

Influencia del procesamiento sobre la calidad final del aceite

Carlos Beltrán Roldán*

1. CONCEPTOS PREVIOS AL PROCESAMIENTO

Antes de entrar a considerar los diferentes factores inherentes al *procesamiento* del fruto de la palma es necesario hacer algunas consideraciones de tipo general respecto de aquellos parámetros que no son manejados por la *planta extractora*.

Se dice, "La cantidad y parte de la calidad del aceite de palma se hace en el *campo* y no en la *fábrica*". En efecto, la calidad del aceite en lo concerniente a acidez, no puede mejorarse una vez el fruto haya entrado a proceso; se logra eso sí, minimizar su degradación.

Adicionalmente, la planta extractora no puede producir más aceite del que llega en los frutos de los racimos cosechados, pero es su obligación disminuir al mínimo posible sus pérdidas en el proceso y evitar deterioros del aceite extraído por acidificación e incremento en el índice de peróxido.

Entonces, la producción de un aceite de palma de excelente calidad requiere de una coordinación muy precisa entre quienes dirigen tanto el campo como la planta extractora; en nuestro sentir los siguientes son los factores que pueden afectar la composición y calidad final del aceite:

a) En el campo:

- Factores genéticos.
- Alturas de las palmas
- Estándar de cosecha.
- Método de recolección del fruto cosechado.
- Contaminación del fruto con suelo.
- Manipuleo y transporte del fruto.

b) En la planta extractora:

- Sistema de recibo del fruto.
- Esterilización.
- Desfrutamiento.
- Digestión.
- Prensado.
- Purificación.
- Almacenamiento.

c) En el despacho:

- Almacenamiento y sistema de transporte.
- Control de la temperatura del aceite.
- Calentamiento.
- Uso de anti-oxidantes.

2. DESARROLLO DE ACIDOS GRASOS LIBRES EN EL ACEITE DE PALMA

Los ácidos grasos libres del aceite de palma pueden formarse: a) por acción de una enzima lipolítica activa llamada *lipasa*, estando el aceite aún dentro del fruto. b) por hidrólisis autocatalítica del aceite ya extraído y c) por acción microbiana.

En la práctica, el mayor porcentaje de acidez se origina antes del procesamiento del fruto.

Desarrollo de la acidez antes de la esterilización

La *lipasa*, presente en el mesocarpio del fruto, efectúa el desdoblamiento de las moléculas de grasa (triglicéridos) en los respectivos ácidos grasos y glicerina; este proceso biológico se acentúa cuando la estructura celular del fruto se ha alterado.

La actividad de la enzima comienza aparentemente de la semana 16 a la 20a. después de la anthesis, sincronizada con el comienzo de la lipogénesis.

* LA. Subgerente Técnico Palmas de Tunaco - Palmar de Oriente. Bogotá.

Fickendey hizo el experimento, cuantificado a continuación, de macerar frutos retirándoles la nuez; luego, recuperó el aceite de la pulpa y evaluó su acidez; los resultados fueron:

	% ácidos grasos en el aceite
1a. Prueba (inmediatamente)	43.1
2a. Prueba (inmediatamente)	48.5
3a. Prueba (inmediatamente)	49.5
4a. Prueba (inmediatamente)	52.9
5a. Prueba (inmediatamente)	66.9
6a. Prueba (inmediatamente)	67.2

Para efectos de comparación, Fickendey tomó otros frutos frescos, los calentó de 90-100 grados centígrados, los maceró, recuperó el aceite y evaluó su acidez; en este caso los resultados fueron:

1a. Prueba	2.4
2a. Prueba	1.1
3a. Prueba	0.8
4a. Prueba	2.3

Con el fin de comprobar los datos de Fickendey, y bajo condiciones locales, el laboratorio de la Planta Extractora de Palmas de Tumaco realizaron en febrero de 1983, ensayos similares, con frutos procedentes de un racimo Tenera en buen estado de maduración, con todos sus frutos perfectamente sanos. Los resultados fueron:

A.-Aceite proveniente de frutos macerados, sin esterilizar (Inmediatamente después de macerar se extrajo el aceite por el método del Dean Stark).

