

Aceite crudo de palma. Requisitos de calidad para obtener buenos productos refinados

V.K.LAL

Asociación Malaya de Refinerías de aceite de palma.

Ponencia presentada en la Conferencia Internacional sobre palma de aceite en Kuala Lumpur, Malasia. Septiembre de 1991.

Traducido por Fedepalms.

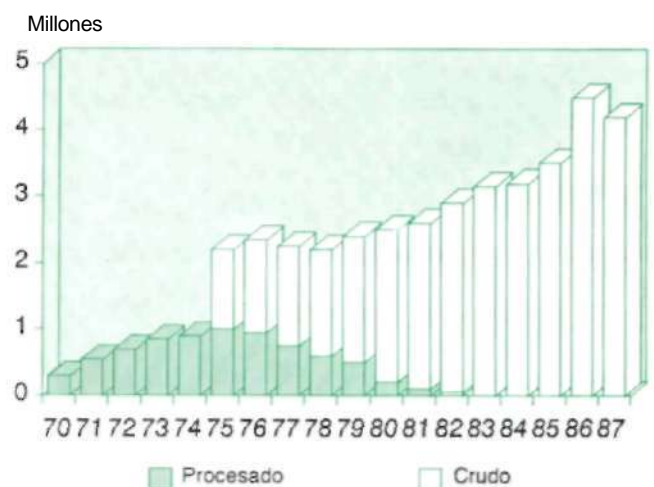
INTRODUCCION

La aparición de Malasia como actor principal en la producción y exportación de aceite de palma ha sido explosiva, por decir lo menos. De apenas un poco más de 400.000 toneladas de producción en 1970, hemos superado la marca de los 6.000.000 de toneladas en un período relativamente corto de 20 años. Después de asumir el liderazgo como productor en 1966, Malasia ha logrado hacer del aceite de palma lo que es hoy en día, o sea el aceite vegetal de mayor exportación y el segundo en producción en el mundo.

El liderazgo en este campo acarrea la responsabilidad de mantener el campeonato y de constituirse en el vocero de la industria de la palma de aceite en el mundo. Para desempeñar este papel en forma eficaz, es necesario reconocer que Malasia produce aceite de palma de calidad excepcional y respetarla por ello.

Hasta 1975 prácticamente la totalidad de las exportaciones malayas eran de aceite crudo y obviamente gran parte de la atención internacional se concentró en el aceite crudo de palma que ésta producía. Con el auge de la industria nacional de refinación, las exportaciones de aceite crudo de palma disminuyeron drásticamente (figura 1) y a principios de los 80 se exportaban principalmente productos refinados. Hoy la mayoría de los importadores del mundo solamente conciben el aceite de palma malayo en forma refinada. Por lo tanto, la comunidad internacional está más pendiente de las refinerías que de las plantaciones o plantas extractoras y actualmente la calidad del aceite crudo de palma se ha

Figura 1. Exportaciones Malayas de aceite de palma.



convertido más o menos en un asunto de carácter interno, alejado de la mira internacional.

Por haber entrado a la industria de la refinación hace relativamente poco y debido a la constante vigilancia internacional, las refinadoras malayas están al frente de las innovaciones y mejoras en lo que se refiere a tecnología de refinación y algunas refinadoras locales han diseñado e instalado algunas de las plantas refinadoras más modernas del mundo, sin desconocer el hecho de que las plantaciones y las plantas extractoras malayas han estado por mucho tiempo a la cabeza de la tecnología y de la administración en los campos correspondientes.

Dadas las circunstancias, es pertinente que la industria malaya se autoanalice en forma crítica. La calidad del aceite crudo de palma que se ofrece a las refinadoras nacionales es un tema que toca muy de cerca a las refinadoras.

CALIDAD DEL ACEITE CRUDO DE PALMA

Las refinadoras de aceite de palma exigen un producto que se pueda retinar lo más moderadamente posible, para luego fabricar productos blandos,

inoloros e incoloros que el consumidor pueda utilizar directamente, sin necesidad de una refinación adicional. La refinación debe ser moderada con el objeto de conservar la mayor cantidad posible de antioxidantes naturales, como los tocoferoles y otros.

