

Efecto de la refinación física sobre la calidad química y sensorial del aceite de coco

Por M. Torres-González¹, O. Angulo-Guerrero¹, R. M. Oliart-Ros¹ y L. A. Medina-Juárez^{2,*}

¹ Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Instituto Tecnológico de Veracruz, México.

² Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Rosales y Blvd. Luis Encinas, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.

* Autor para correspondencia: amedina@guayacan.uson.mx

RESUMEN

Efecto de la refinación física sobre la calidad química y sensorial del aceite de coco.

Se evaluó el efecto que tuvieron las etapas de la refinación física (desgomado, blanqueo y desodorización) sobre algunos parámetros de calidad química y sensorial del aceite de coco. El perfil de ácidos grasos se encontró dentro de los intervalos reportados para este aceite. Los niveles de ácidos grasos libres (AGL) y el contenido de humedad se redujeron significativamente ($p < 0.05$) en todas las etapas de 2.37% a 0.66% y de 0.67% a 0.1%, respectivamente. No se detectaron peróxidos (VP) después del blanqueo, pero aumentó a 0.67 mEq/kg después de la desodorización. En el valor de p-anisidina (VA) no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) en ninguna de las etapas. El contenido de tocoferoles (6.57 ppm) estuvo por debajo de lo reportado para aceite de coco. El nivel de esteroides (899 ppm) determinado correspondió a lo reportado en la bibliografía. Tanto los tocoferoles como los esteroides se redujeron significativamente ($p < 0.05$) en todas las etapas de la refinación, siendo la etapa de blanqueo donde hubo mayor pérdida de estos compuestos. Se evaluó sensorialmente el aceite de coco usando una prueba con escalas. La calidad sensorial fue mejorada por el proceso de refinación. El aceite de coco desodorizado obtuvo la mejor calificación sensorial.

PALABRAS CLAVE: Aceite de coco – Esteroides – Evaluación sensorial – Refinación física – Tocoferoles.

SUMMARY

Effect of physical refining on chemical and sensory quality of coconut oil.

The effect of the physical refining stages (degumming, bleaching and deodorization) on some coconut oil quality and sensory parameters was evaluated. The fatty acid profile was within the range reported for this oil. The free fatty acids level (FFA) and the moisture content were significantly reduced ($p < 0.05$) in all stages from 2.37 to 0.66% and from 0.67% to 0.1% respectively. Peroxide value (PV) was not detected after bleaching, but increased to 0.67 mEq/kg after deodorization. No significant differences ($p > 0.05$) were found in p-anisidine value (AV). The tocopherols content was lower than the reported for this oil (6.57 ppm). The sterol level (899 ppm) was similar to the level reported for this oil. Both tocopherols and sterols content were significantly reduced ($p < 0.05$) in all stages of refining, but the major losses were produced during bleaching. The coconut oil was evaluated using a scaling sensory test. The sensory quality was

improved by the refining process. The deodorized oil got the best sensory notes.

KEY-WORDS: Coconut oil – Physical refining – Sensory Evaluation – Sterols – Tocopherols.

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de copra durante el año 2004 fue de 5'203,630 toneladas de las cuales México produjo 184,569 toneladas (FAO, 2008). El manejo comercial del cultivo del cocotero tiene más de 100 años en México. Este cultivo es una actividad económica importante para las zonas costeras tanto del Golfo como del Pacífico. Su destino principal es la generación de copra de la que se extrae aceite, materia prima básica para la industria jabonera (ASERCA, 2001). La utilización del aceite de coco con fines comestibles es baja ya que su consumo ha sido catalogado como perjudicial para la salud debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados (Rao y Lokesh, 2003). El aceite de coco contiene más del 50% de triacilglicéridos de cadena mediana, que se forman a partir del ácido caprílico (8:0), ácido laurico (12:0) y el ácido mirístico (14:0). Entre estos ácidos grasos, el mirístico principalmente, presenta características aterogénicas. Por otra parte, la presencia de los triacilglicéridos de cadena mediana, puede ser ventajosa en algunas circunstancias, ya que éstos se absorben de manera directa y porque no requieren del proceso de hidrólisis y re-esterificación. Como resultado de ello, estos triacilglicéridos de cadena mediana son una fuente buena de energía (Pehowich et al., 2000). También se ha determinado que el aceite de coco presenta propiedades anticancerígenas, bactericidas y en la inactivación de ciertos virus, como el que causa el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (Enig, 1995).

