

Metodología alterna para el análisis de racimos de palma de aceite

Alternative methodology to the analysis of oil palm bunches

Edgar Eduardo Yáñez Angarila ¹; Jesús Alberto García Nuñez ²; Sergio Amaya Cárdenas ³

RESUMEN

El trabajo fue planteado con el objetivo de establecer y evaluar una metodología rápida, sencilla y confiable para la determinación de las características físicas y químicas del racimo, como herramienta fundamental en el estudio de la baja extracción de aceite en la zona norte colombiana. Para ello se propuso evaluar la correlación entre el contenido de agua y aceite en el mesocarpio del fruto, con el fin de estimar, en un menor tiempo, el porcentaje aceite por medio de la cuantificación de la humedad. En este análisis se tomaron muestras independientes para frutos externos e internos de las partes basal, central y apical del racimo. El contenido de aceite en base húmeda para los frutos externos, siendo mayor que los internos, no mostró variación alguna para estas secciones, mientras que el fruto interno presentó diferencias significativas en la parte central del racimo. La humedad del mesocarpio presentó un comportamiento totalmente opuesto al aceite, mostrando un mayor contenido de agua en los frutos internos, en especial los de la parte central del racimo. Teniendo en cuenta el alto grado de correlación observado entre la humedad y el aceite, fue posible formular un modelo matemático para calcular el porcentaje aceite en mesocarpio fresco a partir de la humedad y de la posición del fruto en la espiga (externo o interno), con una significancia de $p < 0,0001$ y un ajuste de $r^2 = 0,9768$. De esta manera se establecen las bases para definir una metodología más sencilla y más práctica, con el fin de evaluar periódicamente la calidad y las características de los racimos que se procesan en las plantas extractoras, pudiéndolas relacionar con los cambios frecuentes en la tasa de extracción obtenida en planta.

SUMMARY

For the processing of the bunches in the mills it is necessary to know in a fast and reliable way the quantity of oil in the bunch and its stage of maturity. In such way that the mill may do the necessary adjustments and a feedback process with the agronomic area, to analyze and normalize the fluctuations of the components of the bunch, can be generated. The traditional analysis takes between two and three days. The proposed methodology would allow to have the final result in approximately three hours. The technique is based in a method of selection of bunches in hopper through a chord which allows to extract the minimal number (28) of bunches with significance. After a qualitative evaluation is performed, a sub-sample (6 bunches) is taken from the same group to begin the analysis as such with a small sample equivalent to one bunch. Within the traditional procedure several adjustments were done to avoid the alteration of some values because of the sampling and calculation techniques used. As the extraction of the soxhlet oil is the most expensive and slow stage of the process, it was substituted by the formulation of a mathematical model which allows to calculate the oil content in mesocarp from its humidity. This model varies very little among varieties and ages of the palm, even though it can be easily estimated in each plantation. This mathematical model has found a foundation in parallel works developed in the other zones of the country, which involve different types of genetic material, climatic conditions, and palm age. Nowadays, the technique is implemented as an evaluation tool in many zones of the country.

Palabras claves: Palma de aceite. Racimos, Mesocarpio.

1 Invest. Auxiliar. Cenipalma. Apartado Aéreo 212571. Cenipalm2@@cable.net.co

2 Inv. Asistente. Cenipalma Cenipalm2@cable.net.co

3 Director Extractora El Roble. Santa Marta, Colombia. roble@santamarta.cetcol.co

Al tomar como base la inquietud planteada por el sector agroindustrial de la palma de aceite en la zona norte de Colombia, respecto a las bajas eficiencias en el proceso de extracción de aceite en esa zona en comparación con las demás zonas, Cenipalma propuso una serie de trabajos tendientes a identificar las causas de este fenómeno.

