

**LECHE DE COCO: COMPOSICIÓN, TECNOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD.  
NUEVAS OPORTUNIDADES PARA SU CONSERVACIÓN Y USO**

**COCONUT MILK: COMPOSITION, TECHNOLOGY AND FUNCTIONALITY.  
NEW OPPORTUNITIES FOR ITS PRESERVATION AND USE**

*Navarro<sup>1</sup>, P., Tapia<sup>2</sup>M., Pérez<sup>2</sup> E. y Fernández<sup>3</sup>, J. Welte-Chanes<sup>4</sup>, J.*

<sup>1</sup>MSc. (UCV). Doctorando de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Instituto Universitario Cumaná, IUT-C. Sucre, Venezuela.

<sup>2</sup>MSc. (MSU-USA). Profesora Asociado. Doctorando de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA-UCV, Caracas, Venezuela.

<sup>3</sup>Ph.D. (WSU, USA). Profesor Titular (J). Coordinación de Postgrado, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora", UNELLEZ. Cojedes. Venezuela 2201. juanfer24@cantv.net

<sup>4</sup>Dr. (UDLAP, México). Profesor Titular. Universidad de Las Américas. Puebla, México.

Recibido: 12-01-2007 / Aceptado: 30-03-2007

**RESUMEN**

La leche de coco es una emulsión obtenida de la extracción acuosa del endospermo del fruto o carne, tiene un sabor agradable y puede ser una fuente calórica importante, además de que por su composición en ácidos grasos podría considerarse como un alimento funcional. Esta revisión contempla datos composicionales (fisicoquímicos y nutrimentales), así como los problemas de estabilidad fisicoquímica, microbiológicos y los procedimientos de conservación que se aplican actualmente. La oportunidad de este producto como un alimento funcional y nuevos procedimientos de conservación también son comentados.

**Palabras clave:** *Leche de coco, procesamiento, composición leche de coco, monolaurin, alimentos funcionales.*

### SUMMARY

Coconut milk is an emulsion obtained from aqueous extraction of the fruit endosperm or flesh; it has a good flavor and may be an important caloric source, moreover for its fatty acids composition may be considered as a functional food. This review includes compositional data (physicochemical and nutrimental), physicochemical stability, microbiological problems and conservation methods as they are presently employed. The opportunity of this product like a functional food and the new procedures of preservation are also commented.

*Key words:* Coconut milk, processing, coconut milk composition, monolaurin, functional foods.

## INTRODUCCION

Se estima que el 25% de la producción de coco a nivel mundial, es consumida fundamentalmente como leche (Seow y Gwee, 1997). El consumo de leche de coco es principalmente como ingrediente en múltiples platos culinarios aunque la tendencia actual es su consumo por la presencia de ácidos grasos saturados de cadena media (ácido láurico y cáprico) que muestran relación, al igual que la leche materna, en el sistema inmunológico al controlar bacterias, virus y parásitos (<http://www.lauric.org/milkproject.html>).

### **Definición y reglamentación**

La mayoría de las fuentes bibliográficas señalan, que la leche de coco es una emulsión de grasa en agua, de color blanca, obtenida por compresión de la carne de coco desintegrada, empleando o no, su agua o agua potable, y posterior tamizado de la leche obtenida, con el objeto de eliminar la fibra cruda presente en el producto final (Ohler, 1999; Chiewchan y col., 2005; Tansakul y Chaisawang, 2005). La APCC (Asian and Pacific Community Coconut, 1997), define leche de coco como la emulsión acuosa obtenida de la desintegración del endospermo sólido (carne de coco) con porción del endospermo líquido (agua de coco), o el equivalente o adicional de agua potable. El CODEX (1999), la define como una emulsión diluida de endospermo (almendra de coco) de coco desmenuzado en agua con una distribución homogénea de los sólidos solubles y en suspensión, y se ajusta a los requisitos especificados en esta norma. Ninguna información nacional regula la leche de coco, solo existen dos normas COVENIN para otros productos del coco: Alimento para animales. Harina de coco (COVENIN 1413-79) y grasa comestible de coco (COVENIN 2185-99)

### **Composición, calidad nutricional y sensorial**

Los valores proximales de la leche de coco fluctúan debido a varios factores como variedad del fruto, localización geográfica, prácticas culturales, madurez de la nuez, métodos de extracción y cantidad de agua incorporada durante el proceso de extracción.

En el cuadro 1 se reporta la composición fisicoquímica de la leche de coco cruda, enlatada y congelada, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2005). Básicamente el agua y grasa son sus principales constituyentes. Con baja cantidad de proteína, carbohidratos, fibra y cenizas. Cerca del 95 % de los lípidos son de cadena saturadas, principalmente representadas por el ácido láurico.

**Cuadro 1.** Composición físico-química de leche de coco.

<b>Nutrientes (%)</b>	<b>Cruda</b>	<b>Enlatada</b>	<b>Congelada</b>
Humedad	67,62	72,88	71,42
Proteína	2,29	2,02	1,61
Lípidos totales	23,84	21,33	20,80
Cenizas	0,72	0,97	0,59
Carbohidratos	5,54	2,81	0
Fibra dietética total	2,2	-	-
Azúcar total	3,34	-	-
<b>Lípidos (%)</b>			
Ácidos grasos saturados totales	21,14	18,92	18,44
Cáprico	1,33	1,19	1,16
Láurico	10,58	9,46	9,23

Fuente USDA (2005)

De igual manera, se muestra en el cuadro 2, la clasificación la leche de coco según el CODEX (2001), en tres categorías de acuerdo a su contenido de grasa: tipo A con más de 17 %, B entre 13 y 17 % y C menos del 10% p/p.

