

# Fortificación de alimentos con aceite de palma crudo: alternativa viable para mejorar el estado nutricional de la población infantil en Colombia

Food Fortification with Crude Palm Oil: A Viable alternative to Improve the Nutritional Status of the Colombian Children Population

Olga Lucia Mora <sup>1</sup>

## RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud, la deficiencia de vitamina A es un problema de salud pública en más de 60 países y cerca de 250 millones de preescolares están en riesgo de sufrir patologías asociadas. Para 1998, la prevalencia de deficiencia de vitamina A en Colombia fue del 14,2%, problema de salud pública especialmente crítico en las zonas costeras. El aceite de palma crudo obtenido del mesocarpio del fruto de la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. es la fuente natural más rica en carotenos, con un aporte de 500-700 p.p.m., 70% de los cuales se pierde durante el proceso de refinación tradicional. Sin embargo, es posible retener más del 80% de los carotenos presentes en el aceite de palma crudo mediante un proceso modificado de refinación empleado en algunas regiones de Asia y Suramérica. Colombia es el cuarto productor mundial de aceite de palma y cerca del 60% de la producción nacional se destina a consumo doméstico (elaboración de mezclas de aceites vegetales, margarinas, sustitutos lácteos, etc.). Estudios controlados realizados en Asia, África y Latinoamérica con población infantil han mostrado que la fortificación de alimentos con aceite de palma mejora significativamente su estado nutricional, constituyéndose en una herramienta nutricionalmente adecuada y localmente disponible que forma parte de las acciones encaminadas hacia la prevención y tratamiento de carencias nutricionales.

## SUMMARY

According to the World Health Organization, Vitamin A deficiency is a public health problem in more than 60 countries and nearly 250 million preschool children are in danger of suffering associated pathologies. For 1998, the prevalence of Vitamin A deficiency in Colombia was 14.2%, a public health problem which is specially critical in the coastal zones. The crude palm oil obtained from the oil palm fruit mesocarp (*Elaeis guineensis* Jacq.) is the natural source which is the richest in carotenes, with a contribution of 500 - 700 p.p.m., 70% of which are lost during the traditional refining process. However, it is possible to retain more than 80% of the carotenes present in crude palm oil by means of a refining process employed in some regions of Asia and South America. Colombia is the fourth world producer of palm oil and close to 60% of the national production is destined for domestic consumption (the making of vegetable oil mixes, margarines, milk substitutes, etc.) Controlled studies carried out in Asia, Africa and Latin America on child population have shown that the fortification of food with palm oil significantly enhances its nutritional state, becoming a nutritionally adequate and locally available tool which forms part of the actions directed towards the prevention and treatment of nutritional deficiencies.

Palabras claves: Aceite de palma, Vitaminas, Carotenos, Salud Pública, Enriquecimiento de alimentos, Nutrición Humana, Alimentos para niños.

1 Investigador Auxiliar. Programa de Salud y Nutrición Humana. Cenipalma. Apartado Aéreo 252177. Bogotá, D.C., Colombia.

## INTRODUCCIÓN

Las consecuencias de la deficiencia de micronutrientes en el estado de salud incluyen: compromiso de la función inmune, deterioro del crecimiento y del desarrollo cognitivo y reducción de la capacidad y desempeño laborales. Las implicaciones son evidentes tanto para el bienestar físico como para el desarrollo social y económico de una nación (Underwood 1999).

La educación nutricional, la suplementación con cápsulas y la fortificación de alimentos han sido intervenciones específicas empleadas, a nivel comunitario, con el propósito de manejar el problema de salud pública que representa la deficiencia de micronutrientes en el mundo. Aunque estas estrategias han tenido limitaciones como la baja disponibilidad local de alimentos recomendados, riesgo de hipervitaminosis con suplementación y restricciones políticas, tecnológicas y económicas, a diferencia de las dos primeras estrategias, la fortificación ha logrado un impacto favorable en el estado nutricional de la población afectada en el mediano y largo plazo (Underwood 1999; Potter 1997; Nestel 1993).

Una de las carencias nutricionales que se ha constituido en un problema de salud pública en más de 60 países en vía de desarrollo, es la deficiencia de vitamina A. Según la Organización Mundial de la Salud, OMS, cerca de 200 millones de niños en edad preescolar viven en zonas afectadas por la carencia de vitamina A y sus consecuencias (ceguera, aumento de la morbilidad y la mortalidad secundarias al deterioro de la función inmune) y cada año quedan ciegos entre 250.000 y 500.000 niños, de los cuales dos tercios mueren al cabo de pocos meses.