Al realizar un diagnóstico preliminar de las tasas de extracción de aceite (TEA) y de las características del fruto procesado por las plantas de beneficio de la Zona Norte, se encontró que la mayoría de las plantas no realizan un control de calidad adecuado del fruto procesado, y las que lo practican obtienen información poco concluyente sobre el potencial de aceite en los racimos. Lo anterior, unido a la escasa información recopilada normalmente en las plantaciones (Chew 1996), dificultan el estudio de las causas de la baja extracción de aceite. Si se tiene en cuenta que la TEA obtenida en las plantas de beneficio está influenciada principalmente por la eficiencia del proceso de extracción y la calidad del fruto cosechado (Gan 1998), se puede plantear, en forma lógica, que el control de pérdidas en planta y el control de calidad en tolva de los racimos procesados, aseguran mejores niveles de extracción de aceite, en la medida que permiten identificar y plantear soluciones directas a los factores que inciden negativamente.

Las técnicas convencionales de análisis de racimos son muy tediosas e intensas (Chew 1996), además de que generalmente presentan resultados erróneos (Lim and Toh 1985; Corley 1998) ante fenómenos como la pérdida de humedad en los componentes del racimo durante su almacenamiento y falta de aleatoriedad en los muestreos (Rao et al. 1983), especialmente para el cálculo de la relación frutos a racimo que es la variable con mayor fuente de error (Said et al. 1985). Este hecho, sumado al excesivo tiempo necesario para realizar el análisis, impiden su práctica permanente en los laboratorios de control de calidad. En la metodología de análisis de racimos convencional, el proceso que demanda más tiempo es la extracción del aceite. Al respecto se han ideado técnicas facilitadoras

como la de flotación (Abdul 1989), o la basada en las propiedades dieléctricas del mesocarpio (Khalid 1996), pero ellas resultan de poca precisión o requieren de equipos sofisticados que no facilitan su implementación a escala industrial.

Por estas razones se plantea la realización de un análisis de racimos en tolva, con el cual se evalúen los componentes del racimo en función de su potencial de aceite, teniendo en mente que este análisis brinde resultados oportunos de una manera rápida y sencilla de tal forma que pueda ser implementado como una práctica periódica en las plantas de beneficio de palma de aceite. Al combinar los resultados de la eficiencia del proceso y los análisis de racimos, se podrá identificar claramente los factores que afectan la tasa de extracción de aceite en las plantas. Este tipo de análisis permite efectuar operaciones de control respecto a la calidad del fruto y, además, son un gran avance en el estudio 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 plantas. 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

El trabajo se desarrolló en la Planta Extractora El Roble, ubicada en el corregimiento de Tucurinca, municipio de Ciénaga, departamento del Magdalena (Colombia). Los racimos empleados para el análisis se tomaron de las plantaciones "Guayabos" y "Reserva", con la misma jurisdicción de la planta de beneficio y con materiales comerciales ASD Costa Rica y Dami, siembras 1986 y 1987, respectivamente. Estas

plantaciones se encuentran a una altura de 20 msnm, con una precipitación de 1.129 mm (32 años de registro) y una temperatura media de 32°C. Se plantearon varias etapas de desarrollo para avanzar progresivamente a la metodología final, evaluando en cada una de ellas su representatividad y significancia.

Evaluación de una técnica para determinar rápidamente el contenido de agua en el mesocarpio del fruto

Al estudiar la metodología convencional de análisis de racimos se puede ver claramente que la segunda causa del prolongado tiempo del análisis es el secado requerido por las muestras de mesocarpio. El desarrollo de la primera etapa se planteó utilizando la técnica cotidiana para determinar el porcentaje de humedad en el mesocarpio del fruto, consistente en secar la muestra en un horno convencional de resistencia eléctrica a 105°C durante 24 horas. Con base en estudios precedentes sobre la aplicación del horno microondas en pruebas de laboratorio en el sector palmicultor (Khalid1996; Ong y Abdul Gapor 1997; 1986), y en pruebas sobre su incidencia en las constantes físico-químicas del aceite de oliva (Farag et al. 1997), se propuso evaluar una técnica que utilizara un horno microondas doméstico, con las siguientes características técnicas: marca Goldstar, una fuente de Energía de 120 V ~, 60 Hz, con una potencia entregada de 800 W y Frecuencia de 2450 Hz.