	% Acidez
Ensayo 01	26.0
Ensayo 02	29.2
Ensayo 03	27.1
Ensayo 04 (La masa de frutos macerada permaneció al aire durante 1 hora)	30.3
Ensayo 05 (La masa de frutos macerada permaneció al aire durante 3 horas)	30.6
Ensayo 06 (La masa de frutos macerada permaneció al aire durante 6 horas)	37.7
Ensayo 07 (La masa de frutos macerada permaneció al aire durante 10 días)	54.9
Ensayo 08 (La masa de frutos macerada permaneció al aire durante 11 días)	63.8

B. Aceite proveniente de frutos del mismo racimo pero esterilizados a 105 °C y luego macerados. Tiempo de esterilización variable:

Ensayo 09 (Tiempo de esterilización 45 min.)	3.6
Ensayo 10 (tiempo de esterilización 55 min.)	1.3
Ensayo 11 (Tiempo de esterilización 65 min.)	1.3

Ensayo 12 (Tiempo de esterilización 65 min y luego el fruto macerado permaneció al aire 7 horas.)	1.6
Ensayo 13 (Tiempo de esterilización 60 min. y luego el fruto macerado permaneció al aire 48 horas.)	3.6

Temperatura a la cual la acción enzimática cesa

La siguiente Tabla muestra el desarrollo de la acidez en el aceite recuperado de muestras idénticas de frutos de palma, expuestas a tratamientos con calor y a temperaturas crecientes, antes de la maceración.

Temperatura grados °C.	% de ácidos grasos libres en el aceite
45	11.6
50	2.7
55	1.1
60	1.1
65	1.05

De la Tabla anterior se puede concluir que la actividad enzimática de hidrólisis del aceite cesa a los 55 °C.

Velocidad del proceso de acidificación

Este es un parámetro difícil de evaluar con un grado de exactitud aceptable. Sin embargo, la siguiente Tabla muestra el desarrollo de ácidos grasos en el aceite de frutos frescos macerados:

	% de ácidos grasos en el aceite
Tan pronto como fue posible se determinó la acidez	22
Luego de 5 minutos	33
Luego de 15 minutos	39
Luego de 30 minutos	40
Luego de 60 minutos	42.5

Efecto de microorganismos

Si los racimos y el fruto suelto se dejan al aire libre, a menudo luego de algunas horas presentan moho en aquellas partes donde el fruto se ha dañado o magullado. Se ha precisado que hay un incremento fuerte en la acidez, si el pericarpio está muy magullado, *aún de frutos esterilizados*, si éstos contraen moho.

Wilboux describió que un hongo del tipo Oospora es capaz de elevar el porcentaje de ácidos grasos libres en el aceite recuperado de frutos frescos desde 0.1 % a 6.4% en 60 horas.

De otro lado, Loncin logró hidrolizar aceite de palma con hongos del mismo tipo.

En el laboratorio de la Planta Extractora de El Palmar de Oriente en febrero de 1989 se hicieron los siguientes análisis:

A.- Fruto suelto en el piso, magullado y con indicios de presencia de hongos:

	% de acidez
Ensayo No. 1	32.9
Ensayo No. 2	55.0
Ensayo No. 3	15.8
Ensayo No. 4	28.8
Ensayo No. 5	14.6
Ensayo No. 6	19.0
Ensayo No. 7	18.9
Ensayo No. 8	27.0

B.- Fruto en Racimos de la misma palma:

Ensayo No.9	2.0
Ensayo No.10	2.5
Ensayo No.11	3.1
Ensayo No.12	1.6

Hay que anotar respecto de los anteriores ensayos que el ciclo de cosecha se encontraba en la fecha y en la zona en 32 días.

Con lo anterior se puede concluir que el desarrollo de microorganismos en el fruto suelto y en los racimos que permanecen en el piso, puede causar un incremento en la acidez de su aceite; sin embargo, el efecto que sobre la acidez tiene la acción de la lipasa es muchísimo mayor.

Conclusiones

- Los ácidos grasos se desarrollan principalmente durante el lapso transcurrido entre la cosecha del racimo y su esterilización; en otras palabras, entre la palma y la planta extractora.
- Frutos maduros y sanos conducirán a baja acidez.
- Mientras el fruto esté en el racimo, se protegerá mejor de magullones; solamente, parte de los frutos externos están expuestos a daño.
- El fruto suelto es más susceptible a daños mecánicos y por ende a producir aceite más ácido. Si se deja por largos períodos tirado en el suelo, la probabilidad

de que contraiga hongos es muy grande y por lo tanto otro factor, los microorganismos, coadyudarán al incremento de la acidez del aceite.