Para que el consumidor pueda utilizar el producto sin procesamiento adicional, el producto refinado debe tener buena estabilidad, para evitar oxidación y reversión del color. En Malasia el criterio de procesamiento se basa todavía en la acidez y el color. Tal vez sea tiempo de empezar a implantar seriamente la evaluación sensorial del aceite refinado de palma. A veces los sentidos del hombre son mucho más precisos que los más complejos y costosos instrumentos electrónicos de medición. Específicamente, todas las refinadoras buscan las siguientes cualidades en el aceite crudo de palma:

- Baja acidez (Acidos Grasos Libres -AGL-)
- Baja humedad (un 0.19% es óptimo) e impurezas
- Buena Blanqueabilidad
- Oxidación Mínima
- Bajo Contenido de Monoglicéridos y Diglicéridos
- Alto Contenido de Antioxidantes Naturales

Se han realizado varios estudios en el curso de estos años sobre los diferentes parámetros de calidad, con énfasis en los AGL, Índice de Peróxido (IP), E233 1%,

Tabla 1. Comparación de estudios.

	Jacobaberg 1974		Siew et al. (86-87)		Wong CY (79-80)		Cbooi S.F. (79-80)					
	ACP (general)		Anterior a la refinación		n=812		Producción		Despacho			
	n=117	n=81	n=812	n=119	n=119	n=119	n=119	n=119				
	promedio	s.d.	promedio	s.d.	promedio	s.d.	promedio	s.d.	promedio	s.d.	promedio	s.d.
AGL	3.15	0.57	3.29	0.53	3.57	0.854	3.66	0.75	3.93	0.80	4.24	0.60
IP	3.92	1.33	3.95	1.18	2.43	1.813	2.70	1.26	0.83	1.15	2.62	1.28
E 1% 233c	1.680	0.219	1.714	0.916	1.44	0.290			1.20	0.17	1.51	0.25
E 1% 269c	0.291	0.059	0.313	0.055	0.290	0.077			0.22	0.05	0.30	0.09
DOBI	-	-	-	-	2.67	0.391						
Carotene	567	27	566	22	597	53.6	567	61	669	37	640	41
IA	4.61	1.10	4.95	1.18	2.90	1.96	4.55	1.49				
Y1-Y3	-	-	-	-	11.3	6.154						
Humedad/ Volátiles	0.09	0.05	0.11	0.04	0.168	0.069	0.18	0.05	0.112/ 0.116	0.058/ 0.095	0.105/ 0.144	0.041/ 0.059
Impurezas	-	-	-	-	0.129*	0.062	0.04	0.03	0.031	0.031	0.020	0.019
P	-	-	-	-	13.5	3.63			22.5	4.8	22.8	5.1
Fe	3.76	1.31	4.2	1.26	5.6	2.4			16.45	1.49	6.16	1.24

* Muestras aleatorias únicamente

E269 1%, carotenos, Índice de Anisidina (IA), humedad y elementos volátiles, impurezas, y contenido de fósforo y hierro.

- a) AGL.
- b) Índice de peróxido.
- c) Índice de anisidina. (sic.)
- d) E 1% 233 nm. (Oxidación primaria) Espectrofotometría.
- e) E 1% 268 nm. (Oxidación secundaria).
- f) Trazas metálicas.

En una revisión reciente (tabla 1) de los estudios de calidad del aceite crudo de palma realizados en los últimos 20 años y sobre la base de estudios realizados por Jacobsberg 1974, Wong C.Y. 79-80, Chooi S.F. 79-80 y Siew y colaboradores 86-87, el Dr. Chong Chew Let (Boletín del PORIM No. 2, mayo de 1991) observó que la calidad del aceite crudo de palma de hecho disminuyó entre 1974 y 1980 y que no se registraron mejoras adicionales en el estudio de 1987 (Siew y colaboradores), salvo por el mejoramiento de los parámetros de oxidación, como el índice de peróxido, UV 233nm 1%, índice de anisidina y UV 269nm 1%, junto con desviaciones estándar más altas, lo que sugiere que existen dos tipos de productores de aceite crudo de palma: los buenos y los malos.

Las refinerías sabían que esto era así, por su experiencia en el procesamiento, manejo y embarque, pero no podían hacer nada al respecto, puesto que el aceite crudo cumplía con todas las especificaciones comerciales en términos de acidez, humedad, impurezas e índice de yodo, que son las únicas especificaciones contractuales de ventas del PORAM (Asociación Malaya de Refinerías de Aceite de Palma).

Los parámetros relativos al estado de oxidación del aceite brillan por su ausencia. Lo ideal para las refinerías sería la utilización de parámetros como el índice de peróxido, índice de anisidina, TOTOX, trazas metálicas, etc. No obstante, esto crearía la necesidad de realizar una serie de análisis al recibir cada despacho de aceite crudo de palma, lo cual no sería práctico, si tenemos en cuenta que el aceite crudo de palma normalmente se envía en carrotanques de menos de 20 toneladas cada uno.