**Cuadro 2.** Extracto seco, magro y contenido de grasa para diferentes leches de coco.

<b>Producto</b>	<b>Extracto seco total (% p/p) Mín.- máx.</b>	<b>Extracto seco magro (% p/p) Mín.</b>	<b>Materia grasa (% p/p) Mín.</b>
Leche de coco de calidad A	21,8 -25,3	4,8	17
Leche de coco de calidad B	16,0 – 21,7	3,0	13
Leche de coco de calidad C	12,7 – 15,9	2,7	10

Fuente. CODEX (2001).

El cuadro 3 resume la composición nutricional de la leche de coco para dos marcas comerciales, observándose que es una fuente principalmente de grasa y carbohidratos como sacarosa, almidón y fibra. La grasa es mayoritariamente presente es saturada, donde el ácido láurico representa la mayor proporción. Los minerales comúnmente encontrados son fósforo, calcio y potasio. Es pobre en vitamina A y C, y bajo en proteínas, las cuales son básicamente albúminas y globulinas. El aminoácido limitante es la metionina.

La leche de coco, presenta gran aceptación motivada a sus atributos sensoriales; color blanco cremoso, cuerpo y textura homogénea; encantador sabor y olor, característicos del coco.

### Tecnología

**Obtención.** La figura 1, muestra el proceso de obtención de leche de coco, siendo los procesos tecnológicos necesarios: cortado, descascarado, remoción testa (película marrón) que puede en algunas personas ser indigesta, lavado, escaldado, molienda, extracción y filtración. El proceso de escaldado, persigue la inactivación de las lipasas endógenas, de manera de minimizar la hidrólisis de los triglicéridos, ablandar los tejidos y reducir la viscosidad de la grasa. Durante los posteriores procesos de extracción, estos pueden ser de varias modalidades: sin incorporación de agua, incorporando agua a diferentes proporciones o adicionando la propia agua del coco.

En vista de que la leche de coco es un producto muy perecedero, es necesario estabilizarla por métodos de conservación clásicos como la esterilización comercial, congelación o deshidratación (Manduca, 1973; Woodroof, 1970; APCC, 1997; Seow y Gwee, 1997; CODEX, 1999; Olher, 1999; Flores, 2001; Chiewchan y col., 2005; Tansakul y Chaisawang, 2005).

	MARCA COMERCIAL			
	ROLAND		VIOCAR	
PAIS DE ORIGEN	TAILANDIA		VENEZUELA	
TAMAÑO RACION	30 mL.		32mL.	
CALORIAS	80		80	
CALORIAS GRASA	70		80	
APORTE	GRAMOS	% DIARIO <sup>1</sup>	GRAMOS	% DIARIO
GRASA TOTAL	8	13	8	13
SATURADOS	7	35	7	35
COLESTEROL	0	0	0	0
TRANS	0			
SODIO	5mg.	0	5mg.	0
TOTAL				
CARBOHIDRATOS	3	1	3	1
AZUCAR	1		1	
FIBRA	1	4	0	0
PROTEÍNA	0	0	1	
VITAMINA A		0		0
VITAMINA C		2		0
CALCIO		2		4
HIERRO		2		10

<sup>1</sup>Porcentajes diarios calculados en base a una dieta de 2000 calorías

**Cuadro 3.** Composición nutricional de leche de coco.

	MARCA COMERCIAL			
	ROLAND		VIOCAR	
PAIS DE ORIGEN	TAILANDIA		VENEZUELA	
TAMAÑO RACION	30 mL.		32mL.	
CALORIAS	80		80	
CALORIAS GRASA	70		80	
APORTE	GRAMOS	% DIARIO <sup>1</sup>	GRAMOS	% DIARIO
GRASA TOTAL	8	13	8	13
SATURADOS	7	35	7	35
COLESTEROL	0	0	0	0
TRANS	0			
SODIO	5mg.	0	5mg.	0
TOTAL				
CARBOHIDRATOS	3	1	3	1
AZUCAR	1		1	
FIBRA	1	4	0	0
PROTEÍNA	0	0	1	
VITAMINA A		0		0
VITAMINA C		2		0
CALCIO		2		4
HIERRO		2		10

<sup>1</sup>Porcentajes diarios calculados en base a una dieta de 2000 calorías

Fuente. Tomada de las etiquetas de los productos comerciales.

**Esterilización.** Se requiere incorporar estabilizantes y aplicar un proceso de homogeneización para estabilizar la emulsión. La aplicación de calor a altas temperaturas se logra en autoclaves. Los envases usualmente empleados son el de hojalata o vidrio, en diferentes tamaños.

Durante la esterilización comercial, la leche de coco es normalmente procesada hasta alcanzar un  $F_0$  cercano a 5 min. (APCC, 1994; Seow y Gwee, 1997), cumpliendo con el criterio de 12D. Este tratamiento de calor se requiere porque la leche de coco, es un producto líquido de baja acidez, con un pH aproximado a 6.2 (Seow y Gwee, 1997). En el cuadro 4, se reportan los tiempos del proceso de esterilización recomendados, observándose que se encuentran cercanos a un  $F_0$  igual a 5 min.