El experimento propuesto buscaba evaluar, en primer lugar, los parámetros de secado en el horno microondas, y al mismo tiempo comparar sus resultados con los obtenidos en el horno convencional, teniendo en cuenta que los frutos internos y externos presentan diferentes contenidos de agua. Posteriormente se fijó el tiempo al que se somete la muestra durante el secado. Para ello se tomaron cápsulas de porcelana con 10 gramos de mesocarpio finamente rebanado, y se realizaron varias pruebas a diferentes potencias para establecer el nivel de calentamiento óptimo que evite la incineración de las muestras. El experimento de evaluación del tiempo de secado y comparación con el horno convencional, trabajando éste último a 300°F, se realizó tomando cuatro mues-

tras de mesocarpio de frutos externos e internos, sometiéndolos a un secado en ambos hornos, midiendo su peso cada 5 minutos para el horno microondas y cada 15 para el horno convencional.

Para comparar estadísticamente los resultados y determinar si ambos métodos presentan resultados similares, se optó por evaluarlos mediante una prueba de t para dos muestras, del programa estadístico STATISTIX 4.0, aplicable en situaciones donde las muestras son tomadas independientemente de dos grupos normalmente distribuidos, y en los cuales se busca evaluar la diferencia entre sus medias. El modelo especificado para este análisis fue el de " Tabla ", según el tipo de organización de los datos.

Análisis de la variación del contenido de agua y aceite en mesocarpio para diferentes posiciones del fruto en el racimo

Antes de iniciar una evaluación de la correlación entre el contenido de agua y aceite en el mesocarpio, se realizó un análisis por los métodos tradicionales de la variación que presentan estas variables según la posición del fruto en el racimo. Para ello se realizó un experimento con diseño factorial en el que se evaluó el contenido de agua y aceite en el mesocarpio, tomando como variables de respuesta las siguientes relaciones: humedad en mesocarpio, aceite en mesocarpio (Seco) y aceite en mesocarpio (fresco). Las fuentes de variación definidas en el experimento fueron: material plantado (ASD Costa Rica y Dami), tamaño de racimo (menor de 15 kg y mayor de 15 kg), posición axial del fruto (basal, central y apical) y posición radial del fruto (interno y externo), para palmas con la misma edad y condiciones agronómicas. La variable clima se tomó como una covariable discreta que indica si el día de muestreo fue lluvioso o seco. El tamaño de la unidad experimental se definió con tres racimos y tres repeticiones por cada ensayo.

Evaluación de la correlación existente entre el contenido de agua y aceite en el mesocarpio del fruto

Luego de estandarizar la metodología para determinar el contenido de agua en mesocarpio

de observar las posibles variaciones dentro y entre racimos, se procedió a buscar la relación existente entre el contenido de agua y aceite en el mesocarpio del fruto. Estas evaluaciones tenían como objetivo evitar el procedimiento de extracción soxhlet, dado el excesivo tiempo requerido y lo dispendioso de su técnica. La importancia de esta relación radica en el hecho de que la materia seca sin aceite que forma parte del mesocarpio, se mantiene prácticamente constante durante la maduración del fruto (Henson 1993; Khalid 1996). Estas evaluaciones se hicieron estadísticamente con ayuda del programa estadístico STATISTIX 4.0, utilizando para ello el método de correlación de Pearson y modelamiento matemático lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Secado del Mesocarpio

Con los datos obtenidos siguiendo la metodología descrita anteriormente se prepararon las curvas de las Figuras 1 y 2, que muestran el comportamiento del contenido de humedad en el mesocarpio del fruto respecto al tiempo de secado, para frutos internos y externos durante el secado en horno microondas. La nomenclatura utilizada en las gráficas se refiere a las cuatro repeticiones realizadas en cada tipo de horno para los frutos externos e internos de la siguiente manera: IM y EM = fruto interno y externo secado

