

Masa que pasa al digestor, una metodología para la toma de decisiones gerenciales durante el procesamiento de fruto de palma de aceite

Mass Going to Digester, a Methodology for Managerial Decision-making during Palm Oil Fruit Processing

CITACIÓN: Ossa-Muñoz, M. A. (2021). Masa que pasa al digestor, una metodología para la toma de decisiones gerenciales durante el procesamiento de fruto de palma de aceite. *Palmas*, 42(1), 141-148.

PALABRAS CLAVE: Potencial de aceite, Tasa de extracción de aceite, Planta de beneficio, Masa que pasa al digestor, Racimos.

KEYWORDS: Oil potential, Oil extraction rate, Beneficiation plant, Mass going to digester, Bunches.

OSSA M. MARIO A.
mmunoz@esc.com.co
Jefe de Procesos de Extractora del Sur de
Casanare

Resumen

Masa que pasa al digestor (MPD) es una metodología de análisis y determinación de potenciales de aceite, que surge de la necesidad de las plantas de beneficio de cuantificar el aceite extraíble del fruto de palma de un proveedor específico, o una serie de ellos, y de saber cómo estos afectan la tasa de extracción de aceite (TEA) general de la planta, realizándolo de una manera económica, pero a la vez, confiable. Además, busca ayudar a identificar con base en los datos obtenidos de la composición del fruto, las causas de bajas extracciones, que permitan generar estrategias para alcanzar niveles más altos, evitando dichos errores a lo largo de los distintos eslabones del proceso, desde el campo hasta la planta de beneficio.

Abstract

Mass going to digester (MGD) is a methodology for the analysis and determination of oil potentials, which arises from the need of the mills to quantify the extractable oil from the palm fruit of a specific supplier, or a series of them, and to know how they affect the general Oil Extraction Rate (OER) of the mill, doing it in an economical way, but while it is reliable. In addition, it seeks to help to identify, based on the data obtained from the composition of the fruit, the causes of low extractions, which allow generating strategies to achieve higher extraction levels, avoiding said errors throughout the different links of the process, from the field to the mill.

Objetivos

Las intenciones detrás de la implementación de esta metodología son:

- Crear estrategias que permitan cerrar la brecha existente entre la TEA obtenida en la planta de beneficio y el promedio de la TEA nacional.
- Generar una herramienta que permita realizar negociaciones con base en el potencial real de aceite del fruto comprado.

Desarrollo

Como se ve en la Figura 1, sobre el histórico de extracciones de aceite, en ambas curvas (nacional y planta), a pesar de que la tendencia es ascendente, la brecha entre ambas se mantiene a lo largo de los años y esto se debe en gran parte a la calidad del fruto procesado.

Bajo el enfoque de incrementar la productividad en el siguiente eslabón de la cadena es indispensable

able aumentar el contenido de aceite en el fruto, pero ¿cómo evaluar su calidad y la eficiencia de los insumos utilizados en los primeros eslabones de la cadena? Se han desarrollado varias metodologías las cuales miden la cantidad de aceite en el fruto de un proveedor, algunos con resultados buenos, pero que a su vez tienen ciertos inconvenientes. Una de ellas es el análisis de racimos, esta es la más difundida y utilizada en el campo y en las plantas de beneficio actualmente, junto con su metodología alterna. Por otro lado, las plantas en sus inicios utilizaban la medición por vertederos con todas las limitaciones que este implicaba y, posteriormente, apareció su evolución a la tecnología conocida como M-PIA automatizada y NIR online, que pese a ser confiable y desempeñarse bastante bien, presenta unos costos muy elevados que en la mayoría de plantas de beneficio están por fuera del alcance.

La realidad en una planta de beneficio es la que se observa en la Figura 3, frutos con diferentes niveles de maduración y calidad en su conformación, que

Figura 1. Histórico tasas de extracción de aceite



además entregan variadas cantidades de aceite cada una como se muestra en la Figura 2, por esto, en el caso del análisis de racimo se encuentran las siguientes debilidades:

- Alta demanda de recurso físico y personal.
- Poca precisión y exactitud.
- Tamaño de muestras muy pequeño (relacionan en total menos del 0,5 % del peso).