El esquema 2, muestra los procesos a seguir para obtener leche de coco esterilizada. Inicialmente se efectúa un tratamiento térmico para precipitar aquellas proteínas termolábiles (cuajada) y poder ser removidas en la siguiente etapa. Seguidamente se efectúa la adición de estabilizantes y la homogeneización, etapas que permiten estabilizar la emulsión y minimizar la separación de fases. Finalmente se envasa, se sella, se esteriliza y almacena a temperatura ambiente, alcanzando una vida útil de dos años.

**Cuadro 4.** Procesos térmicos recomendados para productos acuosos de baja acidez de coco a diferentes temperaturas iniciales (Ti), tamaño de envase y temperatura de medio de calentamiento, de acuerdo con las especificaciones de los estándares (APCC, 1994).

Tamaño del envase	Tiempo en min. a 115°C		Tiempo en min. a 121°C		Fo, Letalidad equivalente (min.)
	Ti = 21°C	Ti = 71°C	Ti = 21°C	Ti = 71°C	
211 x 400	36	30	22	18	4,85
307 x 409	40	35	27	22	4,94
401 x 411	46	39	30	25	5,08
603 x 700	61	51	42	33	5,39

Fuente Seow y Gwee, 1997.

**Congelación.** Obtenida la leche, se pasteuriza a 116 °C por algunos segundos, e inmediatamente se envasa y congela a temperaturas por debajo de -18°C. Bajo estas condiciones, el producto muestra retener sus atributos organolépticos, por al menos 1 año (Seow y Gwee, 1997).

**Secado.** La leche de coco es mezclada con algunos aditivos como maltodextrina, caseína, jarabe de maíz o leche descremada, que coadyuvan el proceso de secado y convierten al polvo obtenido fluidizado y cohesivo gracias al “encapsulamiento” de la grasa. La mezcla se pasteuriza y se homogeneiza. Seguidamente, se efectúa preferiblemente un secado por atomización o “spray-drying”, siendo este el método comercialmente empleado, para obtener productos deshidratados de excelente color y solubilidad en agua a temperatura ambiente. Se reduce el contenido acuosos a valores de 0,8 a 2% p/p, e incrementan a 60 a 63 % p/p de grasa, 4,5 a 6,9 % p/p de proteína, 27,3 a 28,7 % de carbohidratos y de 1,0 a 1,8 % de minerales. La autoxidación de la grasa, la pérdida de solubilidad, el apelmazamiento representan el mayor obstáculo para estabilizar el producto deshidratado, ocurriendo estos deterioros en tan solo 4 meses a temperatura ambiente.