El aceite obtenido del mesocarpio del fruto de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) es una de las fuentes naturales más ricas en carotenos, precursores de la vitamina A, responsables de su color rojo característico (Chandrasekharan 1997). La expectativa del aumento de la siembra de palma de aceite en Colombia sugiere la realización de trabajos de investigación que determinen los beneficios del consumo del aceite de palma en la salud humana y que faciliten el desarrollo y la adaptación de sus usos

alimenticios. En 1998, la prevalencia de la deficiencia de vitamina A en Colombia se estimó en un 14,2% y resultó especialmente crítica en las zonas costeras (Castro y Nicholls 1998). Según lo anterior, se ha propuesto la inclusión del aceite de palma en programas nacionales de fortificación de alimentos, con el objetivo de disminuir la alta prevalencia de enfermedades asociadas con avitaminosis A, entre ellas xerofthalmia en niños e infecciones respiratorias en adultos. Así, el consumo de aceite de palma se constituye en una alternativa localmente disponible y económicamente viable para prevenir y tratar tales enfermedades.

## Vitamina A

La vitamina A es un compuesto poliisoprenoide que se transporta, como cualquier lípido apolar, en lipoproteínas o proteínas fijadoras específicas y se almacena en el hígado de los animales como ésteres de retinol y en los vegetales como carotenos. En el hombre, la vitamina A se sintetiza a partir de los carotenos ingeridos en la dieta, siendo el  $\beta$ -caroteno la forma de provitamina A de mayor actividad biológica, pues se estima que una molécula de  $\beta$ -caroteno da origen a dos de vitamina A (Murray et al. 1994). Los carotenos se absorben en presencia de grasa y sales biliares en el intestino. Allí, una parte se convierte en vitamina A, otra parte viaja al hígado para su transformación y otra se almacena en el tejido adiposo. Los  $\beta$ -carotenos ingeridos se fraccionan y generan dos moléculas de retinaldehído, las cuales se convierten en retinol en la mucosa intestinal, en donde éste se reesterifica con ácidos grasos saturados (junto con el ácido palmítico forma palmitato de vitamina A), se une a quilomicrones linfáticos que entran al torrente sanguíneo y se convierten luego a remanentes de quilomicron que son captados por el hígado, donde se almacenan.

## Funciones

La vitamina A es necesaria para mantener las superficies epiteliales y su función protectora para el normal funcionamiento de la retina y procesos de crecimiento, desarrollo y reproducción (Potter 1997; Murray et al. 1994; Nestlé 1987).

**Diferenciación y crecimiento del tejido epitelial:** Estudios en animales señalan que en ausencia de vitamina A las células basales de los epitelios se queratinizan. Esta queratinización aparece inicialmente en las mucosas de la boca, la garganta, la nariz y las vías respiratorias, donde se inhibe la secreción celular y la acción limpiadora de los cilios, facilitando la proliferación bacteriana.

*Constitución de pigmentos visuales:*

El 11 cis-retinal se une a la proteína visual opsina formando rodopsina, pigmento visual presente en los bastoncillos de la retina responsables de la visión en la luz escasa, la cual, una vez expuesta a la luz, se disocia conforme pierde color y vuelve, en su mayoría, a retinal y opsina.

*Crecimiento y Embriogénesis:*

El retardo en el crecimiento es uno de los primeros síntomas de carencias nutricionales. La utilización de proteínas, el incremento ponderal y posiblemente la mitosis parecen estar asociadas con la vitamina A. West et al. (1999) observaron reducción hasta del 49% en la mortalidad perinatal de mujeres en edad fértil después de la suplementación con vitamina A (7.000 Lig/ semana de palmitato y 42 mg/ semana de  $\beta$ -carotenos). Se ha sugerido también que ante la deficiencia de vitamina A, las células osteógenas en los huesos y los fibroblastos en el colágeno tienen prioridad en la síntesis del último a expensas de osteoclastos y fibroblastos remodeladores.