- El fruto maduro es muy fácil de desprender del racimo, y por lo tanto tiene menos resistencia al manipuleo que un fruto verde. Pero a su vez, este último contiene menos aceite, por cuanto la lipogénesis no ha sido completa.

Por lo tanto, acideces muy bajas y porcentajes de extracción anormalmente bajos, ponen de presente una posible alta proporción de racimos verdes.

- Los parámetros orientadores sobre incrementos en la acidez del aceite de palma son:

- Cantidad de fruto magullado.
- Grado de magullamiento.
- Proporción de fruto suelto.
- Tipo de sistema de transporte del fruto hacia la planta extractora.
- Sistema de recepción en la planta extractora.
- Tiempo transcurrido entre el corte del racimo y su esterilización.

3. INCREMENTO EN LA ACIDEZ LUEGO DE LA ESTERILIZACION, DURANTE LA EXTRACCION Y EN EL ALMACENAMIENTO DEL ACEITE.

Anteriormente se habló de los diferentes trabajos tendientes a cuantificar el deterioro del aceite de palma por hidrólisis durante el período a su recuperación.

Luego de procesado el fruto y almacenado el aceite, es necesario considerar que la presencia de una cierta cantidad de humedad en el aceite, es la condición necesaria para que se produzca una hidrólisis autocatalítica.

Los ensayos que se muestran a continuación son indicativos de esta situación:

	Acidez inicial	Acidez 30 días después de almacenado el aceite a 60°C
Aceite con 0.08% humedad	7.30%	7.35%
Aceite con 0.60% humedad	7.30%	8.85%
Aceite con 20.0% humedad	7.30%	10.60%

Adicionalmente a las conclusiones que se pueden derivar de la Tabla anterior, la hidrólisis se activa aún más si la humedad del aceite final va acompañada de

temperaturas de almacenamiento relativamente altas.

En resumen: si se desea evitar incrementos en la acidez por hidrólisis, el aceite se debe almacenar con el menor contenido posible de humedad, muy limpio y a una temperatura conveniente; sólo cuando se vaya a efectuar un despacho, se puede calentar con el fin de disminuir viscosidad.

Pero el mantener almacenado aceite a baja temperatura, es un "cuchillo de doble filo", porque estas bajas temperaturas favorecen la posibilidad de acidificación por efecto de micro-organismos.

Se ha podido comprobar que la acidez de un aceite ha subido del 6% al 21% en 21 días, cuando se le almacena húmedo y con impurezas (medio de cultivo de micro-organismos) y además a una temperatura por debajo de 50°C.

Las siguientes son consideraciones a tener en cuenta buscando evitar incrementos en la acidez del aceite durante las etapas de producción y almacenamiento.

- Períodos de retención o residencia cortos.
- Temperaturas de proceso altas para evitar el desarrollo de micro-organismos pero con las salvedades que se verán más adelante.
- Humedad final del aceite por debajo de 0.10% en peso.
- Temperatura de almacenamiento de 50 °C +/- 5 °C.
- Limpieza y asepsia periódica de los diferentes tanques de proceso y de almacenamiento.

4. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA ACIDEZ

Todos los anteriores conceptos no tiene otro objeto distinto al de procurar extraer un aceite con el más bajo contenido de acidez, o lo que es lo mismo, con un bajo contenido de ácidos grasos libres; la acidez deteriora el precio del aceite crudo.

Hoy en día en Colombia existe para el mercado del aceite de Palma un valor de referencia, 5% de acidez,

para aplicar premios o castigos; cuando la acidez es menor del 5% hay premio, que se evalúa multiplicando por dos (2) la diferencia entre 5 y la acidez actual; por ejemplo, un aceite con acidez del 3%, recibirá un premio del 4% sobre la facturación $((5-3) \times 2 = 4)$, en otras palabras, vendiendo 1000 kg de aceite de 3% de acidez recibirá el mismo pago como si se vendieran 1040 kg de aceite del 5%.

En cambio, cuando la acidez es mayor del 5%, habrá un castigo, que se evalúa multiplicando por dos (2) la diferencia entre la acidez actual y 5; por ejemplo, un aceite con acidez del 7%,

recibirá un castigo del 4% sobre la facturación $((7-5) \times 2 = 4)$, en otras palabras, vendiendo 1000 kg de aceite de 7% de acidez recibirá el mismo pago que si se vendiera 960 kgs de aceite del 5%.

Por lo tanto, cualquier factor que afecte la calidad del aceite durante la cosecha es de importancia económica y necesita ser considerado cuando se haga la evaluación del sistema de cosecha.

