

Valoración del muestreo empleado en el balance de pérdidas de aceite en plantas de beneficio de aceite de palma

Sampling Valuation Used in Oil Loss Balance in Oil Palm Mills

AUTORES

Edgar Eduardo Yáñez A.

Ingeniero Químico, Investigador
Asistente, Cenipalma.
edgar.yanez@cenipalma.org

Diana C. Hernández M.

Química de Alimentos, Aceites S.A.
chmancipe@hotmail.com

Jesús Alberto García

Ingeniero Sanitario,
Investigador Titular. Cenipalma.
jagarcia@uga.edu

José Francisco Granados

Ingeniero Químico,
Director Aceites S.A.
jfcogranados@hotmail.com

Palabras CLAVE

Extracción, Manual de Laboratorio,
Contenido de aceite,
Fibras y Efluentes

Extraction, Laboratory Manual,
Oil content, Fibers and effluents

Recibido: 13 agosto 2007
Aceptado: 18 septiembre 2007

Resumen

Se presenta una evaluación de los muestreos realizados en planta de beneficio para estimar las pérdidas de aceite de palma en los puntos del proceso de mayor interés como las tusas, fibras, efluentes líquidos y nuez. Dada la necesidad de actualizar el manual de laboratorio de plantas de beneficio, es necesario producir argumentos estadísticos confiables que respalden o modifiquen estas metodologías. El estudio incluye una valoración estadística para realizar análisis intramuestra, para determinar la variación dentro de una misma muestra analizada en laboratorio y análisis intermuestra, que evalúa de manera similar la variación, en este caso, durante el día de muestreo realizado. En general las muestras que presentaron menor variación, según el procedimiento establecido en el manual de laboratorio, son las de efluentes líquidos calientes y las de fibras, debido a que permiten una fácil homogenización. Así mismo, la muestra acumulada de fibra y nueces durante el turno de proceso son representativas. Tanto para las muestras líquidas como para las tusas, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones, para mejorar su representatividad durante el muestreo y acumulación.

Summary

A sampling valuation carried out in oil palm mills to estimate the loss of palm oil in the process points of greater interest as empty fruit bunches, fiber, liquid effluents and kernel is presented. In view of the need to update the laboratory manual of oil palm mills, reliable statistical arguments to support or modify these methodologies must be produced. The



study includes a statistical valuation to carry out intrasample analysis to determine the variation within a same analyzed sample in the laboratory and intersample analysis, which values the variation in a similar way, in this case, during the sampling day. For the most part, the samples showing less variation, according to the procedure established in the laboratory manual, are the hot liquid effluents and fibers, due to the fact that they allow an easy homogenization. Likewise, the fiber and kernels accumulated samples during the shift are representative. As for the liquid samples and empty fruit bunches, several considerations must be taken into account in order to improve their representativity during sampling and accumulation.



Introducción

Uno de los principales parámetros indicativos de la utilización de procedimientos apropiados de operación en las plantas de beneficio de aceite de palma, es la cuantificación de las pérdidas, ya que ésta es una de las herramientas más importantes que se tienen para realizar diagnósticos que permitan tomar medidas correctivas y de esta forma aumentar la eficiencia de todo el proceso de extracción.

Por esta razón se ha implementado el balance de pérdidas en las diferentes plantas extractoras de Colombia, mediante la aplicación de metodologías consolidadas en el *Manual de Laboratorio para plantas de beneficio de aceite de palma* (Cenipalma, 1999), el cual resume los procedimientos de muestreo y análisis para la cuantificación de las pérdidas de aceite expresadas en términos de la tasa de extracción.

Desde la publicación de ese manual se han realizado modificaciones y adaptaciones a algunos de los procedimientos para la determinación de pérdidas, con base en la experiencia de las mismas plantas de beneficio, lo cual ha generado una variación de las metodologías entre las diferentes zonas palmeras del país. Estos cambios no fueron registrados en dicho manual debido a que se encontraban en proceso de desarrollo en el momento de la publicación, lo cual lleva a que en la actualidad algunas plantas apliquen métodos que para otras son desconocidos.

Con el fin de tener metodologías de análisis estándar para Colombia se realizó esta investigación, en donde se establecieron e implementaron procedimientos de muestreo y análisis apropiados para la cuantificación

de las pérdidas. El proyecto valoró estadísticamente los resultados obtenidos, conociendo la representatividad de los mismos dada la variación en el contenido de aceite y la periodicidad del muestreo dentro de una o varias muestras del mismo día de proceso y su influencia en los datos reportados como pérdidas totales.