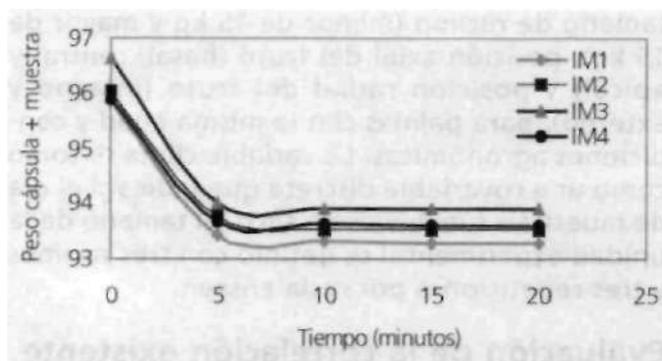


Figura 1. Porcentaje de humedad en mesocarpio y tiempo de secado para frutos internos (Horno Microondas).
 IM-1: mesocarpio interno repetición 1,
 IM-2: mesocarpio interno repetición 2,
 IM-3: mesocarpio interno repetición 3,
 IM-4: mesocarpio interno repetición 4.

en microondas; IS y ES = fruto interno y externo secado en horno convencional.

Se puede apreciar claramente que operando a potencia media el horno microondas, luego de 15 minutos de secado, el porcentaje de humedad se estabiliza, mostrando como se elimina el 95% de humedad, aproximadamente, en los primeros 10 minutos. De la misma manera, en las Figuras 3 y 4 se muestra el comportamiento de la humedad durante el secado en el horno convencional. En este caso, la estabilización del porcentaje de humedad se presenta en un 100%, a los 60 minutos de secar la muestra.

En la Tabla 1 se pueden observar los resultados de la Prueba de t de los procedimientos de secado por ambos hornos, para frutos internos y externos con su respectiva significancia estadística.

Se observa que en ambos casos se tomó la diferencia de las medias igual a cero como la hipótesis nula, esto significa que para valores de $P > 0,05$, la hipótesis es aceptada, tal como lo muestran los resultados. Por lo tanto, se demuestra estadísticamente que los valores para el porcentaje de humedad obtenidos con el horno microondas son semejantes a los del horno convencional. Esto indica que es viable la utilización del horno microondas para secar las muestras de mesocarpio dentro del análisis de racimos, así como en otras pruebas realizadas en laboratorio. De esta manera se establece una meto-

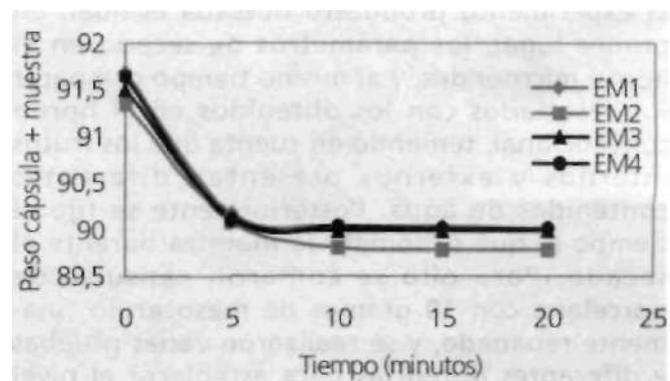


Figura 2. Porcentaje de humedad en mesocarpio y tiempo de secado para frutos externos (Horno Microondas).
 EM-1: mesocarpio externo repetición 1,
 EM-2: mesocarpio externo repetición 2,
 EM-3: mesocarpio externo repetición 3,
 EM-4: mesocarpio externo repetición 4.