- Tiempos muy largos para obtener resultados, con más de dos días, puesto que es necesario hacer extracciones en el laboratorio.
- Falta de aleatoriedad en el análisis de racimo, esto es lo que no permite que sea evaluado el estado general de RFF, es decir, si tiene mayor cantidad de fruto verde o sobremaduro, este análisis no es capaz de determinar sus proporciones y por ende el error es alto.

Figura 2. Potencial de aceite según estado de madurez

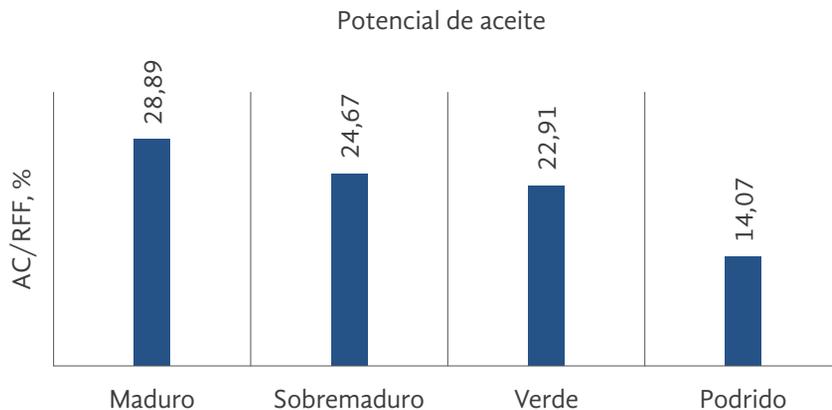
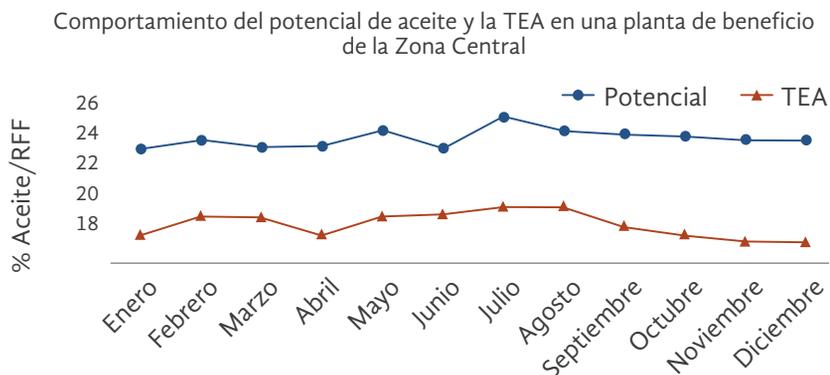


Figura 3. Estados de madurez de un viaje de fruto



Figura 4. Potencial (tradicional) vs. TEA real



Si se compara el comportamiento de los potenciales de aceite (tradicionales) y la TEA real en la planta de beneficio, podemos encontrar diferencias como las mostradas en la Figura 4. Este es un ejemplo de una planta de la Zona Central donde se encontraron diferencias de hasta 5 puntos sobre la TEA real, dicha diferencia tan amplia genera mucha incertidumbre y limita el poder de decisión en situaciones como pagos diferenciados a proveedores o costos para procesamiento por maquila.

Pero entonces, ¿qué es el MPD? Es la caracterización del fruto suelto esterilizado, tomado a la salida del tambor desfrutador, es decir, la masa llevada hacia los digestores. Esta metodología permite caracterizar a los proveedores por su potencial de aceite y determinar la incidencia de estos en la TEA total de la planta. La caracterización se hace a través de separar del MPD los frutos considerados normales, frutos partenocárpicos, frutos partenocárpicos no aceitosos o abortados y las impurezas, y determinar la extracción independiente de cada uno de los componentes (Figura 5).