Con base en lo anterior se realizaron diferentes ensayos en la planta de beneficio de aceite de palma Aceites S.A., ubicada en la Zona Norte en el municipio del Retén (Magdalena). Estos ensayos comprendieron la toma periódica de muestras de los puntos más relevantes en el balance de pérdidas y la determinación de su contenido de aceite, estableciendo estadísticamente la forma correcta de muestreo.

Materiales y métodos

Mediante la planeación e implementación de la valoración estadística de procedimientos de muestreo se aplicaron dos ensayos que determinan las variaciones del contenido de aceite dentro y entre en las muestras recolectadas. A continuación se realiza una descripción de los ensayos realizados.

Valoración estadística de procedimientos

El objetivo de esta prueba es evaluar la reproducibilidad y repetición de los análisis realizados en laboratorio a partir de las muestras recolectadas a diario, para determinar el contenido de aceite. Así mismo, se pretende conocer si los procedimientos de muestreo hasta ahora implementados proporcionan datos representativos del día de proceso, mostrando el contenido real de pérdidas de aceite. El procedimiento



Soxhlet es un análisis estándar válido, por tanto, las variaciones presentadas en los resultados son debidas solo a las características de la muestra, como tamaño, frecuencia y punto de muestreo.

Para la realización de este ensayo, dirigido a evaluar las características del muestreo, se tomaron los puntos de mayor importancia en el balance de pérdidas de aceite, a saber:

- Fibras Transportador de torta
- Efluentes Descarga de centrífuga
- Nueces Salida de tambor pulidor
- Tusas Banda transportadora de tusas

Ensayo intramuestra. Permitió estimar la variación del contenido de aceite dentro de una misma muestra durante su preparación y análisis, así mismo, permitió conocer la efectividad del cuarteo y la representatividad del análisis de la submuestra obtenida.

Para los puntos de muestreo se tomó la cantidad de muestra establecida en la metodología de análisis descrita en el Manual de Laboratorio (Cenipalma, 1999). Ésta fue homogenizada y separada en cuatro porciones iguales (o submuestras) que fueron evaluadas de manera simultánea para determinar el contenido de aceite. Se evaluó cada punto de muestreo durante un día, tomando una muestra cada dos horas, las submuestras fueron sometidas a extracción de aceite *Soxhlet*.

En las muestras recolectadas de fibra se tuvo especial cuidado en separar, antes del montaje, las almendras, cuesco y nueces contenidas en ésta, de igual manera el polvillo contenido en las muestras fue equitativamente repartido entre los cuartos obtenidos, con el fin de garantizar la veracidad de los resultados finales.

Para las muestras de aceite en tusa, se seleccionaron cada dos horas cuatro racimos vacíos, de cada uno se seleccionó un cuarto longitudinal, los cuales fueron cortados y picados, obteniendo una sola muestra que fue cuarteada y analizada aplicando el método estándar descrito en el Manual de Laboratorio de Cenipalma (1999).

Ensayo intermuestra. Permitió conocer la variación del contenido de aceite en un mismo punto del balance de pérdidas en el transcurso del día y determinar

la conveniencia de la toma de muestras puntuales o acumulativas para estimar dicha pérdida. Para el desarrollo de esta prueba, se tomaron los puntos de muestreo ya establecidos durante tres días consecutivos en los cuales se aplicaron tres tratamientos diferentes de toma de muestras (Tabla 1)

Tabla 1. Tratamientos de muestreo. Ensayo intermuestra

Tratamiento	Descripción	n
1	Puntual	8
2	Acumulada medio día	2
3	Acumulada día	1

Durante la toma de muestras se contó con dos recipientes cerrados para evitar la pérdida de humedad, en cada uno de ellos se acumulaba la muestra del tratamiento 2 y 3, y la muestra puntual era llevada al laboratorio para su análisis inmediato (Figura 1). Cada muestra fue homogeneizada y cuarteada, posteriormente se tomó un solo cuarto para determinar el contenido de aceite por el método *Soxhlet*.

La información obtenida en los ensayos corresponde a un diseño estadístico al azar (DCA), evaluando mediante análisis de varianza simple (One Way AOV) diferencia entre los promedios de los tratamientos aplicados. Estos análisis fueron realizados usando el *software* Statistix v 8.0.