Los aceites vegetales son fuente natural de tocoferoles, los cuales son considerados antioxidantes naturales en los alimentos y en los sistemas biológicos (Kamal-Eldin y Appelqvist, 1996). Además los aceites vegetales contienen esteroides y el consumo de estos compuestos ayuda a la reducción de los niveles de colesterol-LDL (Normén et al., 2000, Vissers et al., 2000). Por lo tanto, el aceite de coco además

de ser un aceite de rápida absorción, se le atribuyen efectos benéficos para la salud derivado de la presencia de tocoferoles y esteroides (Oliart et al., 1998).

Por otro lado, la mayoría de los aceites vegetales, para que sean considerados como comestibles, deben someterse al proceso de refinación. La finalidad de refinar los aceites es eliminar las impurezas liposolubles y con esto mejorar el sabor, la apariencia y la estabilidad oxidativa (Erickson, 1995). Los procesos de refinación más utilizados son, la refinación química y la refinación física. La refinación física ha ganado mayor interés sobre la química para procesar aceites vegetales con alto contenido de ácidos grasos libres y bajo contenido de fosfatos, como el aceite de coco (Petrauskaitė et al., 2000). Esto debido a que la refinación física no utiliza hidróxido de sodio, el cual se utiliza en la refinación química para neutralizar los ácidos grasos libres (Bockisch, 1998). Por lo tanto no hay generación de jabón y se evita la formación de aguas residuales con alto contenido de sulfatos y la pérdida de aceite neutro (Foster y Harper, 1983). Sin embargo, durante la refinación de los aceites vegetales (soya y colza) se reduce significativamente el contenido de algunos micronutrientes como los tocoferoles y esteroides. (Ferrari et al., 1996, Medina-Juárez et al., 2000, Ortega-García et al., 2006).

La evaluación sensorial es una herramienta adicional que cada vez gana mayor importancia para evaluar la calidad de los aceites vegetales. La evaluación sensorial de los aceites se centra básicamente en la evolución de olor y sabor (Warner y Michael-Eskin, 1995). Por lo tanto los aceites comestibles no deben presentar sabor ni olor, parámetro indicativo de una buena refinación.

Teniendo en cuenta que la refinación física es recomendada para refinar el aceite de coco y que la calidad de un aceite refinado debe ser medida tanto química como sensorialmente, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la refinación física, sobre la calidad química, contenido de micronutrientes y características sensoriales en el aceite de coco.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Se utilizó aceite crudo de coco de una empresa mexicana (Agroindustrias Tecomán, S.A. de C.V., Colima, México). El aceite se almacenó en recipientes de plástico opaco con capacidad de 1 L, con nitrógeno y a $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta su utilización. La tierra de blanqueo (Tonsil Actisil 220FF) utilizada fue proporcionada por Süd-Chemie de México S.A de C.V. Puebla, Puebla, México. Los reactivos (grado analítico) y solventes (grado cromatografía) fueron adquiridos en Sigma-Aldrich (México).

2.2. Caracterización Química

Al aceite crudo así como al aceite de cada etapa del proceso de refinación física, se le realiza-

ron las siguientes determinaciones de acuerdo con los métodos oficiales de la AOCS (1998): humedad (Ca 2d-25), dienos conjugados (Ti 1a-64), ácidos grasos libres (Ca 5a-40), valor de peróxidos (Cd 8-53), valor de p-anisidina (Cd 18-90) y perfil de ácidos grasos.

2.3. Perfil de Ácidos Grasos

Las muestras fueron sometidas a la reacción de saponificación y esterificación de acuerdo al método oficial AOCS Ce 2-66 (1998). Los ésteres metílicos fueron analizados en un cromatógrafo Varian 3400 de acuerdo al método recomendado por Medina-Juárez et al., (2000).