En 1981, las refinerías introdujeron una nueva medida llamada el índice de deterioro de la blanqueabilidad, al cual nos referiremos como DOBI (Swoboda 1981). El DOBI es la relación entre E446 y E269. E446 y E269 son

las absorbancias de un 1% de aceite crudo de palma en iso-octano o hexano a 446 y 269 nm, respectivamente. Se miden principalmente los carotenos a 446nm y los productos de oxidación secundaria a 269nm.

En 1982, Tan B.K. y colaboradores, en el intento de distinguir el aceite de palma "standard" del aceite crudo de palma "prime", utilizaron un análisis discriminante escalonado y encontraron que los parámetros relacionados con la oxidación eran más sensibles que otros en la diferenciación del aceite "standard" del aceite crudo de palma. El orden de sensibilidad es el DOBI, los carotenos, el E269 y el índice de peróxido. Se obtuvieron tres funciones discriminantes.

$$Y1 = 47.76X1 + 0.18X2 + 17.74X3 - 0.17X4 - 86.69$$

$$Y2 = 30.89X1 + 0.11X2 + 3.23X3 - 0.10X4 - 26.98$$

$$Y3 = 47.46X1 + 0.18X2 + 1.74X3 - 0.30X4 - 59.40$$

Donde

- Y1 = grupo de ACP "prime".
- Y2 = aceite de palma "standard" tal como se exporta.
- Y3 = grupo de aceite de palma "standar" en las plantas extractoras y en los puntos de distribución.
- X1 = E269.
- X2 = contenido de carotenos (ppm).
- X3 = DOBI.
- X4 = índice de peróxido (meq/kg.).
- Y1 - Y3 = 0.3X1 + 16 X3 = 0.13X4 - 27.29 = Y.

Utilizando la diferencia entre dos de las tres funciones discriminantes (Y1 - Y3), se obtuvo y se utilizó un factor discriminante (FD) para la evaluación de la calidad del ACP.

Siew W.L y colaboradores reintrodujeron el mismo parámetro, denominado el índice de calidad (IC) para el ACP. La ecuación final Y1 - Y3 que relaciona el aceite crudo de palma con la calidad es la siguiente:

$$Y = 0.3 X1 + 16X3 = 0.13 X4 - 27.29$$

Tabla 2. Parametros de control de calidad sobre la base de Y, índices DOBI y capacidad de refinación.

Y	DOBI	Observaciones
Menos de 5	Menos de 2.0	Difícil de refinar
5 a 10	2.0 a 2.3	Impredecible
Más de 10	Más de 2.3	Fácil de refinar

Se observó que para cualquier muestra de ACP, entre mayor es la Y (diferencia entre Y1 y Y3) mejor es la calidad del ACP en lo que se refiere al estado de oxidación.

Como lo sugiere la ecuación anterior, el Factor Discriminante o Y depende mucho del índice DOBI. Después de extensos estudios de laboratorio, Siew W.L y colaboradores (1989) sugirieron un sistema de calificación para el aceite crudo de palma sobre la base de su susceptibilidad a la refinación, incorporando los índices DOBI y Y. La doctora Siew observó que "el aceite crudo de calidad Y > 10 es fácil de retinar. Los aceites cuyo índice Y oscila entre 5 y 10 son menos predecibles, por cuanto a pesar de que tienen un color más intenso, algunos se pueden retinar bien. No obstante, es de esperarse que los aceites con un índice Y < 5 sean difíciles de retinar."(Tabla 2).

Sin embargo, ya desde 1987, algunas refinerías comenzaron a utilizar el índice DOBI y las funciones discriminantes para clasificar los aceites como fácilmente blanqueables o lo contrario y encontraron que esta calificación es muy eficaz para predecir el tipo de tratamiento que se requiere, al igual que la clase de producto refinado que se obtendrá.

Tabla 3. Parámetros de calidad del aceite crudo de palma. Muestra de ACP

Muestra de ACP	1	2	3	4	5	6
AGL	3.36	3.42	3.39	4.00	4.10	4.20
IP	2.2	2.6	2.9	2.3	3.4	2.0
IY	52.1	52.3	52.2	51.9	52.4	53.1
Humedad	0.16	0.13	0.13	0.12	0.12	0.10
DOBI	3.0	2.7	2.4	2.0	1.8	1.4
FD	20.1	15.0	11.2	6.4	3.4	5.0
Carotenos	690	684	580	540	480	460
Fe	4.2	3.1	5.1	6.9	7.0	16.6