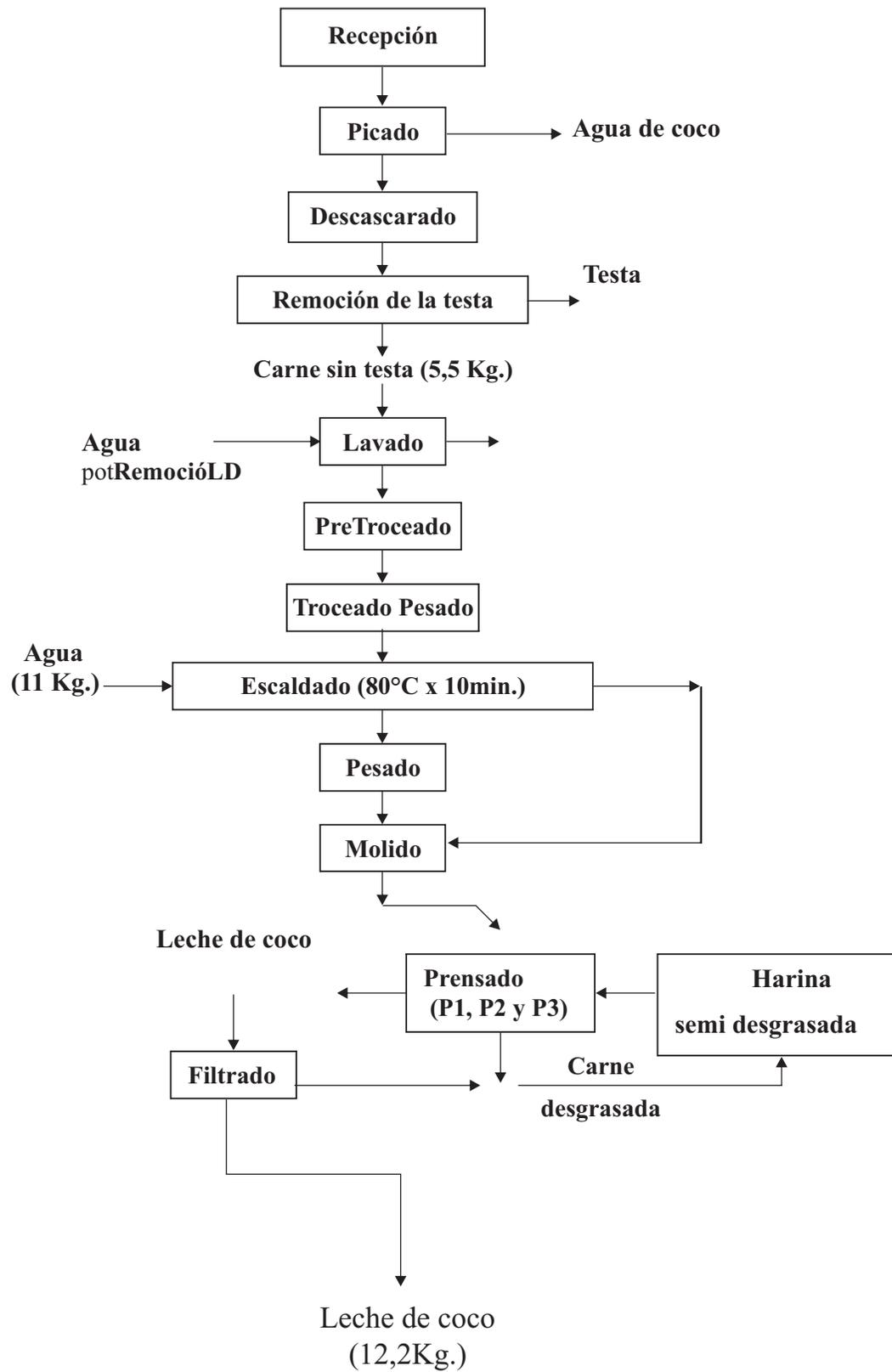


Figura 1. Esquema de obtención de leche de coco.

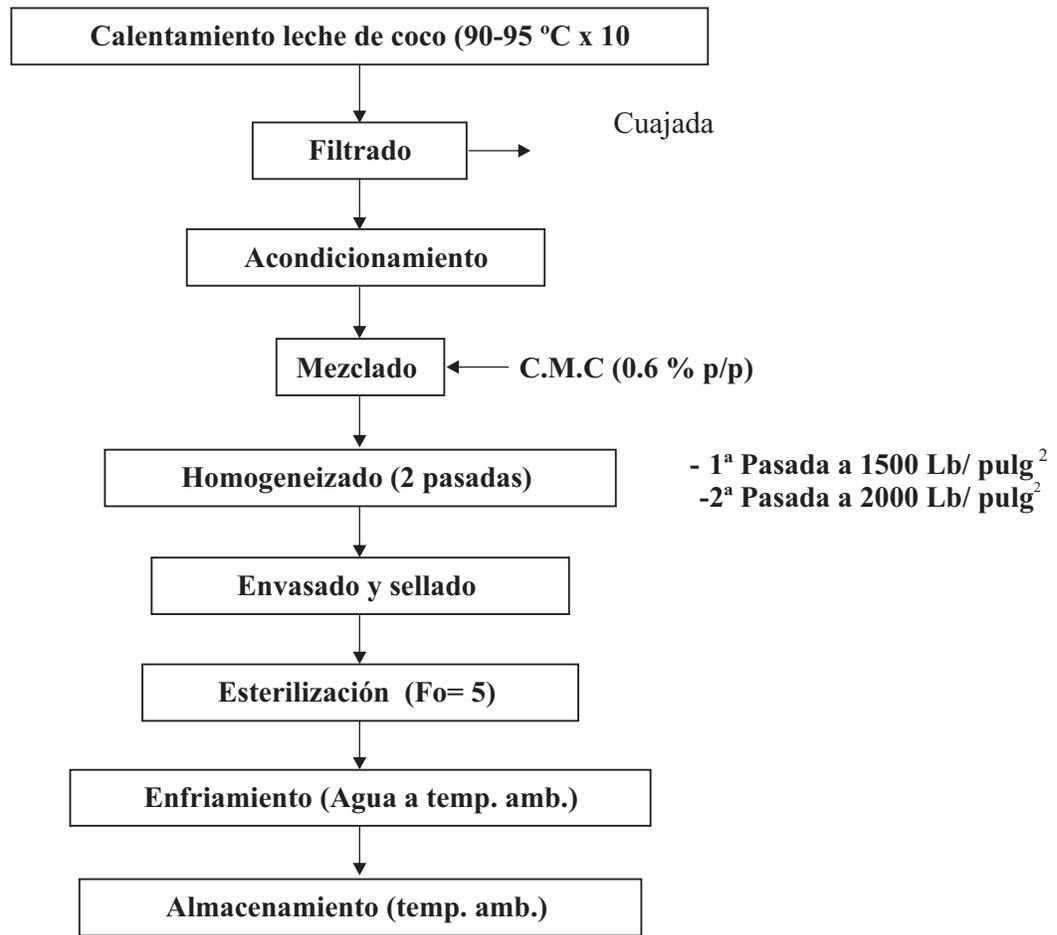


Figura 2. Esquema leche de coco esterilizada comercialmente.

## Estabilidad

**Estabilidad físico-química.** La leche de coco no es estable físicamente y sus fases tienden a separarse. Esta en forma natural es propensa a la coalescencia después de 5 a 10 horas de su elaboración (Tangsuphoom y Coupland, 2005). Es indispensable agregar emulsificantes y estabilizantes apropiados conjuntamente con una homogeneización aplicando presiones adecuadas, para la reducción del diámetro de los glóbulos grasos antes del tratamiento con calor, para así mantener la estabilidad de la emulsión. La emulsión de la leche de coco es estabilizada por sus proteínas naturales, específicamente albúminas y globulinas, y fosfolípidos como lecitina y cefalina (Birose y col., 1963 citado por Tangsuphoom y Coupland, 2005). Los diglicéridos y monoglicéridos también tienen propiedades emulsificantes. Las soluciones de proteínas acuosas, rodean a los glóbulos de grasa evitando reagrupamientos e incorporándole viscosidad al producto como lo hacen los estabilizantes artificiales (CMC, gomas, etc), para

disminuir la velocidad de los glóbulos de grasa, por esta razón a las proteínas se les llaman “estabilizantes naturales”.