2.4. Cuantificación de Tocoferoles

La técnica utilizada para la cuantificación de tocoferoles fue cromatografía de alta resolución (HPLC), se utilizó un cromatógrafo (Varian, modelo 9050), equipado con un detector de luz ultravioleta (Varian, modelo 3400) y una columna Lichrosorb Si-60 (25 cm \times 4 mm, tamaño de partícula 5 μ , Supelco). La fase móvil fue una mezcla de hexano:isopropanol (99.5:0.5) previamente filtrada, con un flujo de 0.7 mL/min. La cuantificación se llevó a cabo a 292 nm. Dos gramos de muestra fueron diluidos en 25 mL de hexano y filtrados (filtro de 0.45 μ m, con vacío, 26.7×10^2 Pa). La muestra fue inyectada (100 μ L) directamente al HPLC por duplicado. Los picos en las muestras, fueron identificados y cuantificados por la comparación de los tiempos de retención y las áreas del estándar de α -tocoferol (Sigma Chemical Co., St. Luis MO). La pureza de los estándares fue definida utilizando los coeficientes de extinción (E 1%), según lo recomienda el método oficial AOCS Ce 8-89 (1998). Esta técnica fue validada utilizando un estándar certificado de coco (NBS 1563-2, NIST, Gaithersburg, MD, USA).

2.5. Cuantificación de Esteroides

La primera parte de esta técnica consistió en separar los saponificables (ácidos grasos) de la fracción insaponificable (principalmente esteroides y tocoferoles), tal y como lo recomiendan Verleyen et al., (2002). La reacción de saponificación se realizó con 5 gramos de aceite, los cuales se hidrolizaron con 5 mL de KOH 10 M en etanol y 45 mL de etanol. La saponificación se llevó a cabo a 70°C durante 30 min. Después se agregaron 100 mL de agua destilada y la fracción insaponificable se extrajo con dos fracciones de 100 mL de éter etílico. La fracción etérea se lavó con agua y después se concentró en un rotavapor a 70°C bajo vacío. El residuo fue secado con Na_2SO_4 anhidro. La muestra se aforó a 25 mL con etanol y después se inyectó (20 μ L) a un equipo de cromatografía líquida de alta resolución HPLC (Varian, modelo 9050) equipado con detector UV (Varian, modelo 3400) y columna Supelcosil LC-18 (25 mm \times 4 mm, 5 μ m; Supelco-

Sigma, México) fase reversa. La fase móvil fue metanol previamente filtrado, con un flujo de 1.6 mL/min. La cuantificación se llevó a cabo a 205 nm, tal como lo recomienda Sánchez-Machado et al., (2004). Los esteroides fueron identificados por comparación de los tiempos de retención de los estándares de stigmasterol, campesterol y β -sitosterol (Sigma Chemical Co., St. Louis MO). Una vez identificados se realizó la cuantificación utilizando colesterol como estándar interno.

2.6. Refinación Física del Aceite de Coco

El aceite de coco (1 kg) se seco a 75°C y presión atmosférica durante 45 minutos. Después, el aceite de coco seco (0.5 kg), se desgomó en un matraz de vidrio de 1 litro adicionando 0.1% de H_3PO_4 al 85%. La mezcla se mantuvo a 70°C durante 30 minutos y se aplicó vacío (26.7×10^2 Pa). El aceite de coco desgomado (0.5 kg), se blanqueó con 1.8% (p/p) de tierras de blanqueo, en un matraz de vidrio de tres bocas a una temperatura de 96°C, durante 30 minutos, con agitación continua (250 rpm) y vacío (26.7×10^2 Pa). Por último el aceite de coco blanqueado (1 kg) se desodorizó en un matraz de vidrio de tres bocas, a 230°C, 1.2% de vapor, vacío de 3.9×10^2 Pa y durante una hora.