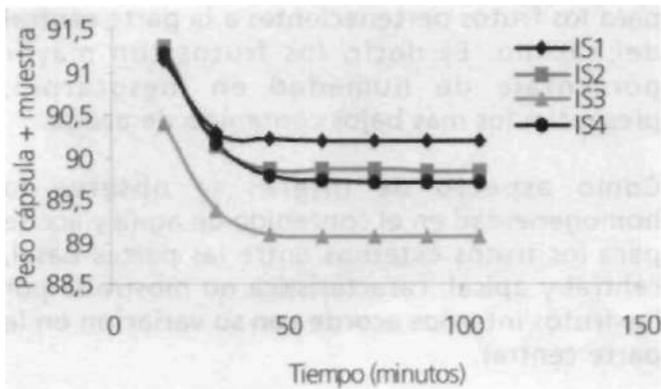


Figura 3. Porcentaje de humedad en mesocarpio y tiempo de secado para frutos internos (Horno Convencional). IS-1: mesocarpio interno repetición 1, IS-2: mesocarpio interno repetición 2, IS-3: mesocarpio interno repetición 3, IS-4: mesocarpio interno repetición 4.

dología rápida para determinar el porcentaje de humedad en el mesocarpio del fruto en solo 15 minutos. Por ello en la siguiente etapa del proyecto para determinar la correlación existente entre el contenido de agua y aceite en el mesocarpio, se trabajó en el horno microondas.

Variación del contenido de agua y aceite en mesocarpio dentro del racimo

Agua en Mesocarpio

El análisis de varianza para el contenido de agua en el mesocarpio mostró significancia para la

Tabla 1. Comparación resultados de secado en horno microondas y horno convencional por prueba de t.

Variable	Promedio Humedad	# datos	Desviación estándar	Error estándar
Frutos externos				
H. Convencional	31,245	4	1,0617	0,5309
H. Microondas	29,553	4	0,8685	0,4342
Significancia p = 0,3746				
Frutos Internos				
H. Convencional	50,154	4	0,8756	0,4378
H. Microondas	47,090	4	2,2228	1,1114
Significancia p = 0,0801				

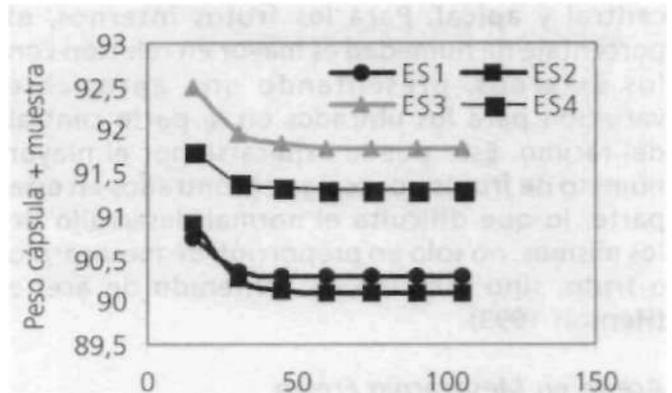


Figura 4. Porcentaje de humedad en mesocarpio y tiempo de secado para frutos externos (Horno Convencional). ES-1: mesocarpio externo repetición 1, ES-2: mesocarpio externo repetición 2, ES-3: mesocarpio externo repetición 3, ES-4: mesocarpio externo repetición 4.

variable Material y un alto grado de interacción entre la posición axial y radial del fruto en el racimo, tal como se ve en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de varianza para humedad en mesocarpio.