5. COSECHA Y FORMACION DEL ACEITE

El criterio de cosecha debe fijarse con el objetivo de obtener el mejor compromiso entre contenido de aceite en el fruto, calidad de este aceite y costos de cosecha.

Frutos verdes contienen menos aceite que frutos maduros, mientras frutos sobremaduros proveen un aceite de mayor acidez.

El desarrollo y mejoramiento del material *tenera*, aumentó la cantidad de aceite por fruto pero introdujo un factor de conflicto tecnológico de extracción que corresponde al alto contenido de material polisacárido no transformado en aceite, aún en frutos perfectamente maduros y que va en la extracción junto con el aceite normalmente procesado, conformando una segunda capa en el tanque clarificador, llamada lodos ligeros; esta segunda capa puede ser problemática, y es mayor si el fruto *tenera* está verde y mayor aún, si es fruto verde y joven.

El inconveniente de los lodos ligeros radica en que "atrapan" aceite y por ende puede aumentarse el contenido de éste en las aguas ex-clarificación, llegándose al extremo de tener pérdidas enormes de

aceite en lodos; además, si la esterilización no se ha llevado a cabo convenientemente, los polisacáridos se hidrolizan formando compuestos coloidales de menor gravedad específica que el aceite, pasando la capa de lodos ligeros a ocupar el sitio de la del aceite en el clarificador, fenómeno conocido como "rebotamiento del clarificador, que imposibilita la salida del aceite extraído.

Como es sabido, un racimo tiene varios centenares de frutos, los cuales no maduran simultáneamente.

Uno de los criterios de madurez mira precisamente la cantidad de frutos caídos de un racimo; sin embargo es bueno considerar que la caída de frutos es exponencial con el tiempo.

Cuando se habla de contenido de aceite en el mesocarpio, es necesario hacer claridad entre aceite de un fruto simple y aceite promedio de todos los frutos del racimo completo. La siguiente explicación, por facilidad, considera la formación de aceite en el mesocarpio de un fruto sencillo.

Antes de la maduración, el mesocarpio contiene un porcentaje alto de agua y carbohidratos y tiene un bajo contenido de aceite; la formación del aceite se lleva a cabo mucho después del desarrollo del fruto.

Investigaciones realizadas en Nigeria indican que hasta la 16ª semana después de la polinización, el contenido de aceite en el fruto es menor del 0.4% del total del aceite a obtener con una maduración óptima.

Ya a la 19ª semana después de la polinización, el contenido de aceite sube del 6% al 7% del total; luego, durante los días finales de la maduración la formación de aceite se incrementa muy rápidamente y su contenido es máximo a la vigésima semana después de la polinización:

Crombie halló las siguientes cifras:

- Hasta la 16 semana : menos de 4.5 mg. de aceite por fruto
- En la 19 semana: cerca de 76.2 mg. de aceite por fruto
- En la 20 semana : cerca de 1200 mg. de aceite por fruto

Dicho de otra manera, la formación de aceite en el mesocarpio es muy lenta hasta que la almendra adquiere su desarrollo completo pero a partir de ese momento es extremadamente rápida; la mayor cantidad de aceite se forma prácticamente en la última semana antes de la maduración.

Desde el punto de vista de maduración es conveniente dividir la edad de la palma en tres grupos;

1. Palmas de menos de cinco (5) años; Los racimos de palmas jóvenes, son generalmente pequeños y su rata de maduración es rápida; después de 10 días del momento óptimo de madurez, en un racimo joven, prácticamente todos los frutos son fácilmente desprendibles a mano; por lo tanto los ciclos de cosecha deben mantenerse tan bajos como sea posible.

2. Palmas de 6 a 12 años: La velocidad de lipogénesis en el mesocarpio decrece con la edad; en general los criterios de madurez se enfocan hacia palmas que tengan edades comprendidas dentro de este rango y se habla de ciclos de cosecha de 10 a 12 días.

3. Palmas (d x d) mayores de 12 años: Se hace un grupo aparte de palmas D x D porque la velocidad de maduración es más baja que en racimos D x P ; esto sugiere que el ciclo de cosecha podría ser más largo para áreas D x D.

Todo lo anterior simplemente quiere llamar la atención a los responsables de la cosecha sobre la importancia y correlación de diversos parámetros.