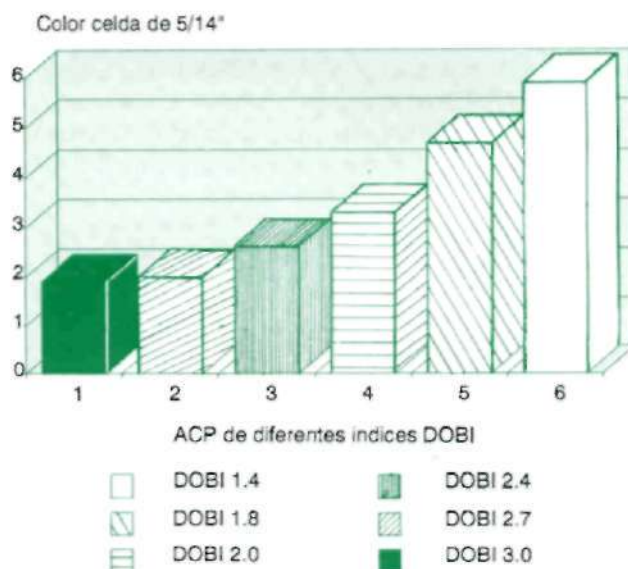
Los AGL, IP, IY y Humedad cumplen con todas las especificaciones comerciales.

Análisis aconsejables para definir un buen ACP.

En la refinería del autor se realizaron pruebas de laboratorio con ACP de diferente índice DOBI, para determinar la relación entre el DOBI y la susceptibilidad a la refinación. Se seleccionaron muestras de aceite crudo en forma que llenaran todas las especificaciones contractuales actualmente establecidas por el PORAM, en las cuales solamente variaba el índice DOBI. El método de prueba que se empleó fue una adaptación del método SCOPA, utilizando 1% de tierra de blanqueo

WAC Supreme y el blanqueado se efectuó a 120 °C durante 30 minutos y la desodorización y desacidificación a 260 °C durante 40 minutos utilizando 2% de vapor para despojamiento. El blanqueo se hizo en atmósfera de nitrógeno y la desodorización al vacío. Los aceites refinados se enfriaron mientras estaban al vacío hasta 60 °C y el color se leyó en una celda Lovibond de 5.25 pulgadas. Los resultados obtenidos (figura 2) muestran que con ACP de DOBI 3.0 es fácil obtener un color 1.9 R en condiciones de prueba, mientras que con ACP de DOBI 1.4 se obtuvo un color 5.0 R. Esto solamente confirma los hallazgos de investigadores anteriores en el sentido de que los índices DOBI son un buen indicio en cuanto a la susceptibilidad del aceite crudo de palma a la refinación.

Figura 2. Relación entre el DOBI y la capacidad de refinación. Colores del aceite refinado.



Se puede argumentar que al aumentar la dosis de tierra blanqueadora o al alterar otros parámetros de refinación es posible retinar adecuadamente aceites de cualquier índice DOBI.

Con el objeto de verificar lo anterior se realizaron otras pruebas utilizando el mismo ACP de la prueba anterior. Al efectuar algunas pruebas de refinación utilizando cantidades variables de tierra blanqueadora y manteniendo los demás parámetros constantes, se obtuvieron seis muestras de aceites refinados de calidad comparable en términos de los ácidos grasos libres y el

color, los dos parámetros que generalmente se utilizan en el control del proceso en la mayor parte de las refinерías.

Cuadro No. 1. Condiciones de refinación

CPO	DOBI	Tierra	COL	AGL
1	3.0	0.9	2.0	0.063
2	2.7	1.0	2.0	0.064
3	2.4	1.1	2.0	0.059
4	2.0	1.5	2.1	0.069
5	1.8	2.0	2.2	0.060
6	1.4	3.2	2.4	0.070

Expectativa para algunos colores finales de R.B.D.

Estas seis muestras (Cuadro 1) se sometieron a estudios de estabilidad a largo plazo en un horno de aire, manteniéndolas a 60 °C. El color del aceite producido con aceite de DOBI alto aumentaron de 2.0 R a 3.0 R después de 14 días de almacenamiento, mientras el aceite producido con ACP de DOBI 1.4 aumentó de 2.4 R a casi 5.0 R durante el mismo período.

También se realizaron estudios Rancimat con las seis muestras anteriormente mencionadas a 120 °C. El período de inducción fue de 8 horas para el aceite producido a base de ACP de DOBI bajo (1.4), a diferencia

del de casi 15 horas para el aceite producido con ACP de DOBI alto (3.0).

Figura 4. Estabilidad a largo plazo de los aceites refinados (color). ACP de diferentes índices DOBI.