Variable	Nivel de significancia, α
Material	< 0,0001
Posición Axial (B)	0,0004
Posición Radial (A)	< 0,0001
A * B	0,0172

En la Figura 5 se puede apreciar claramente el menor contenido de humedad en mesocarpio para los frutos externos, cuyo valor no presenta variaciones significativas entre las partes basal,

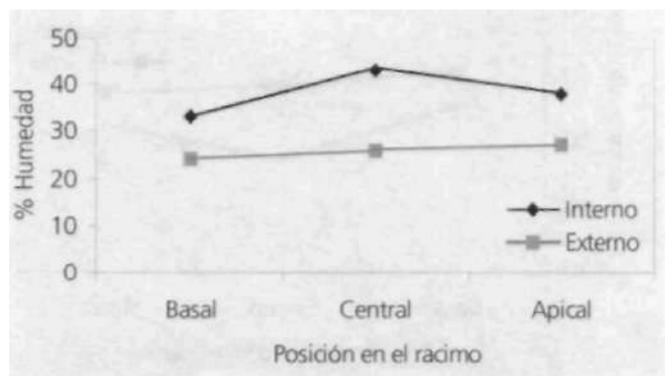


Figura 5. Interacción entre la posición axial y radial del fruto para el porcentaje de humedad en Mesocarpio.

central y apical. Para los frutos internos, el porcentaje de humedad es mayor en relación con los externos, presentando una apreciable variación para los ubicados en la parte central del racimo. Esto puede explicarse por el mayor número de frutos por espiga encontrados en esta parte, lo que dificulta el normal desarrollo de los mismos, no sólo en proporción de mesocarpio a fruto, sino también en contenido de aceite (Henson 1993).

Aceite en Mesocarpio Fresco

Para la relación de aceite sobre mesocarpio fresco el análisis de varianza es el mostrado en la Tabla 3:

Tabla 3. Análisis de varianza para aceite en mesocarpio fresco

Variable	Nivel de significancia, α
Material	< 0,0001
Posición Axial (B)	0,0019
Posición Radial (A)	< 0,0001
A * B	0,0407

Los resultados del análisis de varianza para el aceite son similares y opuestos al de contenido de agua en mesocarpio, mostrando efectos complementarios. El mayor contenido de aceite lo presentan los frutos externos sin ninguna variación entre las partes basal, central y apical. Los frutos internos presentan un menor contenido de aceite, con una notable diferencia

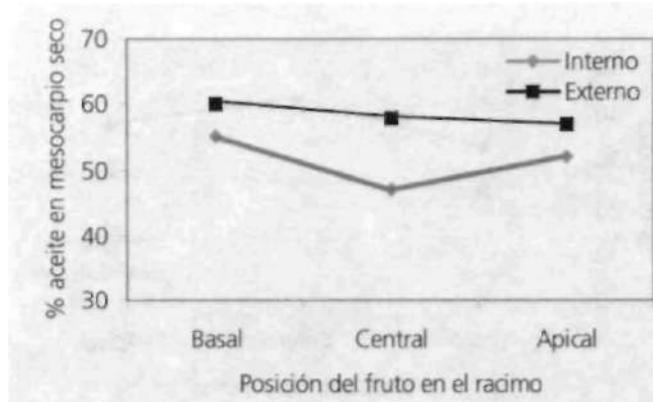


Figura 6. Interacción entre la posición axial y radial del fruto para la relación aceite/mesocarpio fresco (%).

para los frutos pertenecientes a la parte central del racimo. Es decir, los frutos con mayor porcentaje de humedad en mesocarpio, presentan los más bajos contenido de aceite.

Como aspecto de interés se observa la homogeneidad en el contenido de agua y aceite para los frutos externos entre las partes basal, central y apical; característica no mostrada por los frutos internos acorde con su variación en la parte central.

Aceite en Mesocarpio Seco

El porcentaje de aceite medido en base seca fue sólo significativamente diferente para el parámetro Material. Esto confirma el carácter constante de esta variable, y a su vez indica que la fluctuación del valor de aceite sobre mesocarpio fresco (unidad sobre la que depende en gran parte el potencial de aceite sobre racimo) está relacionada casi exclusivamente con el contenido de agua. La covariable de clima y los dos rangos de peso de los racimos no presentaron ningún efecto sobre las variables estudiadas.