Contenido de Impurezas en el Fruto Cosechado

Durante las operaciones de cosecha y transporte del fruto es inevitable que ciertas cantidades de arena, suelo y piedras vayan con el producto, originando diversos problemas en la planta extractora; arena y piedras causan desgaste por abrasión y daños por rotura en la maquinaria de proceso y la arena, con el material retirado de tubos, elevadores, tornillos de prensado, impulsores de bombas, etc. promueve en el aceite la absorción de hierro. El hierro es un fuerte catalizador de la reacción de oxidación del aceite.

Por lo tanto es imperioso controlar al máximo los

Es imperioso controlar al máximo los niveles de impurezas en el fruto.

niveles de impurezas en el fruto lo cual se puede lograr mediante la siguiente estrategia:

- a) Las impurezas están más o menos ligadas a la cantidad de frutos sueltos; entonces, es importante ejercer un control estricto sobre los ciclos. Deseables son, los ciclos cortos.
- b) Los frutos sueltos deben recogerse individualmente y no arrumados en pilas usando elementos sólidos.
- c) Los frutos sueltos después de recogidos no deben ponerse en contacto de nuevo con el suelo; es conveniente disponerlos de una vez en sistema de transporte hacia la fábrica.
- d) Siempre que sea posible, los racimos luego de alzados del sitio cerca de la palma deben ubicarse en un contenedor o en una malla que evite otra contaminación de impurezas y adicionalmente otro golpe.

6. OXIDACION DEL ACEITE DE PALMA

La velocidad de absorción de oxígeno por el aceite está muy ligada a la temperatura y a la presencia de pro-oxidantes o catalizadores de oxidación, que son trazas de metales pesados en suspensión en el aceite, originados en el ataque químico de los ácidos grasos libres sobre la maquinaria de proceso, tuberías y tanques de almacenamientos y como se mencionó atrás, debido también a la liberación de metal por la abrasión causada por la arena.

Consecuentemente a más altas acideces del aceite mayor es la probabilidad de que éste absorba trazas de metal durante el proceso de extracción. El desgaste por abrasión sin duda aumentará la contaminación por hierro.

El cobre es un catalizador muy fuerte de la oxidación del aceite, más que el mismo hierro, por lo cual es muy importante evitar el uso de válvulas, tuberías, impulsores y otros elementos que involucren este metal en su material de fabricación.

Investigaciones científicas exhaustivas se han hecho con el fin de establecer como el aceite de palma se oxida; no es este el momento de entrar en su análisis, pero si es válido saber que es posible minimizar este riesgo atendiendo los siguientes puntos:

- Evitar el sobre-calentamiento del aceite durante las etapas de extracción y purificación.

- Evitar el contacto de aceite caliente con aire usando secadores al vacío.
- Usando tanques de almacenamiento de área de sección transversal lo más pequeña posible de manera que se reduzca la superficie en contacto con el aire.
- Evitar mantener el aceite almacenado a temperaturas mayores a 55 °C. Para garantizar este parámetro es conveniente usar válvulas autoregulatoras de temperatura ajustadas a 50 °C con un rango de +/- 5 °C.
- Usando aceros de buena calidad y eliminando cualquier elemento fabricado en cobre o bronce y que entre en contacto directo con el aceite.

En resumen, el aceite de palma desde el punto de vista de comercio al nivel internacional, debe reunir las siguientes características:

1.	Acidez promedio	:	< 3.0 % (como ácido palmítico)
2.	Índice de peróxido	:	< 3.0 meq/litro
3.	Humedad promedio	:	< 0.1 %
4.	Impurezas promedio	:	< 0.005 %
5.	Slip point	:	30.8 - 37.6 °C
6.	Índice de yodo	:	50.6 - 55.1

Buenos resultados en calidad final, pérdidas de aceite cercanas o por debajo de las máximas admisibles, altas eficiencias de aprovechamiento de la capacidad instalada, altas eficiencias en el mantenimiento preventivo que garantice la permanente disponibilidad de la planta, solo se logran con una adecuada tecnificación y una acertada gestión de Dirección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

MOHANKUMAR, ARUMUGHAM AND RAJ., "Historical localization of oil palm fruit Lipase", en JAOCS Vol 65, 10(1990) 665-669.

SOUTHWORTH., "Field factors affecting quality", The Planter. - Beck-Nielsen ., "Producción Palm Oil in relation to Quality", The Planter.

CHIN., "Palm Oil Standards in relation to marketing and Refining behavior", The planter.

OLIE AND TJENG., "The extraction of Palm Oil", Reprint of Stork.