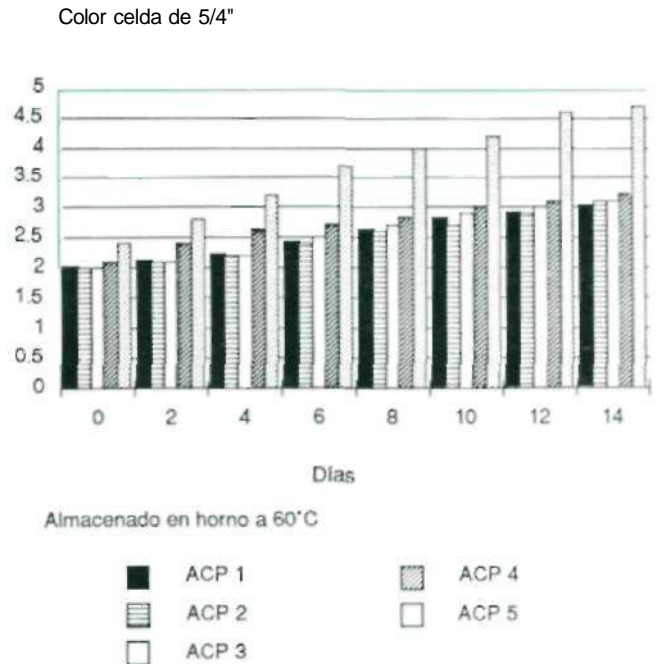
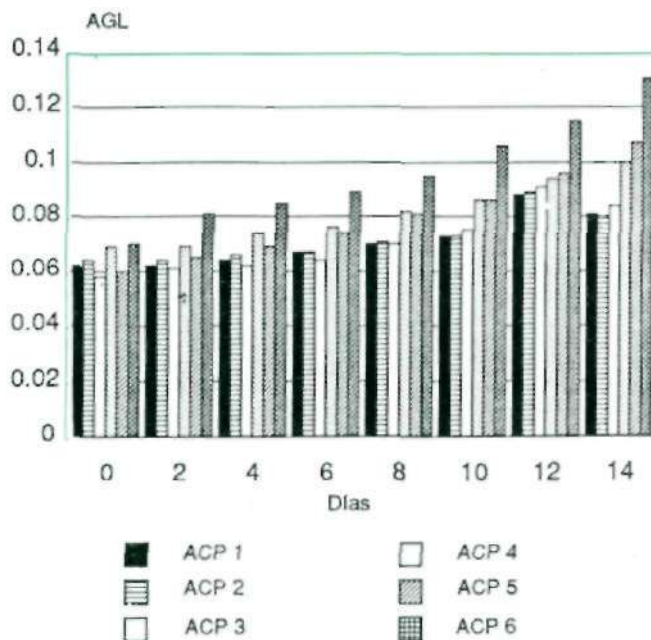
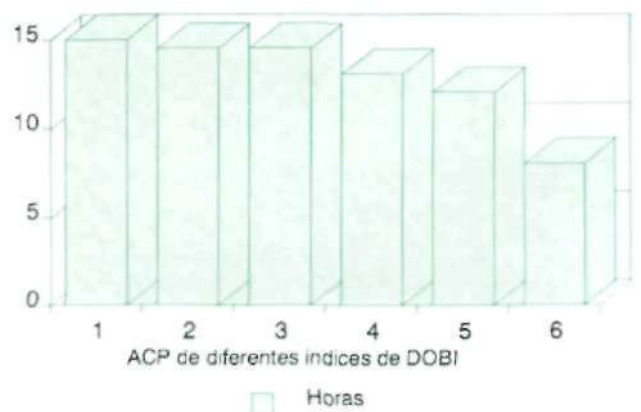


Figura 3. Estabilidad a largo plazo de los aceites refinados (color). ACP de los diferentes índices de DOBI.



Es importante subrayar el hecho de que incluso la refinación de alto costo, en términos de insumos químicos, no produce aceites refinados que gozan de la estabilidad inherente por la cual se conoce al aceite de palma refinado. En el experimento anterior, se utilizó el 3.2% por peso de tierra blanqueadora para blanquear el aceite de DOBI bajo (1.4), comparado con un 9% por peso para el aceite de DOBI alto (3.0).

Figura 5. Período de inducción (Hrs. a 120°C)



Un conocido fabricante de tierra blanqueadora realizó un estudio dentro de las mismas líneas, aunque utilizando estudios de estabilidad a corto plazo a temperaturas elevadas, en el cual se confirma la observación anterior (figuras 7 a 8). La calidad del aceite aparece en la tabla 4.