Correlación Agua - Aceite en Mesocarpio

Según la metodología descrita, se evaluó el contenido de agua y aceite en mesocarpio fresco y seco, para las diversas posiciones planteadas del fruto en el racimo. Las variaciones presentes según la posición, deben tenerse en cuenta para el muestreo de los frutos, pues influyen en el potencial de aceite estimado para cada racimo (Mukesh1998). Los frutos externos pueden proporcionar el 67% del contenido total de aceite en el racimo (Hor *et al.*). La separación de los frutos internos y externos en la submuestra permite incrementar la precisión del análisis (Mukesh *et al.*1998), ya que en los procedimientos convencionales, además de los errores inducidos en los muestreos (Rao *et al.* 1983), se sobrestima el potencial de aceite en el racimo al emplear sólo frutos externos, o al inducir la presencia de estos en un muestreo deficiente de los frutos fértiles. Con las variables medidas fue posible construir un modelo matemático lineal para estimar el contenido de aceite sobre mesocarpio fresco.

$$\text{Aceite (Base Húmeda)} = 90,3284 - 1,01683 * \text{Humedad} - 1,76525 * \text{Posradial}$$

$$R^2 = 0,9768 \quad P = 0,0000$$

Como se puede apreciar, el cálculo de aceite en mesocarpio fresco se basa únicamente en su contenido de agua y en la posición que ocupa el fruto en la espiga. Para este modelo, la variable *posradial* vale 1 para el fruto interno, y 2 para el externo. Con este modelo se obtiene un coeficiente de ajuste del 97,68%.

Aunque este modelo se formuló para una plantación específica con dos materiales comerciales diferentes, el modelo permite estimar con gran exactitud el contenido de aceite en base húmeda sobre pulpa, reduciendo el tiempo de análisis de contenido de aceite desde 10-15 horas hasta 15 minutos. Es de aclarar que todo modelo matemático es aplicable estrictamente bajo los parámetros dentro de los cuales fue establecido.

CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta la alta correlación del contenido de agua y aceite en el mesocarpio del fruto, es posible formular un modelo matemático que calcule el contenido de aceite en mesocarpio fresco a partir de su contenido de agua, con un ajuste estadístico por encima del 97%.
- Se estableció un procedimiento de secado del mesocarpio con un horno de microondas doméstico, reduciendo este proceso de 2 horas a 15 minutos, trabajando a una potencia media.
- Se propone una técnica para análisis de racimos en tolva que tarda alrededor de 3 horas (incluyendo muestreo, desespigue y análisis), en comparación con los dos días (aproximadamente) de los análisis convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDUL AZIS, A. 1989. A simple flotation technique to gauge ripeness of oil palm fruits and their maximum oil content. PORIM, International Palm Oil Development Conference.
- ABDUL AZIS, A.; ROSNAH, M.S.; MOHAMADIAH, B.; WAN ZAILAN, W.O.; CHEN, K.W. 1993. Ripeness Standard: Any sign of loose fruit and with one loose fruit per bunch as the minimum standard. *In*: 1991 PORIM International Palm Oil Conference "Progress, Propects & Challenges Towards 21^a Century" (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.120-129.
- CHEW, P. S. 1996. Industry's low OER problems, impact, outlook and implications. *The Planter (Malasia)* v.72, p.273-290.
- CORLEY, R.H.V. 1998. What is the upper limit to oil extraction ratio? *In*: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm. A Global Perspective. Kuala Lumpur, 1996. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.256-269.
- FARAG, R.S.; EL-BAROTY, G.; ABD EL-AZIS, N.; BASUNY, A.M. 1997. Influence of Microwaves on Olive oil Stability. *Grasas y Aceites (España)* v.48, p.6.
- GAN, L. T. 1998. Critical operational challenges for maximising oil extractions in oil palm. *The Planter (Malasia)* v.74 no.870, p.487-499.
- HENSON, I. E. 1998 The role of bunch compositions in determining oil and kernel yields of oil palm: A Review. *In*: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm. A Global Perspective. Kuala Lumpur, 27-28 september, 1996. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.151 - 208.
- HENSON, LE. 1993. Factors determining mesocarp oil to bunch ratio in the oil palm: a physiological perspective. *In*: National Seminar on Palm Oil Extraction Rate: Problems and Issues. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.
- HOR, T.Y.; SOH, A.C.; CHAN, K.S.; CHEW, P.S.; GOH, K.J. 1998. Studies on oil palm bunch characteristics effects on oil extraction ratio. *In*: International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm. A Global Perspective. Kuala Lumpur, 1996. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.229-255.
- KHALID, Z. 1996. Variación de las propiedades dieléctricas del mesocarpio de la palma de aceite con el contenido de humedad y la madurez del fruto a diferentes frecuencias.
- LIM, K.H.; TOH, P.Y. 1984. The accuracy and precision of bunch analysis. *In*: Symposium. Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry. Kuala Lumpur, 21-22 February 1984. Proceedings. PORIM-MOPEC, Kuala Lumpur. no.6, 29p.