2.7. Evaluación Sensorial

El aceite de coco crudo así como el de cada etapa del proceso de la refinación física, fueron evaluados para conocer los atributos sensoriales de olor y sabor. Los atributos sensoriales que con mayor frecuencia fueron encontrados por los panelistas se tomaron como base para iniciar la prueba de escalas de intensidad. (Stone y Sidel, 1999).

2.8. Análisis Estadístico

El efecto de cada etapa de la refinación física sobre la calidad del aceite de coco, se evaluó mediante un análisis de varianza de una vía acoplado con una prueba de Tukey-Kramer, con un nivel de significancia de 5% para comparar los valores de las medias de cada tratamiento. Los análisis se hicieron por duplicado. El análisis estadístico se realizó con el programa JMP IN Versión 4.0.4 SAS Institute, Inc.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización del Aceite de Coco

Humedad. Una de las características del aceite de coco es su alto contenido de humedad, lo que ocasiona un alto contenido de ácidos grasos libres. En el presente trabajo se muestra cómo el contenido de humedad disminuyó significativamente ($p < 0.05$) durante las etapas de la refinación del aceite de coco (Tabla 1). En las etapas de blanqueo y desodorización se registró una reducción del 85% de la humedad, esto debido a que en ambas etapas se utilizó vacío y temperaturas altas, condiciones que favorecen la eliminación del agua.

Dienes Conjugados (DC). El valor de DC es un indicador del período de inducción de las reacciones de oxidación (Banni y Martín, 1998). En los resultados presentados en la tabla 1, se observa que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los valores DC en las etapas del proceso de refinación del aceite de coco, lo que indica que se tuvo un control adecuado para evitar su oxidación.

Ácidos Grasos Libres (AGL). El valor de AGL, determinado como % ácido láurico, disminuyó significativamente ($p < 0.05$) en cada una de las etapas de la refinación del aceite de coco (Tabla 1). La reducción más importante de AGL ocurrió durante la desodorización, ya que la principal finalidad de esta etapa es eliminar éstos y otros compuestos volátiles que imparten características desagradables a los aceites (Erickson, 1995). El contenido de AGL del aceite de coco desodorizado (en una ocasión) en el presente trabajo (0.66%), resultó más alto, que el reportado por Petrauskaité et al., (2001) para este mismo tipo de aceite (0.03%). Sin embargo, en el trabajo de Petrauskaité, para lograr este valor de AGL, el aceite de coco se desodorizó en varias ocasiones, con la consecuente reducción de tocoferoles y esteroides.

Valor de Peróxidos (VP). Después del blanqueo no se detectaron peróxidos (Tabla 1), esto indica una reducción del VP del 100% durante el proceso de blanqueo. Por otro lado, durante la desodorización, el valor de peróxido mostró un aumento significativo ($p < 0.05$), esto debido a que al eliminar el vacío, el aceite a más de 60°C entro en contacto con el oxígeno, a estas condiciones se pudieron generar compuestos primarios de oxidación. Sin em-

Tabla 1
Caracterización fisicoquímica del aceite de coco durante la refinación física*

	Crudo	Desgomado	Blanqueado	Desodorizado
Humedad %	0.67 \pm 0.04 ^a	0.4 \pm 0.01 ^b	0.24 \pm 0.01 ^c	0.10 \pm 0.01 ^d
DC %	0.07 \pm 0.02 ^a	0.08 \pm 0.01 ^a	0.07 \pm 0.06 ^a	0.06 \pm 0.01 ^a
AGL %	2.37 \pm 0.01 ^a	2.0 \pm 0.01 ^b	1.4 \pm 0.08 ^c	0.66 \pm 0.01 ^d
VP (mEq/kg)	3.85 \pm 0.2 ^a	1.36 \pm 0.13 ^b	ND	0.67 \pm 0.1 ^c
VA (mmol/kg)	2.67 \pm 0.94 ^a	2.27 \pm 0.32 ^a	3.59 \pm 0.8 ^a	3.55 \pm 0.48 ^a

* Los valores representan la media del duplicado \pm desviación estándar. Los valores en los renglones con superíndice distinto (a-d) son significativamente diferentes ($p < 0.05$).
ND = No detectado.

bargo, el aceite de coco cumplió con el VP (0.67 mEq/kg) recomendado para aceites desodorizados (<1.0 mEq/kg) (Erickson, 1995).