Cronológicamente hablando, esta metodología es la más reciente que se ha desarrollado, además es muy confiable, lo que genera un punto de apoyo o partida para la toma de decisiones estratégicas en la planta de beneficio.

Dentro de las ventajas que se pueden encontrar, se tienen que:

- Es rápida, económica y factible porque los recursos para la implementación son bastante bajos.
- Es una metodología universal, lo cual quiere decir que puede ser utilizada tanto para frutos *E. guineensis* como para frutos híbridos.
- Tiene en cuenta todos los estados de madurez, esto se debe a que se hace un muestreo completo de todo el fruto.
- El tamaño mínimo para su análisis está definido por el de las vagonetas de la planta de beneficio.
- No se requiere hacer paradas para la determinación de sus resultados y tiene bastante precisión y exactitud.

Se tienen algunos modelos matemáticos para determinar el potencial de aceite, esta parte aún se encuentra en validación para fruto *E. guineensis* y está en modelación para híbridos.

La TEA de la planta es la relación entre aceite que trae el fruto y el peso de este, pero si a esta relación se le multiplica y divide por un mismo factor, esto no va a afectar su igualdad, de esta manera se puede separar la relación en dos componentes, aceite sobre MPD y MPD sobre RFF (Figura 6).

El aceite/MPD se debe determinar como el aceite que tiene la composición completa de fruto suelto, esto es, los frutos normales, los frutos partenocárpicos, los partenocárpicos no aceitosos y las impurezas. Por el lado de MPD/RFF se determina la pérdida de humedad en el racimo durante la esterilización y el peso total de la tusa de los racimos del ensayo, de esta manera al multiplicar los resultados de ambos componentes se obtiene el valor buscado de aceite sobre RFF o la TEA de los racimos del ensayo.

El proceso de análisis es el siguiente (Figura 7):

1. Se determina la humedad que pierden los racimos durante la esterilización. Para esto se toma una muestra de 10 racimos del viaje completo mediante el método del lazo y se pesan antes y después de la esterilización.
2. Durante el proceso de desfrutación se toma una muestra de MPD equivalente al 1 % del total del peso del fruto a analizar y se cuartea, de tal manera que al final se obtengan dos muestras de alrededor de un kilogramo cada una.
3. Simultáneamente con el paso 2, se debe retirar la tusa de la banda de evacuación para ser cuantificado su peso.
4. La muestra de fruto suelto se caracteriza y, a través de extracción Soxhlet, se determina el aceite total que poseen los componentes del fruto.

Una mejora que se implementó fue la instalación de toma de muestra de fruto suelto en forma de esclusa que permite que esta sea mucho más homogénea y representativa del fruto completo.

Como se puede ver en la Figura 8, la metodología puede tener varias aplicaciones como el seguimiento del contenido de aceite para diferentes proveedores

Figura 5. Componentes del MPD



Figura 6. Determinación de TEA metodología MPD

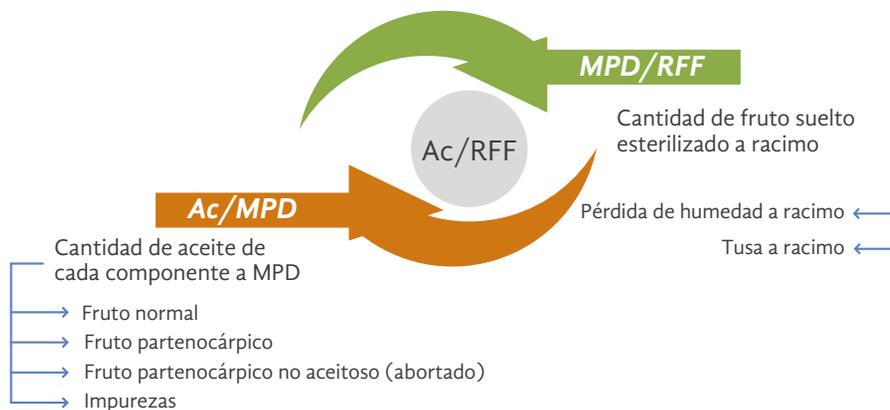


Figura 7. Procedimiento de análisis MPD



o, por ejemplo, dar explicación a una de las preguntas más comunes dentro de una planta de beneficio, ¿porqué disminuyó la TEA? Esto puede darse por diferentes motivos: la edad, el tipo de cultivo, la variedad, sin embargo, este análisis nos sirve para tener un punto de apoyo adicional.