MUKESH, S.; GURMIT, S.; TOH, T. S.; TELOCHAN, S. 1998. Optimising on FFB, Oil, OER and Oil Quality. United Plantations Berhad, Selangor, Malaysia.

ONG, T. H.; ABDUL GAPOR M. T. 1997. Applications of microwave technologies and their potential assimilation in the palm oil industry. PORIM Bulletin (Malasia) no.35, p. 12 - 26.

PORIM. 1986. Palm Oil Factory Process Handbook. Laboratory and Milling Control. Part 3. PORIM, Kuala Lumpur, 59p.

PORLA. 1995. Fresh Fruit Bunch Grading Manual. PORLA, Kelana Jaya, Selangor. 42p.

RAO, V; SOH, A.C.; CORLEY, R.H.V.; LEE, C.H.; RAJANAIDU, Y.P.; CHIN, C.W.; LIM, K.C.; TAN, S.T.; LEE, T.P.; NGUI, M. 1983. A critical reexamination of the method of bunch quality analysis in oil palm breeding. PORIM Occasional Paper (Malasia) no.9. 28p.

SAID; I.; WOOD, B.J.; TAN, S. T 1984. An investigation of the oil palm bunch analysis technique as a guide to actual oil content. *In*: Symposium impact of the pollinating weevil on the Malaysian Oil Palm Industry. Kuala Lumpur, 21-22 February 1984. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. No.

MUKESH, S.; GURMIT, S.; TOH, T. S.; TELOCHAN, S. 1998. Optimising on FFB, Oil, OER and Oil Quality. United Plantations Berhad, Selangor, Malaysia.

ONG, T. H.; ABDUL GAPOR M. T. 1997. Applications of microwave technologies and their potential assimilation in the palm oil industry. PORIM Bulletin (Malasia) no.35, p. 12 - 26.

PORIM. 1986. Palm Oil Factory Process Handbook. Laboratory and Milling Control. Part 3. PORIM, Kuala Lumpur, 59p.

PORLA. 1995. Fresh Fruit Bunch Grading Manual. PORLA, Kelana Jaya, Selangor. 42p.

RAO, V; SOH, A.C.; CORLEY, R.H.V.; LEE, C.H.; RAJANAIDU, Y.P.; CHIN, C.W.; LIM, K.C.; TAN, S.T.; LEE, T.P.; NGUI, M. 1983. A critical reexamination of the method of bunch quality analysis in oil palm breeding. PORIM Occasional Paper (Malasia) no.9. 28p.

SAID; I.; WOOD, B.J.; TAN, S. T 1984. An investigation of the oil palm bunch analysis technique as a guide to actual oil content. *In*: Symposium impact of the pollinating weevil on the Malaysian Oil Palm Industry. Kuala Lumpur, 21-22 February 1984. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. No.