Valor de p-Anisidina (VA). La determinación del VA es importante porque a través de este método se cuantifican los compuestos secundarios de la oxidación de aceites (aldehídos, cetonas, alcoholes y polienos conjugados), compuestos volátiles que imparten sabores y olores desagradables al aceite (AOCS, Cd 18-90). Durante la refinación del aceite de coco no se observó diferencia significativa ($p > 0.05$) en ninguna de las etapas del proceso (Tabla 1). Durante la desodorización de los aceites vegetales, el VA disminuye considerablemente, hasta un 50% del valor en el blanqueado (Medina-Juárez et al., 2000). En el presente trabajo el aceite de coco no mostró reducción significativa ($p > 0.05$) del VA durante la desodorización, probablemente debido a que el aceite requería mayor eficiencia en esta etapa de la refinación.

3.2. Perfil de Ácidos Grasos

La determinación del perfil de ácidos grasos del aceite de coco mostró que, a excepción del ácido araquídico, todos los demás están dentro de los intervalos reportados por la bibliografía para este aceite (Tabla 2).

Tabla 2
Perfil de ácidos grasos de aceite de coco crudo (% en peso)*

Ácido graso	Experimental	Bockisch, 1998
Caproico (6:0)	ND	0.0-0.8
Caprílico (8:0)	6.84 ± 0.07	5.5-9.5
Caprico (10:0)	6.24 ± 0.32	4.5-9.5
Laúrico (12:0)	48.07 ± 0.10	44-52
Mirístico (14:0)	18.39 ± 0.10	13-19
Palmitico (16:0)	9.03 ± 0.26	7.5-10.5
Esteárico (18:0)	2.89 ± 0.24	1-3
Oleico (18:1)	6.91 ± 0.03	5-8
Linoleico (18:2)	2.07 ± 0.07	1.5-2.5
Araquídico (20:0)	ND	0.4

* Los valores representan la media del duplicado ± desviación estándar
ND = No detectado

3.3. Esteroles

Los esteroides representan la mayor proporción de la materia insaponificable (no ácidos grasos) de los aceites vegetales. Estos compuestos son alcoholes policíclicos derivados del ciclopentanofenantreno (Bockisch, 1998) y están constituidos principalmente por el β -sitosterol, encontrándose en menor concentración el campesterol y el stigmasterol (Hamilton, 1998). Además, la proporción entre esteroides es específica para cada aceite (Frandsen, 1996). En el presente estudio, se analizó el perfil de esteroides en el aceite de coco, encontrándose en mayor cantidad el β -sitosterol (Tabla 3). Se evaluó además, el efecto del proceso de refinación física sobre el contenido de esteroides en el aceite de coco, encontrándose, en todas las etapas del proceso, una reducción significativa ($p < 0.05$) de stigmasterol, campesterol y esteroides totales (Tabla 3).

La reducción de esteroides totales durante la refinación física del aceite de coco fue del 18%. Valores similares de reducción de esteroides reportan Ferrari et al., (1996), durante la refinación química de aceite de soya (18%) y colza (24%). En el caso de la refinación física del aceite del cártamo se reportó una reducción del 18.9% (Ortega et al., 2006).

En el presente trabajo se muestra que la reducción de esteroides totales del aceite de coco crudo al desgomado fue del 2.52%, del desgomado al blanqueo fue del 11.36% y del blanqueo al desodorizado disminuyó en un 4.43%. Estos resultados muestran que la principal reducción de esteroides totales fue durante el blanqueo (Tabla 3). Esta reducción se debe a que durante el blanqueo se utilizan tierras ácidas, las cuales causan hidrólisis ácida de los esteroides (Bortolomeazzi et al., 2001; Zschau, 2000). Otra reducción importante de los esteroides se da durante la desodorización. Esto se debe a las altas temperaturas utilizadas en esta etapa de la refinación, ocasionando la destilación y oxidación de los esteroides (Dudrow, 1983; Rossi et al., 2001).