Algunas investigaciones han demostrado que el tamaño que las partículas de grasa, la dispersión y la temperatura tienen efectos importantes en la estabilidad de alimentos con alto contenido graso como la leche, la leche de coco, el yogurt y el queso (Shaker y col. 2000; Xu y col., 1998; Gonsalves y Borwancar, 1998; citados todos por Chiewchan y col., 2005). Está demostrado que al aumentar la presión de homogeneización de 1000 a 5000 lb/pulg<sup>2</sup>, se obtiene un incremento en la estabilidad de la leche como resultado de una homogeneización de 2 etapas: una a 1000 lb/ pulg y otra a 2000 lb/pulg<sup>2</sup>. En contraposición con la homogeneización de un solo paso a alta presión (5000 lb/pulg<sup>2</sup>) se pudo lograr la estabilidad agregando estabilizantes como: Caseinato de Sodio, Lactilato de Esteroil y Carboximetil Celulosa (C.M.C.), acoplada al proceso de homogeneización de 2 etapas (Srigam, 1986 citado por Chiewchan y col., 2005). La goma guar, goma xanthan y el C.M.C. son estabilizantes permitidos para la leche de coco, igualmente los emulsificantes como monolaureato de polioxietilen de sorbitan, triesteato de polioxietilen de sorbitan, entre otros. (CODEX, 2001).

**Estabilidad microbiológica.** La leche de coco no tratada puede descomponerse rápidamente aun bajo condiciones de refrigeración. El tiempo de generación para la multiplicación de bacterias en leche de coco se demostró que disminuía de 232 min. a 10 °C hasta 44 min. a 30 °C. La leche de coco es un medio muy rico, el cual puede mantener el crecimiento de todos los microorganismos más comunes, usualmente introducidos por operarios, utensilios, equipos de procesamiento, etc. Los tipos de bacterias más comunes encontradas incluyen los géneros *Bacillus*, *Acromobacterias*, *Microbacterium*, *Micrococcus* y *Brevibacterium*. También algunos organismos coliformes, mientras que *Penicillium*, *Geotricum*, *Mucor*, *Fusarium* y *Sacharomyces spp.*, parecen ser los hongos predominantes aislados a partir de leche de coco (Mendonça y col., 1987). Estos autores encontraron aerobios mesófilos en niveles de  $1.2 \times 10^6$  -  $1.7 \times 10^8$  U.F.C./mL, lo que podría ocasionar defectos organolépticos dentro de las 6 horas de almacenamiento a 36 °C. Bajo el estándar APCC, los organismos lipolíticos, enterococos y estafilococos coagulasa positiva debieran ser negativos. Los microorganismos mesófilos totales no deben exceder de 50 mil microorganismos por mililitro, por lo menos en 4 de 5 muestras probadas y no debiera de exceder los 100 mil mililitros en las unidades de muestras restantes. *E. coli* no debería ser detectada en 0.1 mililitros en al menos 4 de 5 muestras y no debiera de ser detectada en 0.01 mililitros en las muestras restantes. *Vibrio cholerae* y *Salmonella* deben ser negativas por cada 25 gramos de muestra (Seow y Gwee, 1997).

Mepba y Achinewhum (2003), también coinciden en que la leche de coco y además la carne del coco pelado contienen varios tipos de bacterias, mohos, levaduras, como también coliformes. Entre las bacterias aisladas en la leche están: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Estafilococos* y *Streptococcus*, otros géneros de interés son: *Asperguillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor* y *Sacharomyces*. *Bacillus spp* sobrevive en la leche calentada a temperatura de 72°C por 10 min. Similarmente, grupos microbianos fueron igualmente aislados en nueces de coco, leche de coco atomizada y productos de leche de coco de humedad intermedia, donde los coliformes totales, fecales, *E. coli*, *Staphiloccocos*, *Salmonella*, *Bacillus*, *Streptococcus*, mohos y levaduras (Kajs, 1976).

### Usos alimenticios

La leche de coco es un producto empleado como ingrediente en la preparación de múltiples platos (carnes, mariscos), postres (helados, tortas), bebidas (piña colada y cocosoya), entre otros. Se hacen esfuerzos para desarrollar nuevos productos lácteos combinando leche de vaca con leche de coco, de manera de obtener yogurt, queso, bebidas; los cuales parecen tener un buen potencial desde el punto de vista comercial.

### Funcionalidad

El coco es objetado por su alto contenido en ácidos grasos saturados, los cuales se han relacionado con el incremento de las lipoproteínas de baja densidad "LDL" en la sangre. Los ácidos grasos saturados pueden ser responsables de una enfermedad en la pared de las arterias conocida como aterosclerosis (Bosch y col. 1987). Por el contrario, investigaciones como las efectuadas por Nevin y Rajamoha (2004), contradicen esta posición y comentan que debido a que la mayor parte del aceite de coco es extraído de la copra, el cual es un producto secado al sol por largos tiempos de exposición a altas temperaturas y radiación, hasta que la mayor parte de la humedad es removida. Estas condiciones pueden inactivar la mayor parte de los componentes antioxidantes propios como tocoferoles, tocotrienoles y polifenoles; aspecto que no ocurre en el proceso de extracción de grasa a partir de la leche de coco. Los autores demuestran el potencial efecto benéfico del aceite de coco en reducir el nivel lipídico en el suero sanguíneo, tejidos y la oxidación LDL por oxidantes fisiológicos, atribuyendo este comportamiento a los componentes activos polifenólicos presentes en el aceite. Igualmente, Roos y col. (2001), recomiendan el empleo de grasas ricas en ácido láurico provenientes del coco, como sustitutas de ácidos grasos hidrogenados trans, ya que encontraron cocientes inferiores, ventajosos para la salud de los consumidores, de la relación LDL/HDL en los primeros en comparación a los trans.