Este análisis también nos entrega información que puede ser muy valiosa en campo a través de tablas construidas con los resultados de diferentes ensayos (Tabla 1). Para determinar, por ejemplo, la eficiencia en el proceso de corte o de la polinización del fruto, entre otros.

Figura 8. Potenciales MPD vs. TEA real

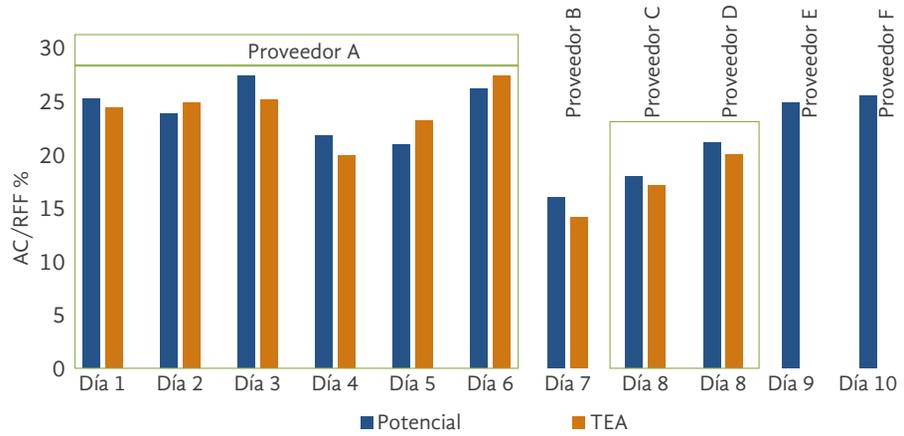


Tabla 1. Composición de MPD

<i>Elaeis guineensis</i>	MPD		
	Promedio	Min.	Máx.
Composiciones del fruto			
Aceite en mesocarpio fresco, % AMFform	55	44	63
Humedad en el mesocarpio, % HM	25	20	35
Mesocarpio en frutos, % MF	73	59	83
Cuesco en frutos, % CF	11	8	15
Almendra a frutos, % AF	10	6	15
Peso medio de frutos, g PMF	6	4	8
Aceite en frutos, %	40	30	51
Composiciones del racimo			
Fruit set, % FS	83	70	92
Fruto en racimo, % FR	57	45	65
Aceite en racimo, % AR	26	20	34

La variación entre el análisis de racimo y la TEA real obtenida en promedio es de 4,36 puntos porcentuales mientras que la diferencia entre MPD y la TEA real es 1,09 puntos porcentuales (Figura 9). Además, si se tienen en cuenta varias plantas de beneficio del país, la diferencia es de alrededor de 0,82 puntos porcentuales, esto es una mejora significativa y un punto de partida para que esta metodología sirva para desarrollar negociaciones basadas en los potenciales de aceite.

Haciendo un paralelo entre las metodologías, mientras el análisis de racimo genera subjetividad debido a la persona o al encargado de hacer el muestreo y selección de los racimos, el MPD presenta una muy baja subjetividad al tratarse del fruto completo, es mucho más rápida y flexible, además de barata. Mientras un análisis de racimo puede durar entre 1 y 2 días, un proceso completo de MPD puede tardar alrededor de 2 o 3 horas, siempre y cuando las ecuaciones

ciones que relacionan el contenido de agua y el del aceite en el mesocarpio estén validadas. Mientras una extracción se puede tomar entre 10 y 12 horas, un análisis de estos mediante ecuaciones matemáticas puede tomar entre 10 y 15 minutos. Las ecuaciones están siendo aplicadas y validadas para fruto *E. guineensis*, y para el híbrido se encuentra en modelos preliminares para su determinación.