3.4. Tocoferoles

Los tocoferoles y tocotrienoles son reconocidos por su eficiente inhibición de la oxidación lipídica en alimentos y sistemas biológicos (Packer y Fuchs, 1993; McIntyre et al., 2000). Con el fin de evaluar el

Tabla 3
Efecto de la refinación física del aceite de coco, sobre el contenido de esteroides y α -tocoferol (ppm)

Micronutriente	Crudo	Desgomado	Blanqueado	Desodorizado
Stigmasterol	179.90 ± 1.97 ^a	172.65 ± 0.74 ^b	156.67 ± 1.43 ^c	131.57 ± 1.99 ^d
β -Sitosterol	520.96 ± 1.57 ^a	507.27 ± 3.03 ^b	448.01 ± 2.02 ^c	451.17 ± 5.51 ^c
Campesterol	198.53 ± 0.38 ^a	196.64 ± 1.54 ^b	169.74 ± 3.32 ^c	151.84 ± 2.23 ^d
Esteroides totales	899.19 ± 3.92 ^a	876.56 ± 5.30 ^b	774.41 ± 3.32 ^c	734.57 ± 5.32 ^d
α -tocoferol	6.57 ± 0.16 ^a	4.68 ± 0.09 ^b	2.48 ± 0.12 ^c	1.81 ± 0.03 ^d

* Los valores representan la media del duplicado ± desviación estándar. Los valores en los renglones con superíndice distinto (a-d) son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

contenido de estos micronutrientes en el aceite de coco y el efecto del proceso de la refinación física, se determinó el contenido de tocoferoles, detectándose solo el α -tocoferol. Este compuesto, se cuantificó durante cada etapa de la refinación, encontrándose que todas las etapas de este proceso disminuyeron sus niveles significativamente ($p < 0.05$). Al igual que los esteroides, el blanqueo y la desodorización, fueron las etapas con mayor reducción en la concentración de α -tocoferol (Tabla 3). Estos resultados concuerdan con los reportados por otros autores durante la refinación química de aceite de soya y colza (Ferrari et al, 1996; Jung et al., 1989; Medina-Juárez et al., 2000). Se ha reportado que el contenido de tocoferoles decrece durante cada etapa de la refinación de aceites, debido a que son muy sensibles a la luz, temperatura, álcali y metales (Kamal-Eldin y Appelqvist, 1996). Además, durante la desodorización, la pérdida de tocoferoles se debe a que los estos son volátiles a las condiciones de presión y temperatura usadas en esta etapa (Medina-Juárez et al., 2000).

3.5. Evaluación Sensorial

En la evaluación sensorial participaron ocho panelistas. Las características sensoriales encontradas con mayor frecuencia por los panelistas fueron: a) respecto al sabor: rancio, coco, jabón amargo; b) respecto a aromas: coco, rancio.

La intensidad de las características sensoriales fue evaluada utilizando una escala de seis puntos (1 al 6). El uno se utilizó para la característica sensorial extremadamente perceptible hasta llegar al número seis que correspondió a la característica sensorial ausente. Los resultados de las evaluaciones se muestran en la Tabla 4. Estos resultados muestran que la desodorización fue la única etapa, de la refinación física, que mejoró significativamente ($p < 0.05$) las características sensoriales del aceite. El aceite de coco desodorizado obtuvo las calificaciones mejores que corresponden a las intensidades más bajas de las características sensoriales evaluadas.

En el presente trabajo se observó la disminución de los AGL en cada etapa de la refinación física

del aceite de coco (Tabla 1) en correlación con la disminución de la intensidad del sabor a jabón (Tabla 4). Che Man et al., (1998) reportan que el sabor a jabón del aceite de coco se incrementa conforme aumenta el porcentaje de AGL. El sabor a jabón está relacionado con los AGL de cadena media y corta que están presentes en el aceite de coco. Se puede pensar entonces que el valor de AGL puede predecir satisfactoriamente las características sensoriales del aceite de coco.