Recientemente, el Institute of Medicine, National Academies of Science (IOM/NAS) publicó un reporte donde demuestran que los ácidos grasos trans aumentan las lipoproteínas de baja densidad (LDL o colesterol malo), incrementado el riesgo de sufrir ataques al corazón. El reporte del IOM/NAS, recomienda que el consumo de grasas trans sea lo más bajo posible mientras se consuma una dieta nutricionalmente adecuada. Recomendaciones semejantes fueron hechas para grasas saturadas y colesterol (<http://www.cfsan.fda.gov/label.html>). Esta regulación de la FDA sobre ácidos grasos trans suministra información sobre el etiquetado de los alimentos y de las cantidades de ácidos grasos trans, de manera que los consumidores puedan seleccionar los alimentos con bajos niveles de grasas y por consiguiente bajen los niveles de ingesta de éstas como parte de una dieta saludable para el corazón.

La leche de coco ha sido investigada como alimento funcional, ya que aporta monocaprin y monolaurin, los cuales son monoglicéridos del ácido cáprico (C:10) y láurico (C:12) respectivamente. Estos son de tanta importancia actual, que hay varias investigaciones relacionados con el control en bacterias (Unda y col. 1991; Oh y Marshall, 1993;1994;1995; Monk y col. 1996; Oh y Marshall, 1996; Wang y Johnson, 1997; Bergsson y col, 1999; Vasseur y col. 2001; Dufour y col. 2004; Davidson y col. 1994; Preuss y col. 2005, Rouse, 2005).

Existe un Proyecto relacionado con la CDC (Centers for Disease Control) denominado "Proyecto Leche Humana", que persigue aumentar en la ingesta de madres lactantes, productos de coco de manera de incrementar al ácido graso láurico y cáprico, en la leche. Estos dos ácidos aumentan la capacidad antimicrobiana de la leche materna, brindando al infante la protección contra virus como el HIV y herpes, y contra bacterias tales como, *Chlamydia*, *Helicobacter* y protozoarios como *Giardia lamblia*, (<http://www.lauric.org>).

**Monolaurin.** Es un monoglicérido formado a partir del glicerol y el ácido láurico (Koblitz y Pastore, 2005) cuyo nombre comercial es Lauridicina®. El aceite de coco y ciertos productos de coco presentan una composición principalmente ácido láurico. Un aspecto importante de conocer, es si los triglicéridos constituidos principalmente por ácido láurico puedan hidrolizarse en monoglicéridos (monolaurin) durante el metabolismo de las grasas y permanecer bajo esta estructura. No se cuenta con información real de cuanto monolaurin se obtiene de manera endógena a partir del ácido láurico en el cuerpo humano, lo que si se sabe es que algo se forma y posiblemente no debe ser mayor del 3% (Lieberman y col. 2006). Hay múltiples investigaciones efectuadas donde se demuestra el control antimicrobiano del monolaurin (Kabara,1993; Bergsson y col. 1999; Kabara y Marshall, 2004), no así trabajos científicos en parásitos. El mecanismo de control se debe al efecto solubilizador de los lípidos y

fosfolípidos en la membrana del microorganismo causando su desintegración, además del efecto de interferencia en la multiplicación celular (Lieberman y col. 2006).

Es importante acotar, que la cantidad de monolaurin que puede ser empleada en los productos alimenticios, depende más de los cambios sensoriales que de las regulaciones gubernamentales (Kabara, 1993), siendo además considerado como GRASS (Generally Recognized As Safe) por la FDA (Food and Drugs Administration) (Lieberman y col. 2006). La dosis generalmente recomendada en humanos para el control de enfermedades esta en el orden de 1 a 3 g, aunque pueden ser superiores si se requiere resultados clínicos deseables en menores plazos.

### Investigaciones requeridas

No cabe duda que la composición fisicoquímica de la leche de coco, con alto contenido acuoso, pH elevado y rico en grasas, representa un reto al tecnólogo de alimentos. Los tratamientos clásicos de aplicación de altas temperaturas influyen negativamente en las propiedades sensoriales; la deshidratación y congelación inducen cambios de autoxidación de las grasas que ameritan ser intensamente investigados. Los métodos emergentes como las altas presiones estáticas y dinámicas, ultrasonido y pulsos eléctricos de alto voltaje, así como antioxidantes naturales, pueden que sean efectivos en mejorar la conservación de leche de coco, aunque deben ser igualmente investigados.

Por otra parte, siendo la grasa de coco la más saturada de las grasas vegetales de manera natural, es posible que sea una alternativa para incrementar el índice de iodo de otros aceites vegetales por procedimientos simples de mezclado, que sustituyan los tan cuestionados procedimientos de hidrogenación, con la consecuente formación de ácidos *trans*. Indudablemente la estabilidad a la autoxidación, evaluada por procedimientos analíticos como índice de iodo, hidroperóxidos, coeficiente de extinción, *p-nisidina*, ácido tiobarbiturico, entre otros, deben ser comprobados, de manera de seleccionar aquellos que demuestren ser los mas adecuados. Otros análisis de tipo sensorial, físicos y hasta microfotográficos, complementarían de manera importante el conocimiento tecnológico de la leche de coco. Paralelamente, la optimización de las variables de procesos, concentración de antioxidantes y estabilizantes naturales, que promuevan mejoras rentables y sensoriales, son sin duda alguna áreas novedosas para investigar.