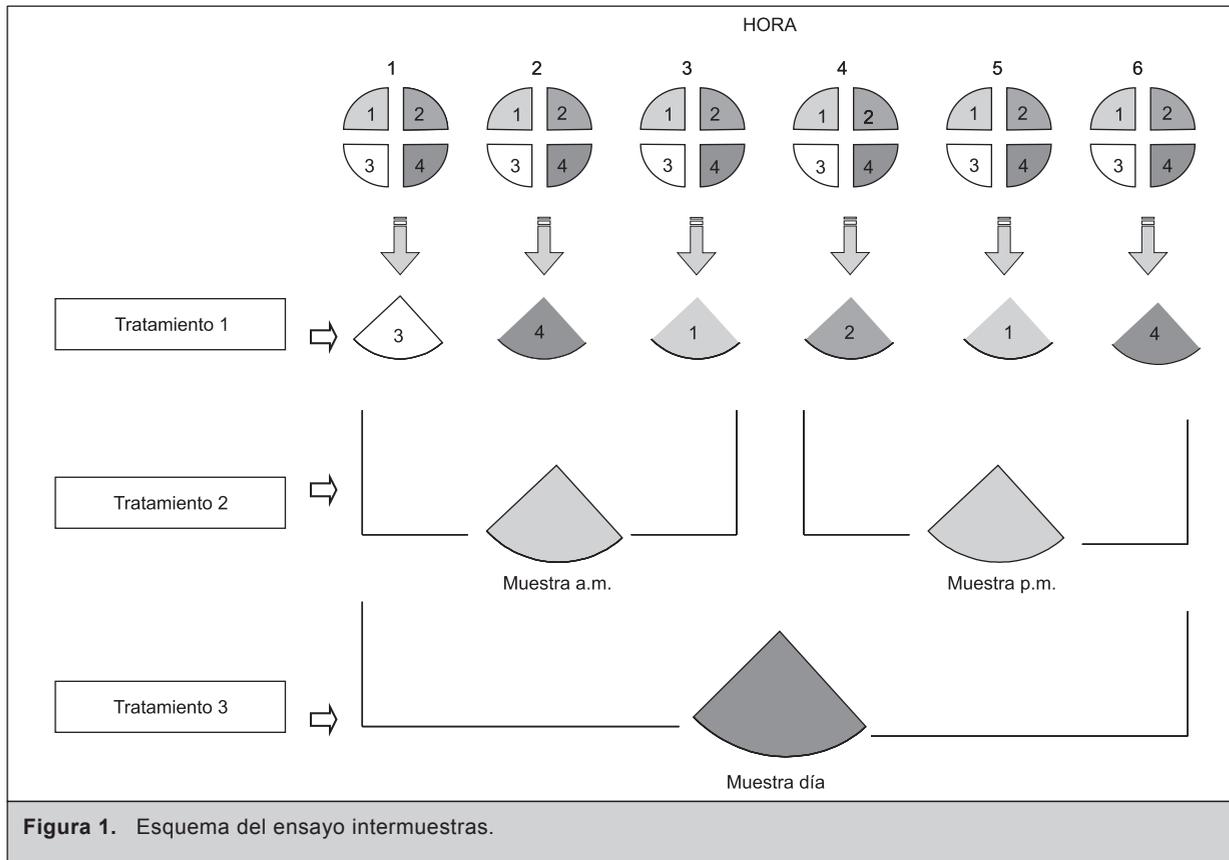
Resultados y discusión

Valoración estadística de procedimientos

Dentro de la realización de las pruebas para la determinación de la validez de los sistemas de muestreo en el balance de pérdidas, se analizaron los datos obtenidos en cada uno de los ensayos, para determinar el método de muestreo que proporcionaba datos representativos de un día de proceso.

Ensayo intramuestra

Los resultados observados en esta etapa del trabajo corresponden a cada uno de los cinco muestreos realizados en el día de ensayo en los puntos del balance de pérdidas, dentro de los cuales se realizó el montaje para extracción de aceite de las cuatro fracciones de muestra anteriormente homogenizadas.



Contenido de aceite en fibras. Los valores promedio, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV), fueron obtenidos a partir de los datos de contenido de aceite en las cuatro submuestras mencionadas (Tabla 2).

Los valores promedio del contenido de aceite entre las muestras de fibra (Tabla 2) se ubicaron en un rango muy cercano por ser tomadas en el mismo día y no se observaron cambios drásticos en el contenido de aceite entre una y otra. En la comparación entre cuartos de la misma muestra no se encontraron

datos de desviación estándar superiores a 0,5%, lo cual indica la cercanía de éstos al valor promedio. El coeficiente de variación estuvo por encima de 5% en las muestras B, C y E, indicando la existencia de pequeñas variaciones en el contenido de aceite dentro de la muestra analizada.

En general, el contenido de aceite en las fibras no varió ampliamente dentro de la muestra, ya que la naturaleza de ésta permite una buena homogenización. De lo anterior, se concluye que un cuarto de la muestra tomada para análisis proporciona datos confiables.