Los datos mostrados en la Figura 10 son esencialmente algunos ejemplos de los recolectados comparativamente entre el aceite obtenido por Soxhlet y el modelo teórico apoyado en los modelos matemáticos. Se tiene un error promedio de alrededor de 4,23 %, lo que quiere decir que los datos son bastante confiables, considerando además el ahorro en tiempo que se puede obtener en este proceso.

Figura 9. Comparativo análisis de racimo, MPD y TEA real

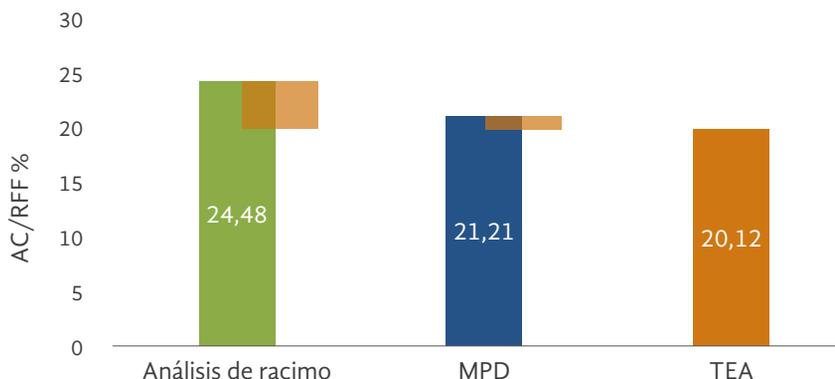


Figura 10. Extracción real vs. teórica

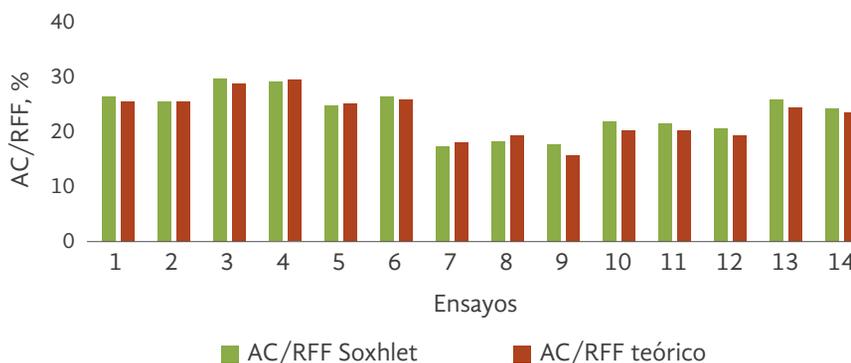


Tabla 2. Ecuaciones validadas fruto *E. guineensis*

Aceite en el mesocarpio de frutos normales	
$A_c M F_{fn} = 94,37 - 1,086 H_{fn} - 0,144 \frac{F_n}{MPD}$	$R^2 = 0,8976 \quad P_r < 0,0001$
Aceite en partenocárpico no aceitosos	
$\frac{A_c}{f_{ab}} = 69,8237 - 0,8526 H_{fab}$	$R^2 = 0,8859 \quad P_r < 0,0001$
Aceite en impurezas	
$\frac{A_c}{Imp} = 62,1533 - 0,9157 H_{imp}$	$R^2 = 0,6908 \quad P_r < 0,0001$

Conclusiones

- Se logró registrar información confiable acorde con la variabilidad del proceso en relación con el fruto procesado, tanto para la planta de beneficio como para los proveedores.
- Tener en cuenta todos los estados de calidad de la cosecha el MPD sirve como una herramienta de negociación.
- Los modelos matemáticos bajarán los tiempos para obtención de resultados a solo minutos después de tomada la muestra.