Ahora veamos el tipo de DOBI de los aceites que por lo general producen las plantas extractoras de aceite de palma. La tabla 5 describe la calidad de aceite crudo de palma que recibió una refinería relativamente grande durante el período comprendido entre enero de 1988 y

Figura 6. Estabilidad del aceite refinado de palma como función de la calidad del aceite crudo de palma.

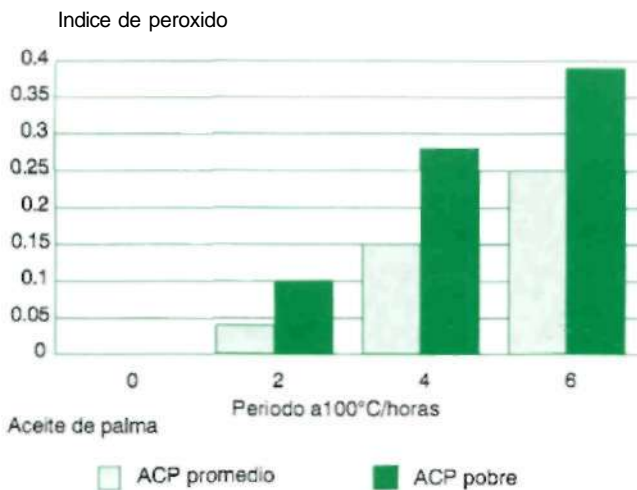


Figura 7. Estabilidad del aceite refinado de palma como función de la calidad del aceite crudo de palma.

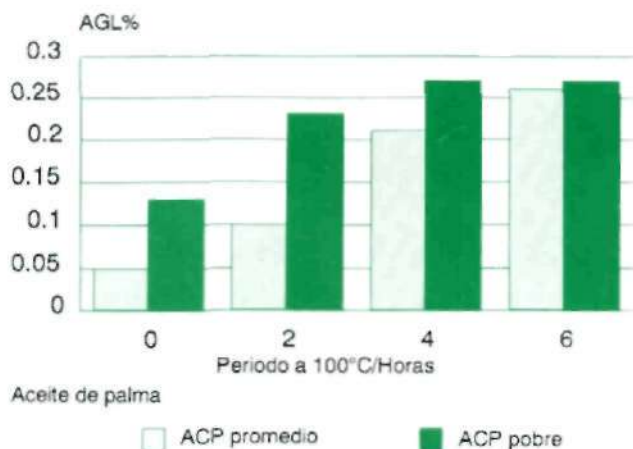
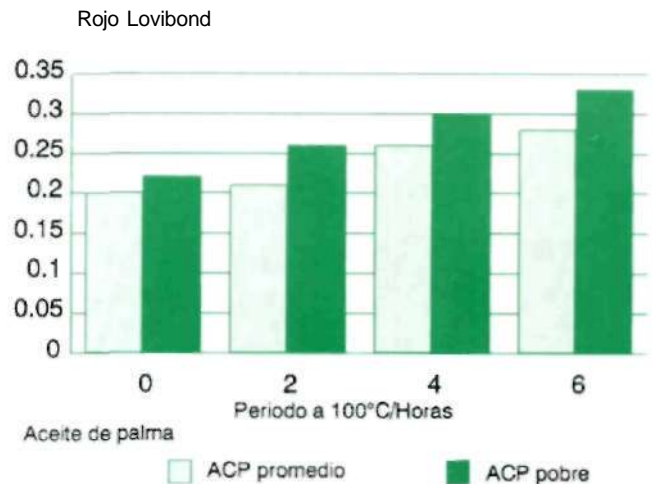


Figura 8. Estabilidad del aceite refinado de palma como función de la calidad del aceite crudo de palma.



junio de 1991. La media de los ácidos grasos libres, índice de peróxido, índice de yodo, humedad y elementos volátiles está dentro de las especificaciones contractuales. Los índices DOBI presentan una media de 2.4 a 2.5, con una desviación estándar de 0.27 a 0.32.

Tabla 4. Análisis de los aceites crudos de palma.

	ACP 1	ACP 2
Color Celda 1*	20 R/20Y	20 R/20Y
AGL %	3.75	3.75
Índice de Peróxido	0.41	2.02
Caroteno	489	435
DOBI	2.45	1.85
Factor discriminante	12.40	2.80

En la tabla 6 vemos los índices DOBI del aceite crudo de palma que se recibió en una refinería de tamaño intermedio. En este caso, las medias eran un poco más altas, de 2.66 y 2.67, para el aceite recibido en 1990 y 1991, respectivamente, con desviaciones estándar de 0.36 y 0.35.

