6) racimos, de los cuales se toman al menos 3.000 g de espiguillas para determinar la composición física de los frutos. Se hace la selección de frutos internos y externos, se calcula el aceite en mesocarpio con el modelo matemático y a través de las fracciones se llega a aceite por racimo.

CONCLUSIONES

Se evaluó una metodología de muestreo de racimos en tolva a través de la cual se seleccionan 29 racimos de una manera representativa por medio de una cuerda.

De esta manera se propone una técnica para el análisis de racimos en tolva que tarda alrededor de 3 horas (incluyendo muestreo, desespigue y análisis), en comparación con los 2 días (aproximadamente) de los análisis convencionales.

Tabla 12. Promedios de los resultados de análisis de racimos comparando cuatro tipos diferentes de submuestreo de espiguillas.

Variable	Muestreo (Tos)				P
	1	2	3	4	
Aceite/Mesoc Ext. (BH)	45,890	48,844	48,247	48,791	0,294
Aceite/Mesoc Int. (BH)	44,522	46,646	44,135	45,131	0,311
Mesocarpio/Fruto Ext.	77,353	78,501	77,349	77,440	0,465
Mesocarpio/Fruto Int.	69,176	68,347	69,564	69,457	0,600
Fruto Externo / rff	34,710	41,513	37,640	40,331	0,108
Fruto Interno / rff	25,966	23,740	22,402	24,961	0,592
Aceite/rff Externo	12,178 a	15,795 b	14,065 ab	15,246 b	0,013
Aceite/rff Interno	8,025	7,796	6,929	7,838	0,644
Aceite / Racimo Total	20,204 a	23,592 b	20,994 a	23,084 b	0,010

BIBLIOGRAFÍA

- ABDUL JAIL, M. 1993. FFB Grading and OER for Pricing. Proceedings of the National Seminar on Palm Oil Extraction Rate : Problems and Issues.
- CASTELLANOS NEIRA, S. M. 2000. Informe final de Pasantía. Cenipalma, Bogotá, D.C.
- GARCÍA N., JA. 1995. Estudio componentes de racimo en Zona Norte colombiana. Cenipalma, Santafé de Bogotá. (Datos sin publicar).
- HENSON, LE. 1998. The role of bunch compositions in determining oil and kernel yields of oil palm: A Review. *In*: Proceedings of Oil and Kernel Production in Oil Palm - A Global Perspective. R151 - 208.
- PORLA. 1995. Fresh Fruit Bunch Grading Manual. PORLA, Kelana Jaya, Selangor. 42p.
- RUEDA BARRIOS, C. 2000. Informe final de Pasantía. Cenipalma, Bogotá, D.C.