Contenido de aceite nueces. Para este caso, los valores encontrados de aceite en las muestras son menores que los presentados en fibras. Se observaron promedios diferentes entre las muestras del día y una variación importante durante el proceso (Tabla 3). Aunque la desviación estándar es baja en las cuatro submuestras, el coeficiente de variación es muy alto, lo cual indica que en este parámetro existen grandes diferencias en el contenido de aceite dentro de una misma muestra. Lo anterior, debido a la falta de homogeneidad por la cantidad, el tipo de

Tabla 2. Datos obtenidos del ensayo intramuestra para fibras					
Porción	(% Aceite/Muestra)				
	A	B	C	D	E
1	5,794	4,970	5,110	5,095	4,387
2	5,988	5,179	4,719	5,274	4,179
3	5,794	5,672	5,284	5,484	4,795
4	5,806	6,012	5,900	5,589	4,600
Promedio	5,846	5,458	5,253	5,360	4,490
D.S	0,095	0,472	0,492	0,220	0,266
C.V	1,627	8,647	9,359	4,107	5,928



Tabla 3. Datos obtenidos del ensayo intramuestra para nueces

Porción	(%Aceite/ Muestra)			
	A	B	C	D
1	0,369	0,350	0,728	0,582
2	0,249	0,303	0,575	0,855
3	0,976	0,113	0,493	0,553
4	0,256	0,249	0,608	0,875
Promedio	0,462	0,254	0,601	0,716
D.S	0,347	0,103	0,098	0,172
C.V	75,016	40,461	16,243	24,066

Tabla 4. Datos obtenidos del ensayo intramuestra para centrifugas

Porción	(%Aceite/Muestra)				
	A	B	C	D	E
1	0,700	0,540	0,740	0,700	0,580
2	0,660	0,580	0,640	0,660	0,540
3	0,680	0,560	0,700	0,720	0,540
4	0,680	0,460	0,740	0,660	0,560
Promedio	0,680	0,535	0,705	0,685	0,555
D.S	0,016	0,053	0,047	0,030	0,019
C.V	2,401	9,832	6,703	4,380	3,450

nueces y el porcentaje de fibra adherida a cada nuez dentro de los muestreos realizados. Para este punto se debe tener especial cuidado a la hora de tomar la muestra y homogenizarla, ya que los datos obtenidos representan los estimativos diarios de un porcentaje de aceite perdido y en algunos casos se podrían reportar resultados erróneos.

Contenido de aceite en efluentes. Este es uno de los puntos que presenta menor contenido de aceite por muestra. En el ensayo realizado para los efluentes se encontraron desviaciones estándar muy bajas para el contenido de aceite entre la misma muestra con respecto a los demás parámetros estudiados. Adicionalmente, se presentaron coeficientes de variación similares a los observados en la determinación de fibras (Tabla 4).

Según lo observado, ésta es una de las muestras que permite ser homogenizada en el laboratorio con mayor facilidad, logrando así una distribución equitativa del aceite en el momento del montaje. Es de anotar que para todos los casos el análisis de la muestra en efluentes se realizó a una temperatura aproximada de 60 °C, lo cual facilitó aún más la distribución del aceite contenido en estos lodos.

En el caso de la muestra de florentinos se encontró un mayor contenido de agua que en las muestras obtenidas de centrifugas, esta condición dificultó la dispersión del aceite contenido en estos lodos, razón por la cual se observó un coeficiente de variación alto en tres de las cinco repeticiones del ensayo intramuestra (Tabla 5).

Contenido de aceite en tusas. Posterior a la determinación del contenido de aceite en los cuartos de las muestras analizadas de tusa, en los ensayos intramuestra. Allí se observan bajos valores de desviación estándar, debido a la alta concentración de aceite en las tusas, ocasionando que las variaciones entre las submuestras y el valor promedio de aceite son mínimas (Tabla 6).

Sin embargo, los valores de coeficiente de variación reportados para esta prueba son altos en comparación con los demás puntos del balance de pérdidas (Tabla 6), evidenciándose así las diferencias existentes en el contenido de aceite entre una submuestra y otra. Una de las razones de esta variación es la impregnación irregular de las tusas con aceite y la metodología empleada para el picado y homogeneizado de la muestra

Tabla 5. Datos obtenidos del ensayo intramuestra para florentinos

Porción	(% Aceite/Muestra)				
	A	B	C	D	E
1	0,553	0,695	0,476	0,458	0,494
2	0,734	0,452	0,472	0,411	0,431
3	0,491	0,412	0,512	0,493	0,688
4	0,510	0,391	0,494	0,455	0,237
Promedio	0,57	0,49	0,49	0,45	0,46
D.S	0,11	0,14	0,02	0,03	0,19
C.V	19,43	28,88	3,78	7,37	40,26

Tabla 6. Datos obtenidos del ensayo intramuestra para tusa

Porción	(% Aceite/Muestra)					
	A	B	C	D	E	F
1	1,980	2,463	2,806	4,514	2,579	1,793
2	2,597	2,002	1,900	4,112	1,900	1,697
3	2,386	3,386	1,889	3,696	2,597	2,191
4	1,992	3,000	3,493	4,374	2,789	2,202
Promedio	2,239	2,713	2,522	4,174	2,466	1,971
D.S	0,304	0,607	0,777	0,359	0,389	0,264
C.V	13,595	22,360	30,812	8,607	15,785	13,393

que dificulta la obtención de una muestra altamente representativa.