4. CONCLUSIÓN

El presente trabajo muestra que la refinación física (desodorización en un paso) resulta adecuada para la refinación de aceite de coco ya que mejora tanto las características químicas como sensoriales del mismo. Además muestra, que la evaluación sensorial del aceite de coco puede ser una herramienta muy útil para evaluar la calidad del mismo y relacionarla con los cambios químicos, que suceden en cada etapa del proceso. Respecto a los cambios en el contenido de micronutrientes de aceite de coco, se encontró que las etapas que influyeron de manera significativa en la reducción de los tocoferoles y esteroides fueron el blanqueo y la desodorización.

REFERENCIAS

- ACERCA. 2001. La copra, su importancia y comercialización en México. www.infoacerca.gob.mx/claridades/revistas/095/ca095.pdf
- AOCS. 1998. *Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemists' Society*, Vol. 1, 5th edn. Champaign, IL: AOCS Press.
- Banni S, Martin JC. 1998. *Trans fatty acids in human nutrition*. The Oil press, Scotland.
- Bockisch, M. 1998. *Fats and Oils Handbook*. AOCS Press, Champaign, Illinois.
- Bortolomeazzi R, De Zan M, Pizzale L, Conte LS. 2000. Identification of new steroidal hydrocarbons in refined oils and the role of hydroxy sterols as possible precursors. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 1101-1105.
- Che Man YB, Wan Hussin WR. 1998. Comparison of frying performance of refined, bleached and deodorized palm olein and coconut oil. *J. Foods Lipids.* **5**, 197-210.

Tabla 4
Intensidad de las características sensoriales del aceite de coco durante la refinación física*

	Crudo	Desgomado	Blanqueado	Desodorizado
Sabor rancio	3.71 \pm 1.12 ^a	3.46 \pm 1.47 ^a	3.75 \pm 1.54 ^a	4.92 \pm 1.50 ^b
Sabor coco	3.50 \pm 1.14 ^a	4.62 \pm 1.17 ^b	3.54 \pm 1.32 ^a	4.67 \pm 1.61 ^b
Sabor jabón	2.92 \pm 1.25 ^a	3.33 \pm 1.27 ^a	3.42 \pm 1.31 ^a	4.71 \pm 1.27 ^b
Sabor amargo	4.26 \pm 1.29 ^a	4.35 \pm 1.55 ^a	4.56 \pm 1.41 ^a	4.48 \pm 1.56 ^a
Olor a coco	3.26 \pm 1.48 ^a	4.09 \pm 1.28 ^a	3.78 \pm 1.48 ^a	4.74 \pm 1.42 ^b
Olor a rancio	3.96 \pm 1.33 ^a	3.46 \pm 1.28 ^a	4.00 \pm 1.38 ^a	5.08 \pm 1.21 ^b

* Los valores representan la media del duplicado \pm desviación estándar. Los valores en los reglones con superíndice distinto (a-b) son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Escala de intensidad: 1 = extremadamente perceptible, 2 = demasiado perceptible, 3 = muy perceptible, 4 = moderadamente perceptible, 5 = apenas perceptible, 6 = ausente.