La demostración científica que relacione que la ingesta de productos de coco transforme el ácido laúrico en monolaurin, además de comprobar el efecto funcional sobre virus (sida) y parásitos, son temas innegablemente de interés.

Las altas presiones es una tecnología muy atractiva para el procesamiento de leche de coco, ya que posee ventajas únicas como la instantánea transmitancia de la presión por todo el sistema, haciéndolo independiente del tamaño y forma del alimento y sus tiempos cortos de procesamiento, ya que no se requieren los tiempos de calentamiento y enfriamiento. Además, reduce la carga microbiana, mejora y crea nuevas texturas, incrementa la retención de agua, usa mas eficientemente la energía, mejora la estabilidad y gelificación de los alimentos (Knorr, 1995; Huppertz, 2001; Moroni, 2002). Las Altas presiones dinámicas (APD) empleando homogeneizadores, tienen como ventajas el permitir procesar considerables cantidades de alimentos por su carácter continuo; por el contrario, la desventaja de este sistema radica en que se aplica únicamente a alimentos líquidos y por otra parte las breves las exposiciones a la presión.

### **Conclusiones**

La leche de coco, de excelentes propiedades sensoriales, de contribución calórica y potencial efecto benéfico, abre nuevas expectativas y oportunidades para el consumo de la población y especialmente aquellas de áreas rurales, donde los infantes y pobladores en general, son propensos a diversas enfermedades; el conocimiento popular pareciera no equivocarse durante décadas, ya que ha recomendado el consumo de coco en personas infectadas con parásitos. Se requiere continuar con una amplia investigación del monolaurin como ingrediente funcional, de manera de conocer adicionales aportes benéficos al consumidor. La aplicación de tecnologías emergentes de conservación como las altas presiones, representan una alternativa viable e interesante para minimizar los cuestionados impactos térmicos en la calidad nutricional y sensorial de la leche de coco.

### **Agradecimientos**

Los autores desean expresar un especial reconocimiento al Proyecto FONACIT G-20000001538 "Desarrollo de alimentos funcionales a partir de frutas, incorporando componentes fisiológicamente activos vitaminas, minerales y microorganismos benéficos" y al cuerpo docente del Departamento de Ingeniería Química y Alimentos de la Universidad de la Américas, por el apoyo recibido.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Asian and Pacific Coconut Community. 1997. APCC. Codex and Standard for Aqueous Coconut Products. Documento en línea disponible en <http://www.agronegocios.gob.sv/Media/ArticulosNORMAS%20CALIDAD-IICA/Coco/OPS/NORMA%20LECHE%20DE%20COCO,%20OPS.doc>
- Bergsson, G., Steingrímsson, O and Thormar, H.. 1999. In vitro susceptibilities of *Neisseria gonorrhoeae* to fatty acids and monoglycerides. Antimicrobial agents and chemotherapy. Vol. 43. 11. 2790-2792.
- Bosch, V., Camejo, G., Lara Pantin, E y Moya, M.. 1987. Grasas, alimentación y salud. Monte Ávila Editores. Caracas. Venezuela.
- Chiewchan, N; Phungamngoen, C. y Siri wattana, S. 2005. Effect of homogenizing pressure and sterilizing condition on quality of canned high fat coconut milk. Article in press of Journal of Food Engineering. Article in press.
- CODEX, 1999. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comisión del Codex Alimentarius. Anteproyecto de Norma para los productos acuosos del coco. Informe de la 20a Reunión del comité coordinador del Codex para Asia.
- CODEX, 2001. Programa conjunto FAO / OMS. Sobre Normas Alimentarias comisión del Codex Alimentarius. Anteproyecto de Norma para los productos acuosos del coco. Informe de 20ª reunión del comité coordinador del Codex Alimentario para Asia. Documento en línea disponible en <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/X4285S/x4285s0i.htm>
- Davidson , P.M. Sofos, J.N. and Branen, A.L..2004. Antimicrobials in food. Third Edition. Cap. 11. Kabara, J.J. and Marshall, D.. Medium-Chain fatty acids and esters. Taylor & Francis Ed..
- Dufour, M., Simmonds, R.S. and Bremier, P.J.. 2004. Development of a laboratory scale clean in place system to test the effectiveness of “natural” antimicrobial against dairy biofilms. J. of Food Protection. Vol. 67. No. 7. 1438-1443.
- Flores, W. 2001. Taller de asistencia técnica y capacitación aprovechamiento agroindustrial del coco. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). Universidad de Costa Rica.
- Huppertz, T., Kelly, A. L. and Fox, P.F. 2002. “Effects of high pressure on constituents and properties of milk”. Int. Dairy Journal. 12:561-572.
- Kabara, J. 1993. Medium - chain fatty acids and esters. Cap.8. Antimicrobials in foods. Davidson, P y Branen, A. Editors. Marcel Dekker Inc. New York.
- Kabara, J. and Marshall, D.L. 2004. Medium - chain fatty acids and esters. Cap.11. Antimicrobials in foods. Third edition. Davidson, P., Sofos, J.H. and Branen, A. Editors. Taylor & Francis. New York.
- Kajs, T., Hagenmaier, R., Vanderzant, C. and Mattie, F.. 1976. Microbiological evaluation of coconut and coconut products. J. Food Sci. Vol. 41. 352- 356.
- Knorr, D..1995. Hydrostatic pressure treatment of food: microbiology. En new methods of food preservation. Edited by G.W. Gould. Blackie academic & professional.
- Koblitz, M. and Pastore, G.M.. 2005. Contribution of response surface design to the synthesis of monoacylglycerols catalyzed by *Rhizopus sp.* Lipase J. Food Sci. Vol. 70. No. 8. C 503- C505.
- Lieberman, S., Enig, M., Preuss, H.. 2006. A review of monolaurin and lauric acid. Natural virucidal and bactericidal agents. Alternative & complementary therapies. December.
- Manduca, J. 1973. Características del coco (*Cocos nucifera* L.) cosechado en Venezuela y su aprovechamiento tecnológico. Tesis de Grado. Departamento de Tecnología de los Alimentos. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Universidad Central de Venezuela.
- Mendonça, E., Arraes, G., Frota, L., Gaspar, J., De Oliveira, G. y De Souza M. 1987. Cien. Agron., Fortaleza, 18(2): Pp. 179-186.
- Mepba, H., y Achinewhum, S. 2003. Microbiological and oxidative stability of high temperature processed coconut milk at refrigerated storage. Vol. 15. N°. 1.