Análisis general – Ensayo intramuestra. Con los datos obtenidos se puede concluir que las muestras que permiten ser cuarteadas con más facilidad y representatividad, son las obtenidas de las fibras de prensas y la descarga de las centrifugas deslodadoras. Por su naturaleza facilitan su distribución homogénea y el resultado obtenido representa la concentración de aceite contenido en la totalidad de la muestra.

En el caso de los lodos de florentinos aunque la muestra puede ser tratada de igual manera que la de centrifugas, se debe tener especial cuidado a la hora de homogenizar antes del cuarteo, ya que cualquier cambio de la temperatura provoca la separación del aceite de la fracción lodosa, incurriendo así en el reporte de resultados erróneos que no son representativos del total de la muestra.

Por su naturaleza y composición la nuez es uno de los materiales menos homogéneos dentro del balance de pérdidas y el resultado obtenido de esta determinación se ve directamente afectado por su textura externa, fibra adherida. En este material el aceite es absorbido con mayor facilidad. Por esta razón, la muestra llevada al laboratorio debe ser de similares condiciones, y la porción a montar para extracción debe ser homogénea para disminuir los errores cometidos durante el muestreo.

La metodología empleada durante este ensayo para la determinación de aceite en tusas, aunque mostró una variabilidad importante según los CV obtenidos, no proporcionó una participación equitativa dentro de la muestra final de los racimos inicialmente seleccionados. Lo anterior, plantea la necesidad de ajustar dicha metodología para obtener resultados más representativos.

En general, con la prueba intramuestra se determinó que un cuarto de muestra únicamente es una porción representativa cuando se ha extraído de una porción uniforme y ha sido correctamente homogenizada antes de ser llevada a la extracción.

Ensayo intermuestra

Posterior a la realización del ensayo intramuestra y conociendo la representatividad de las submuestras tomadas en los diferentes puntos evaluados, se im-

Tabla 7. Datos promedio del ensayo intermuestra según tratamiento

% Aceite/ Muestra			
Tratamiento	Promedio	D.S	C.V
Fibras			
1	3,742	0,2213	5,913
2	3,761	0,375	9,973
3	3,757	0,556	14,810
Nuez			
1	0,480	0,118	24,585
2	0,487	0,105	21,569
3	0,456	0,086	18,841
Centrífuga			
1	0,676	0,059	8,791
2	0,656	0,156	23,828
3	0,617	0,202	32,755
Florentino			
1	0,647	0,062	9,691
2	0,627	0,202	32,230
3	0,543	0,072	13,213
Tusa			
1	3,160	0,348	11,039
2	2,433	0,357	14,662
3	2,725	0,886	32,524

plementó la presente prueba con el fin de conocer la variación del contenido de aceite de una muestra a otra según la hora del proceso y las condiciones del mismo.

El promedio de los datos del contenido de aceite, durante los tres días de ensayo en los tres tratamientos de recolección de muestras en el mismo punto, se resume en la Tabla 7.

Contenido de aceite en fibras. En el caso de las fibras, existe gran similitud entre los resultados promedio de los tres tratamientos aplicados para la recolección y acumulación de las muestras. De igual manera, no se presentaron diferencias estadísticas significativas (*significancia* $P = 0,05$) entre los datos de un tratamiento y otro, lo cual indica que analizar una muestra, que ha sido periódicamente acumulada durante la totalidad del proceso, proporciona datos representativos del contenido de aceite en el día.

El contenido de aceite para la muestra acumulada del día (tratamiento 3), se encuentra en un rango medio del presentado para el tratamiento 2 (mañana y tarde) y muy cercano al presentado para los datos puntuales (Figura 2).

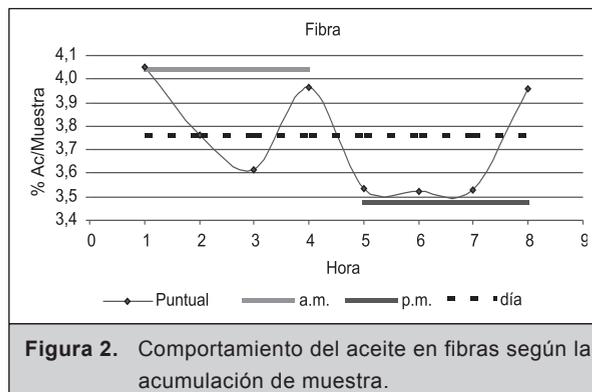


Figura 2. Comportamiento del aceite en fibras según la acumulación de muestra.