*Efecto antioxidante:*

Aunque los resultados son contradictorios, se han observado efectos antitumorales y antioxidantes en los carotenos, los cuales parecen intervenir en el atrapamiento de radicales libres en los tejidos, complementando la propiedad antioxidante de la vitamina E. Una investigación liderada por el Instituto de Fisiología en Alemania (Stahl et al. 2000) mostró cómo la suplementación diaria con 25 mg de carotenos y

335 mg de  $\alpha$ -tocoferol protegió contra el eritema y redujo la sensibilidad a la radiación UV.

## Deficiencia

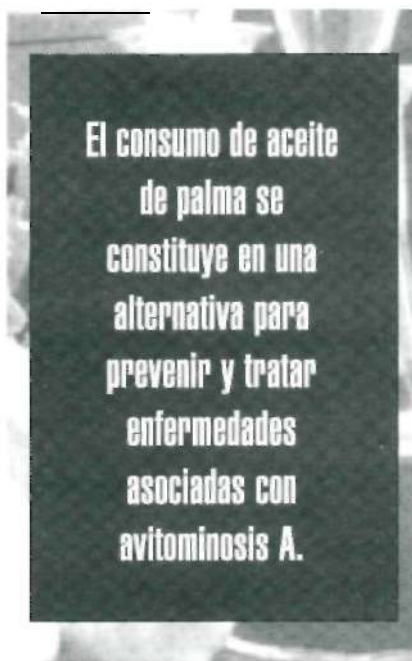
La concentración sanguínea de vitamina A permanece constante, ya que el hígado la libera a medida que es necesario, lo que explica que aun cuando los aportes de la dieta sean insuficientes, los síntomas carenciales aparezcan después de largos períodos. La deficiencia clínica de vitamina A o xeroftalmia se caracteriza por visión nocturna defectuosa, que ocurre cuando las reservas hepáticas están casi agotadas, queratomalacia y deterioro de los tejidos oculares que puede conducir a ceguera (Potter 1997; Murray et al. 1994; Nestlé 1987). Los síntomas se deben a la disfunción de los mecanismos celulares en los que participan los retinoides y se observan en consumidores de dietas básicas carentes en vegetales.

Según el Grupo Consultor Internacional de Vitamina A, IVACG, valores inferiores a 10,0  $\mu$ /dL son deficientes, de 10,0  $\mu$ /dL a 19,9  $\mu$ /dL son bajos y mayores que 20  $\mu$ /dL son normales. La deficiencia de vitamina A, como problema de salud pública, se clasifica según los siguientes criterios epidemiológicos (Castro y Nicholls 1998):

- Severo: <20% de la población
- Moderado: 10,0-19,9%
- Leve: 2,0 - 9,9 %

## Ingesta diaria recomendada

La dieta debe suministrar 50% de vitamina A y 50% de  $\beta$ -carotenos. Esta vitamina se ha expresado en Unidades Internacionales (UI) y en  $\mu$ g de retinol o Equivalentes de Retinol (ER), siendo la última la de uso actual. Las UI expresan actividad biológica y no cantidad química. El requerimiento o ingesta diaria de vitamina A sugerida para niños se ha estimado en (Leal et al. 1998):



- 375 ER para menores de 1 año
- 400 ER para niños de 1- 3 años
- 500 ER para niños de 4- 6 años
- 700 ER para niños de 7- 10 años

## Biodisponibilidad

La fracción de un nutriente ingerido disponible para su utilización en almacenamiento y procesos fisiológicos normales define su biodisponibilidad. Mientras que el retinol se absorbe completamente, los carotenos lo hacen en diferentes proporciones: de los  $\beta$ -carotenos ingeridos se absorbe una tercera parte, y de ésta, sólo la mitad se transforma en vitamina A. La eficiencia de conversión de otros carotenoides se estima apenas en una cuarta parte.

Algunos factores relacionados con la utilización biológica de la vitamina A y los  $\beta$ -carotenos y su conversión a retinol son: aporte escaso de proteínas, métodos de cocción, cantidad y tipo de grasa y carotenos consumidos, factores genéticos, matriz en la que se incorporan los carotenos, factores de absorción y conversión (p.e. fibra dietaria y parasitismo), niveles séricos de vitamina A y estado nutricional (Castenmiller y West 1998; van Het Hof et al. 2000). La baja biodisponibilidad de los  $\beta$ -carotenos en los vegetales puede deberse a que se encuentran dentro de un complejo pigmento-proteína en los cloroplastos que hace difícil la acción enzimática. Parece que la cocción y la molienda de los vegetales aumentan su biodisponibilidad al romper tal complejo.