- Dudrow FA. 1983. Deodorization of edible oil. *J. of Am. Oil Chem. Soc.* **60**, 272-274.
- Enig M.G. (1995). Health and nutritional benefits from coconut oil and its advantages over competing oils. *Indian Coconut Journal*. **5**, 2-10.
- Erickson D.R. 1995. *Practical handbook of soybean processing and utilization*. AOCS Press. Champaign, IL.
- FAO, 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org>
- Ferrari RA, Schutte E, Esteves W, Brühl L, Mukherjee KD. 1996. Minor constituents of vegetable oils during industrial processing. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **73**, 587-591.
- Foster A, Harper AJ. 1983. Physical refining. *J of Am Oil Chem. Soc.* **60**, 265-271
- Frandsen, SS, 1996. *Distillate Information*, Henkel Supplier Brochure, Henkel Corporation, LaGrange, IL, 2-5.
- Hamilton RJ. 1998. *Lipids analysis in oils and fats*. Blackie Academic & Professional. Liverpool, UK.
- Jung MY, Yoon SH, Min DB. 1989. Effects of processing steps on the content of minor compounds and oxidation of soybean oil. *J. Am. Oil Chem Soc.* **66**: 118-120.
- Kamal-Eldin A, Appelqvist L. 1996. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*. **31**, 671-701.
- McIntyre BS, Briski KP, Tirmenstein MA, Fariss MW, Gapo A, Sylvester PW. 2000. Antiproliferative and apoptotic effects of tocopherols and tocotrienols on normal mouse mammary epithelial cells. *Lipid* **35**, 171-180.
- Medina-Juárez LA, Gámez-Meza N, Ortega-García J, Noriega-Rodríguez JA, Angulo-Guerrero O. 2000. Trans fatty acid composition and tocopherols content in vegetable oils produced in Mexico. *J. of Am. Oil Chem. Soc.*, **77**, 721-724.
- Normén L, Dutta P, Lia A, Andersson H. 2000. Soy sterol esters and β -sitostanol ester as inhibitor of cholesterol absorption in human small bowel. *Am. J. Clin. Nutr.* **71**, 908-913.
- Oliart RM, Torres-Márquez ME, Badillo A, Angulo GO. 1998. Effects of dietary fatty acids on sucrose induced cardiovascular syndrome rat model. 89th AOCS Annual Meeting and Expo, Chicago Ill.
- Ortega-García J, Gámez-Meza N, Noriega-Rodríguez J A, Dennis-Quifonez O, García-Galindo HS, Angulo-Guerrero JO, Medina-Juárez LA. 2006. Refining of high oleic safflower oil: Effect on the sterols and tocopherols content. *Eur Food Res Technol*, **223**, 775-779.
- Packer L, Fuchs J. 1993. *Vitamin E in health and disease*. Marcel Dekker Inc. New York. pp. 276-280.
- Pehowich DJ, Gomes AV, Barnes JA. 2000. Fatty acid composition and possible health effects of coconut constituents. *West Indian Med J.* **49**, 128-33.
- Petrauskaitė V, De Grey WF, Kellens MJ. 2000. Physical refining of coconut oil: Effect of crude oil quality and deodorization conditions on neutral oil loss. *J. Am. Chem. Oil Soc.* **77**, 582-586.
- Rao R, Lokesh BR. 2003. TG containing stearic acid, synthesized from coconut oil, exhibit lipidemic effects in rats similar to those of cocoa butter, *Lipids*, **38**, 913-918.
- Rossi M, Gianazza M, Alamprese C, Stanga F. 2001. Effect of bleaching and physical refining on color and minor components of palm oil. *J. Am. Chem. Oil Soc.* **78**, 1051-1055.
- Sanchez-Machado DI, Lopez-Hernandez J, Paseiro-Losada P, Lopez-Cervantes J. 2004. An HPLC method for the quantification of sterols in edible seaweeds. *Biomed Chromatogr* **18**, 183-190.
- Stone H, Sidel J. 1999. *Sensory Evaluation Practices*. Ed. Academic Press. San Diego, Ca.
- Verleyen TM, Forcades R, Verhe K, Dewettinck A, Huyghebaert W, De Greyt WF. 2002. Analysis of free and esterified sterols in vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **79**, 117-122.
- Visser MN, Zock PL, Meijer GW, Katan MB. 2000. Effect of Plant Sterols from Rice Bran Oil and Triterpene alcohols from sheanut oil on serum lipoprotein concentrations in human. *Am. J. Clin. Nutr.* **72**, 1510-1515.
- Warner K, Michael-Eskin NA. 1995. Methods to assess quality and stability of oils and fat-containing foods. AOCS Press. Illinois, USA. Cap. 2,9.
- Zschau W. 2000. Bleaching, en: O'Brien RD, Farr WE, Wan PJ. (Ed.), *Introduction to Fats and Oils Technology*, 2nd edn. Champaign, IL: AOCS Press, págs. 158-178.

Recibido: 30/4/08
Aceptado: 29/8/08