En la tabla 7 observamos los índices DOBI del aceite crudo que recibió una refinería de tamaño intermedio, la cual en parte se abastece de aceite crudo de sus propias plantas extractoras. En este caso, los valores promedio obtenidos son más altos. En las tablas 6 y 7 se observa que la variación estacional, cuando existe, es muy leve e incluso en los niveles más bajos los promedios se encuentran por encima de las recomendaciones de control de calidad (Siew W.L. 1989).

Tabla 5. Aceite crudo de palma tal como se recibió en la refinería A (Grande)

Año		Min.	Max.	Media	S.D.	N	Tons.
88	AGL	1.8	5.3	3.39	0.60	7.336	797.885
	IP	0.1	5.0	2.5	0.47		
	IY	50.1	54.6	52.3	0.42		
	DOBI	0.3	3.9	2.4	0.32		
	H & V	0.002	0.53	0.13	0.05		
89	AGL	1.8	5.7	3.65	0.37	7.951	902.067
	IP0.2	6.0	2.40	0.61			
	IY	50.0	54.3	52.3	0.41		
	DOBI	1.5	4.0	2.4	0.27		
	H & V	0.03	0.4	0.15	0.05		
90	AGL	1.8	5.7	3.64	0.61	7.584	948.839
	IP	0.2	5.9	2.30	0.55		
	IY	49.9	55.4	52.3	0.42		
	DOBI	1.5	3.8	2.5	0.31		
	H & V	0.05	0.54	0.12	0.05		
91	AGL	1.8	5.1	3.39	0.60	4.822	521.807*
	IP	0.2	5.9	2.3	0.60		
	IY	50.2	54.9	52.3	0.43		
	DOBI	1.0	3.9	2.5	0.30		
	H & V	0.02	0.7	0.13	0.05		

N = análisis de muestras mixtas sacadas de todos los despachos entregados diariamente por cada proveedor

* Cifras hasta junio de 1991

CONCLUSION

Sobre la base de los estudios anteriores y otros que no han sido publicados, realizados por las refinerías malayas, creemos que el DOBI, factor discriminante o índice de calidad se podría utilizar como un método rápido y sencillo para evaluar el estado de oxidación del aceite crudo de palma y su adaptabilidad como materia prima para el producto al cual está destinado.

Tabla 6. Aceite Crudo de palma tal como se recibió en la refinería B (mediana)

Meses	1990		1991	
	DOBI	FD	DOBI	FD
Enero	-	-	2.64	15.22
Febrero		2.65	15.55	
Marzo	2.95	20.13	6.02	15.06
Abril	2.69	16.13	2.72	16.50
Mayo	2.60	14.71	2.69	16.04
Junio	2.60	14.77	2.66	15.62
Julio	2.53	13.50	-	-
Agosto	2.62	15.00	-	-
Septiembre	2.64	15.31	-	-
Octubre	2.65	15.29	-	-
Noviembre	2.74	16.96	-	-
Diciembre	2.71	16.42	-	-
Media	2.66	15.61	2.67	15.74
N	926	925	450	449
S.D.	0.36	4.81	0.16	3.35
Min	1.97	4.59	1.72	1.05
Max	3.45	28.18	3.52	29.07

A juzgar por la calidad del aceite recibido por las tres refinerías anteriormente mencionadas, las cuales procesan casi el 25% del aceite crudo de palma producido en Malasia, la mayoría de las plantas extractoras de aceite de palma ya están produciendo aceite de muy buena calidad y una forma de perfeccionarlo es incluir los parámetros de oxidación y susceptibilidad a la refinación en los contratos de venta de aceite crudo de palma. A falta de métodos rápidos y sencillos para evaluar los dos parámetros anteriormente mencionados, la introducción del DOBI podría ser un paso en la dirección correcta.

Aunque con frecuencia se cita una frase que dice que "los aceites de buena calidad se fabrican en el campo y

Tabla 7. Aceite crudo de palma tal como se recibió en la refinería C (Mediana con plantación)