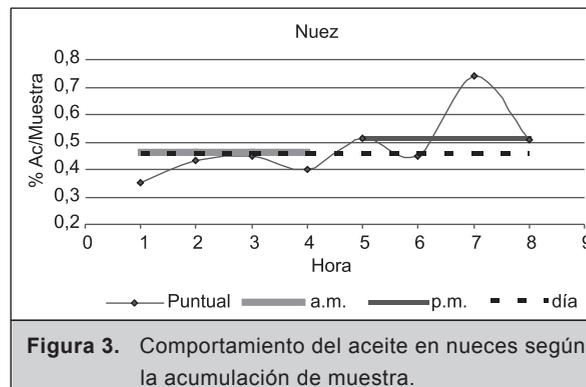


Figura 3. Comportamiento del aceite en nueces según la acumulación de muestra.

Tabla 8. Datos de aceite en fibras según la acumulación de muestra

Fibra			
Hora	Puntual	Jornada	Día
1	4,049	4,042	3,757
2	3,763		
3	3,612		
4	3,967		
5	3,535	3,481	
6	3,525		
7	3,531		
8	3,956		
Promedio	3,742	3,761	3,757

Tabla 9. Datos de aceite en nueces según la acumulación de muestra.

Nuez (% Aceite/Muestra)			
Hora	Puntual	Jornada	Día
1	0,353	0,463	0,456
2	0,431		
3	0,448		
4	0,401		
5	0,513	0,511	
6	0,448		
7	0,742		
8	0,507		
Promedio	0,480	0,487	0,456

Contenido de aceite en nueces. En cuanto al comportamiento de la pérdida de aceite en nuez se encontró que es la muestra con un contenido de aceite menos estable durante el día, dentro de las pruebas realizadas (Figura 3). Observando los datos puntuales, existe una tendencia a presentarse una mayor concentración de aceite en las horas de la tarde.

La determinación de aceite perdido en la nuez muestra que al poseer éstas concentraciones relativamente bajas con respecto a los demás puntos evaluados dentro del proceso, cualquier variación dentro de los valores reportados, implican un aumento en el coeficiente de variación, siendo la nuez, para todos los ensayos realizados durante el estudio la que mayor porcentaje de variación presenta (Tabla 9).

En la Figura 3 se observa una gran similitud entre el contenido de aceite de los tratamientos 2 y 3 de nueces acumuladas. También se observó que la tendencia de aumento en el contenido de aceite en las horas de la tarde para las muestras puntuales (tratamiento 1),

se refleja en los datos obtenidos de la acumulación de las muestras. Esto sugiere que, aunque se encuentren variaciones por las características propias del material, el análisis de una muestra acumulada durante un día o durante una jornada indica un valor representativo de la pérdida diaria de aceite.

Contenido de aceite en centrifugas. Los resultados obtenidos de la variación intermuestra del contenido de aceite en centrifugas (Figura 4), mostraron un comportamiento uniforme en las muestras puntuales (tratamiento 1). Los datos promedios del tratamiento 2, se ubicaron cercanos a sus datos puntuales correspondientes, sin encontrar diferencias significativas ($P=0,05$) entre la jornada de la mañana y de la tarde.

La muestra acumulada del día (tratamiento 3) presenta valores menores que los obtenidos de las muestras del tratamiento 1 y 2, sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($p=0,05$). Debe cuidarse que para la muestra acumulada durante el día, se presenta un enfriamiento de la misma que no permite una buena homogenización del aceite contenido, debido a su acumulación en las paredes del recipiente.

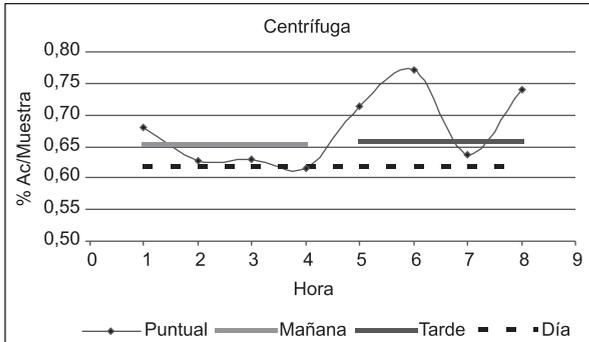


Figura 4. Comportamiento del aceite en centrífugas según la acumulación de muestra.