- Monk., J.D. Beuchat, L.R. and Hathcox, A.K. 1996. Inhibitory effects of sucrose monolaurate, alone and in combination with organic acids, on *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. J. of Applied Bacteriology. 81. 7-18.
- Moroni, O., Jean, J., Autret, J. and Fliss, I. 2002. Inactivation of lactococcal bacteriophages in liquid media using dynamic high pressure. Int. Dairy Journal. 12: 907:913.
- Nevin, K.G. and Rajamohan, T.. 2004. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. Chemical Biochemistry. 37. 830-835.
- Norma Venezolana COVENIN 1413-79. Alimento para Animales. Harina de Coco. Fondonorma. Caracas. Pp. 1-6.
- Norma Venezolana COVENIN 2185-99. Grasa comestible de Coco. 2da. Revisión. Fondonorma. Caracas. Pp. 1-6.
- Oh, D-H. and Marshall, D.L. 1993. Influence of temperature, pH, and Glycerol monolaurate on growth and survival of *Listeria monocytogenes* J. of Food Protection. Vol. 56. No. 9. 744-749.
- Oh, D-H. and Marshall, D.L. 1994. Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* by glycerol monolaurate with organic acids.. J. Food Sci. Vol. 59. No. 6. 1258-1261.
- Oh, D-H. and Marshall, D.L. 1995. Destruction of *Listeria monocytogenes* biofilms on stainless steel using monolaurin and heat. J. of Food Protection. Vol. 57. No. 3. 251-255.
- Oh, D-H. and Marshall, D.L. 1996. Monolaurin and acetic acid inactivation of *Listeria monocytogenes* attached to stainless steel. J. of Food Protection. Vol. 59. No. 3. 249-252.
- Ohler, J. G. 1999. Modern *coconut management*. Pal cultivation and products. FAO. Roma. Italy. Pp. 1-198.
- Preuss H.G., Echard, B., Enig, M., Brook, I. And Elliot, T.B. Minimum inhibitory concentrations of herbal essential Oilz and monolaurin for gram-positive and gram-negative bacteria. Mol. Cell. Biochem. 272 (1-2):29-34.
- Rouse, M. Rotger, M., Piper, K., Steckelberg, J., Scholz, M., Andrews, J and Patel, R.. 2005. In vitro and in vivo evaluations of the activities of lauric acid monoester formulations against *Staphylococcus aureus*. Antimicrobial agents and chemotherapy. 3187-3191.
- Seow, C. y Gwee, C. 1997. Coconut milk: Chemistry and Technology. International Journal of Food Science and Technology. 32. 189-201.
- Tangsuphoom, N., and Coupland, J. 2005. Effect of heating and homogenization on the stability of coconut milk emulsions. J. Food Sci. Vol. 70. No. 8. 466-470.
- Tansakul, A., y Chaisawang, P. 2005. Thermophysical properties of coconut milk. Journal of Food Engineering, Vol. 73, No. 3. 276-280.
- Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W.. 1991. *Clostridium sporogenes* and *Listeria monocytogenes*: survival and inhibition in microwave-ready beef roasts containing selected antimicrobials. J. Food Sci. Vol. 56. No. 1. 198 - 205.
- USDA, 2005. Nuts, Coconut milk, canned, raw and frozen (liquid expresses from grated meal and water). National Nutrient Database of Standard Reference., relase 18.
- Vasseur, C., Rigaud, N., Hebraud, M. and Labadie, J.. 2001. Combined effects of NaCl, NaOH, and biocides (monolaurin or lauric acid) on inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas spp.* J. of Food Protection. Vol. 64. No. 9. 1442-1445.
- Wang, L-L and Johnson, E.A. 1997. Control of *Listeria monocytogenes* by monoglycerides in foods. J. of Food Protection. Vol. 60. No. 2. 131-138.
- Woodroof, J. 1970. Coconuts: Production, Processing and Products. The Avi. Publ. Co.. Westport. Connecticut. Pp 43 -187.