Años Meses	1989				1990				1991			
	DOBI Min	Max	Media	N	DOBI Min	Max	Media	N	DOBI Min	Max	Media	N
Ene	1.01	2.52	2.78	14	2.20	3.46	2.70	81	2.19	3.10	2.66	48
Feb	2.43	3.03	2.78	6	2.03	3.27	2.57	30	2.28	3.01	2.60	13
Mar	2.49	3.24	2.84	32	2.25	3.27	2.79	57	2.22	3.22	2.80	50
Abr	1.98	3.16	2.78	49	2.42	3.48	2.97	38	1.75	3.27	2.85	54
May	2.2	3.35	2.74	21	-	-	-	-	2.31	3.19	2.82	53
Jun	-	-	-	-	-	-	-	-	2.31	3.36	2.86	46
Jul	1.91	3.35	2.61	61	-	-	-	-	-	-	-	-
Agt	2.22	3.48	2.65	101	-	-	-	-	-	-	-	-
Sep	2.10	3.23	2.64	85	1.54	3.28	2.71	39	-	-	-	-
Oct	2.11	3.16	2.70	63	2.3	3.11	2.59	47	-	-	-	-
Nov	2.24	3.20	2.60	58	2.38	3.15	2.64	76	-	-	-	-
Dic	2.20	3.18	2.68	58	2.28	2.94	2.66	39	-	-	-	-

N es el número total de contratos y los índices DOBI se presentan como el valor promedio del contrato

no en la fábrica" (OlieJyTjengT.D. 1974), personalmente coincido con las conclusiones del trabajo de Meara M.L y Wier G.S.D. (1976) "Efectos de los carotenoides en la estabilidad oxidante del aceite de palma" y cito:

"La calidad del aceite de palma completamente refinado depende y es totalmente inseparable de la calidad del aceite crudo. Aceites de Palma refinados de buena calidad no pueden obtenerse de aceites crudos de baja calidad."

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Comité Técnico del PORAM por sus aportes y guía, a P.D. Howes de industrias Laporte por su ayuda en algunos de los análisis y a Anthony Gasper, Químico Decano de Pan-Century Edible Oils por su asistencia.

BIBLIOGRAFIA

- SWOBODA P.A.T. 1981. UV-VIS Spectrophotometric Assays for palm oil quality. International Conference on Palm Oil Product Technology in the Eighties. Kuala Lumpur. June 1981.
- SWOBODAP.A.T.1982.BleachabilityandtheDOBI.PORIM Bulletin 5: 28-38.
- TAN B.K, S.H. ONG, P.A.T SWOBODA, A. GAPOR Md Top, W.L. SIEW and OS. CHOW. 1982. Specifications for sludge palm oil. PORIM Restricted Circulation.
- TAN B.K. and WONG C.Y. 1987. Application of analytical techniques in process and quality control. International Oil Palm/Palm Oil Conferences. Kuala Lumpur. June 1987.
- SIEW W. L. 1988. Quality index for crude palm oil. Malaysian Chemical Conference '88 on Quality and Standards in Chemical Industries. Johore Baru. August 1988.
- SIEW W.L., NORAINI M., ABDULLAH A.R. and FAIRUZAH S. 1989. Quality index for crude palm oil. Seminar on "Application of Discriminant Functions in the Palm Oil Industry". Bangi. July 1989.
- HOU W.H. 1989. Application of discriminant function In the palm oil industry. Seminar on "Application of Discriminant Functions in the Palm Oil Industry". Bangi. July 1989.
- YOONG ON. 1989. The effectiveness of discriminant function in quality control of CPO - A Retiner's Experience. Seminar on "Application of Discriminant Functions in the Palm Oil Industry". Bangi. July 1989.
- MEARAML.andWEIRG.S.D. 1976. The effect of carotenoids on the oxidative stability of palm oil.
- CHONG C.L. 1991. A review of crude palm oil quality over the last 20 years. PORIM Bulletin No. 22 (May 1991).
- HOWES P.D. 1989. Privativo communication.
- GEE P.T. and CHUA N.S. 1991. Crude palm oil quality.

Anunciantes de nuestra revista en éste número:

ABBOTT DE COLOMBIA	59	INDUSERVICES DE VENEZUELA C.A.	21
AGRIMAK LTDA.	68	LLOREDA GRASAS S.A.	62
AGROINDUSTRIAL LTDA.	32	METALCONT LTDA.	50
ASTORGA LTDA.	26	MURGAS Y LOWE S. DE H.	5
BAYER DE COLOMBIA	6	PROFICOL - VITAVAX	13
CARGILL CAFETERA DE MANIZALES	29	PROFICOL - FAENA	46
CIBA GEYGI	Contraportada 2	SAC	78
CORFIBOYACA	77	SAMTEC LTDA.	46
CORRADINE	34	SANTANDEREANA DE ACEITES S.A.	52- 53
CYANAMID DE COLOMBIA	61	SUDEIM LTDA.	22
DEL LLANO S.A.	49	TECNECOL LTDA.	Contraportada 1
DYNATERM	73	TECNINTEGRAL LTDA.	19
EXRO LTDA.	37		