Tabla 10. Datos de aceite en centrífugas según la acumulación de muestra

Centrífuga (% Aceite/Muestra)			
Hora	Puntual	Jornada	Día
1	0,679	0,653	0,617
2	0,626		
3	0,630		
4	0,615		
5	0,713	0,659	
6	0,772		
7	0,637		
8	0,741		
Promedio	0,677	0,656	0,617

Para el análisis de la descarga de centrífugas se recomienda tomar muestras puntuales para ser analizadas por jornada, evitando la acumulación de una muestra única del día en donde se pierda aceite a la hora de homogenizar reportando datos erróneos.

Contenido de aceite en florentinos. El tratamiento utilizado para esta muestra fue similar al de las centrífugas por su naturaleza líquida. La diferencia en los resultados radica en que las muestras de la salida de lodos del tanque florentino, recolectadas en las horas de la tarde, mostraron mayor contenido de aceite, debido posiblemente a la mayor carga que éstos reciben al alcanzarse la estabilidad en el proceso.

Los valores del contenido de aceite correspondientes al tratamiento 2 son muy cercanos a los datos promedio de las muestras puntuales para cada jornada (Figura 5). También se observó que la concentración de aceite de la muestra acumulada del día (tratamiento 3) está por debajo de los datos obtenidos de las demás muestras, encontrándose el mismo fenómeno que para los lodos provenientes de la descarga de centrífugas.

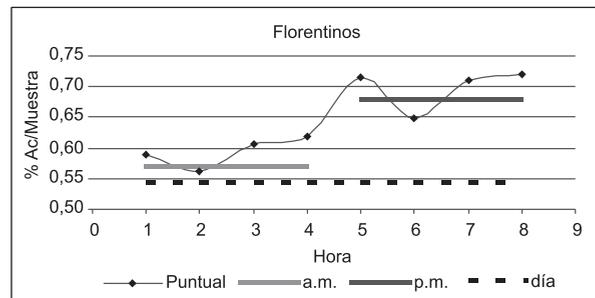


Figura 5. Comportamiento del aceite en florentinos según la acumulación de muestra.

Tabla 11. Datos de aceite en florentinos según la acumulación de muestra

Florentino			
Hora	Puntual	Jornada	Día
1	0,589	0,573	0,543
2	0,561		
3	0,606		
4	0,619	0,682	
5	0,716		
6	0,649		
7	0,711		
8	0,721		
Promedio	0,647	0,627	0,543

Lo anterior sugiere obtener los datos de las pérdidas de aceite en muestras líquidas por jornada y no por acumulación durante el día, caso similar al observado en la muestra diaria de centrífugas. Otra alternativa es someter la muestra acumulada del día a un calentamiento y correcta homogenización que garantice la distribución de su contenido de aceite.

Contenido de aceite en tusas. La metodología utilizada para la determinación del aceite en tusas permitió solo la obtención de dos muestras por jornada, lográndose una acumulación menor de muestras puntuales (tratamiento 1) que para los demás puntos evaluados.

El comportamiento ilustrado en la Figura 6, muestra que aunque el dato de la muestra acumulada del día se acerque a los datos puntuales, no hay relación entre ésta con los datos por jornada, ya que éstos últimos (tratamiento 2) mostraron valores muy bajos con respecto a lo obtenido en el transcurso del día.

Una de las principales causas de la variación encontrada es la dificultad para obtener una muestra

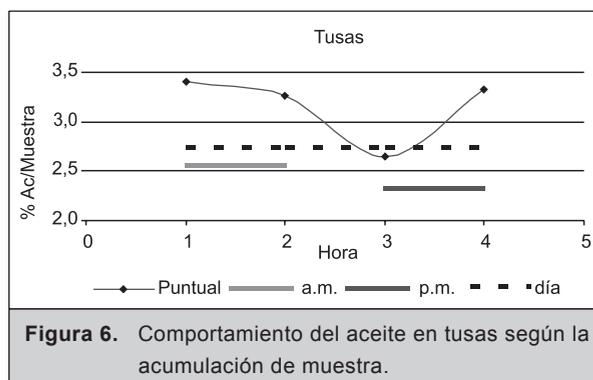


Figura 6. Comportamiento del aceite en tusas según la acumulación de muestra.

Tabla 12. Datos de aceite en tusas según la acumulación de muestra

Tusas (%Aceite/Muestra)			
Hora	Puntual	Jornada	día
1	3,4043	2,565	2,725
2	3,2575		
3	2,6446	2,334	
4	3,3338		
Promedio	3,160	2,433	2,725

homogénea de las tusas seleccionadas, según el procedimiento manual de corte realizado. Además, por el tiempo que requiere la realización de cada análisis, referido a la obtención de la muestra final de 10 gramos, no se logra acumular suficientes muestras durante el día de proceso.

Análisis general ensayo intermuestras. Según lo observado en el desarrollo de la prueba intermuestra se determinó que para las muestras líquidas hay un menor contenido de aceite en el tratamiento 3 (acumulada día), debido a las pérdidas de aceite durante la homogenización y cuarteo, ya que al momento de realizar el análisis, el lodo ha disminuido considerablemente su temperatura dificultando la distribución homogénea del aceite.

También se observó menor variación entre las muestras de lodo del tratamiento 2 (mañana y tarde) y las muestras puntuales (tratamiento 1). Ello sugiere la conveniencia del análisis del contenido de aceite por jornada para obtener datos reales. En contraste con lo encontrado para el ensayo intramuestra, en donde se observó que en las muestras líquidas se distribuye mejor el aceite, debido a que se manejan a altas temperaturas asegurando su homogeneidad.

Se observaron mayores diferencias (CV) en la determinación del contenido de aceite en nuez, ya que,

al presentar concentraciones menores de aceite se incrementa la variación entre una muestra y otra. Además se presentó mayor variación en el ensayo intramuestra. Sin embargo, dicha muestra, junto con la de fibra, permiten ser acumuladas durante el día de manera periódica para realizar un análisis al final de la jornada, teniendo en cuenta para el montaje el tipo de homogenización y cuarteo que se realice.

Para las fibras y nueces se observó que los dos tratamientos de recolección de muestras acumuladas se comportaron de manera tal que reflejan los cambios ocurridos en el contenido de aceite puntual, asegurando que los datos obtenidos por este método proporcionan valores confiables. De lo anterior se concluye que, a pesar de existir una variación entre muestras durante el día en estos dos puntos, las muestras acumuladas por jornada dan una idea general de su comportamiento durante el día.

La acumulación de muestras de tusas debe hacerse durante el día de proceso, asegurando que a la hora de seleccionar las tusas para la muestra sean cuarteadas, picadas y homogenizadas, permitiendo una participación equitativa de los pedúnculos y de espigas de los racimos seleccionados para la conformación de la muestra, ya que la metodología aplicada no asegura la representatividad de los resultados para este ensayo.

En síntesis, las muestras que permiten ser acumuladas de manera periódica durante el día para la realización de un análisis final de contenido de aceite son las de fibras, nueces y tusas. Para las muestras líquidas (lodos de centrífuga y florentinos) es recomendable tener especial precaución antes del análisis, alcanzando, si es posible, una temperatura que asegure la distribución del aceite nuevamente en toda la muestra. Lo anterior para evitar pérdidas en los recipientes o, de otra forma, obtener muestras para la extracción de aceite por jornada de trabajo, teniendo al final del día un dato promedio más representativo del proceso.

Conclusiones

Las muestras que presentan menor variación intramuestra, las cuales permiten por medio del cuarteo obtener cantidades de aceite representativas para el contenido de aceite total, son las muestras líquidas calientes (centrífugas florentinos) y las fibras, ya que por su naturaleza permiten una fácil homogeneiza-

ción según se presenta en el Manual de Laboratorio de Cenipalma.

Con la realización de la prueba intramuestra se determinó que un cuarto de muestra es una porción representativa, cuando se ha extraído de una porción uniforme y ha sido correctamente homogenizada antes de ser llevada a la extracción.

Utilizando métodos precisos de homogenización y cuarteo (como se mencionan en el Manual de Laboratorio), las muestras resultantes de fibras, nueces y tusas son representativas por acumulación horaria en el transcurso del día.

Para muestras líquidas (centrífuga y florentino) se recomienda utilizar las porciones acumuladas del medio día, teniendo especial cuidado de homogeneizar la

muestra en caliente, para obtener la submuestra que será analizada por *Soxhlet*.

Para la determinación de aceite impregnado en tusas es necesario establecer una metodología que asegure la representatividad de la muestra recolectada, asegurando la obtención de datos más representativos de pérdidas de aceite.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de Aceites S.A. para la realización y consecución de este estudio. Adicionalmente al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por su aporte a la financiación de la investigación de Cenipalma en beneficio del gremio palmicultor colombiano.



Bibliografía

Cenipalma. 1999. *Manual de laboratorio Plantas de Beneficio Primario para fruto de palma de aceite*. Bogotá.

García, J; Yáñez, E; Rodríguez, N. 2000. Balance de pérdidas de aceite en plantas de beneficio de las zonas palmeras colombianas norte y central. *Palmas* 21 No Especial, Tomo 1.

Ospina, D. 2001. *Introducción al muestreo*. Departamento de Matemáticas- Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Porim. 1990. *Palm oil factory process handbook part 3*. Laboratory and milling control. Kuala Lumpur, Malaysia.