## Toxicidad

Es escasa la literatura sobre posible toxicidad por carotenos, excepto hipercarotinemias, a diferencia de la información existente sobre hipervitaminosis A, tanto en modelos humanos como animales. Al respecto, autores como Cadena (1984), Mathews-Roth (1990), Diplock (1995), Chandrasekharan (1997), indican que debido a la existencia de

mecanismos reguladores de la conversión de carotenos a vitamina A, los primeros no causan hipervitaminosis y no son tóxicos. Estudios realizados en modelos animales han mostrado que los  $\beta$ -carotenos no son mutagénicos, carcinogénicos o embriotóxicos. La hipervitaminosis A se genera por la ingesta elevada de vitamina A y produce hepatomegalia, alteraciones dermatológicas, úlceras, anorexia, trastornos en la pigmentación cutánea, alopecia, cambios histopatológicos óseos y cefalea, entre otros síntomas, mientras que durante el embarazo son conocidos sus efectos teratogénicos (Cadena 1984).

## Fuentes dietarias de carotenos (provitamina A)

Los animales obtienen la vitamina A directa o indirectamente de los vegetales, a partir de la transformación de los carotenos. Parte de esta provitamina no logra ser transformada, por lo cual los productos de origen animal contienen una mezcla de vitamina A y de sus precursores. Algunas de las fuentes más importantes de vitamina A y de carotenos se citan en la Tabla 1.

## FORTIFICACIÓN DE ALIMENTOS

### Generalidades

La fortificación de alimentos se define como la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, estén o no contenidos normalmente en éste, con el propósito de prevenir o corregir

Tabla 1. Aporte de vitamina A en 100 g de alimento.

Alimento	Contenido de vitamina A ( $\mu$ g)			ER
	Total	Retinol	$\beta$ -carotenos	
Aceite de palma crudo	108.000	—	52.800	10.800
Hígado de res	36.000	3.2400	3.600	10.089
Chupas ( <i>Gustavia speciosa</i> )	32.600	—	27.710	3.260
Chontaduro	7.300	—	6.205	730
Zanahoria	7.000	—	5.950	700
Mantequilla	4.860	3.402	1.458	1.170
Yema de huevo	3.200	2.240	960	769
Tomate	1.100	—	555	110

Fuente: ICBF. 1998.

una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en una población o grupo específico (FAO/OMS 1994). Aunque el término enriquecimiento ha sido usado indistintamente con el de fortificación, el primero también ha sido definido como la restauración de las vitaminas y minerales perdidos durante el procesamiento de los alimentos (Hoffpauer y Wright 1994).

El creciente interés en los alimentos fortificados se basa en su aplicabilidad en la prevención y el tratamiento de enfermedades y en la promoción de estilos de vida saludables (Sloan y Stiedeman 1996). Es así como el efecto protector contra la enfermedad cardiovascular y el cáncer, atribuido a vitaminas y minerales, ha conducido al aumento de la recomendación de su consumo diario (Walter 1994).

Si bien es cierto que la fortificación se basa en la necesidad del organismo humano de cubrir sus requerimientos de micronutrientes para realizar diferentes procesos fisiológicos, deben considerarse una serie de condiciones, tales como la necesidad de un grupo o población de ser intervenida nutricionalmente, la selección del vehículo o alimento que será fortificado, la cantidad y naturaleza de los nutrientes "fortificantes" y el proceso tecnológico que se empleará. De éstas, la selección del vehículo es una de las etapas más importantes dentro del proceso de fortificación: debe ser un producto que se consuma en cantidades constantes durante todo el año por la mayoría de la población estudio, debe ser objeto de control de calidad durante todo el proceso (determinación de pérdidas durante proceso y almacenamiento, efecto de los equipos y empaques en su vida útil, etc.) y la adición de "fortificantes" en las cantidades requeridas no debe alterar sus condiciones organolépticas. Se debe considerar también el contenido nutricional total de los alimentos fortificados (energía, grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, entre otros) y su frecuencia de

consumo (Arroyave 1987; Nestel 1993). Para fortificar un producto con vitaminas y minerales, por ejemplo, es necesario evaluar la estabilidad de éstos durante diferentes procesos, su solubilidad y reactividad con otros componentes. Por otra parte, la múltiple fortificación de un alimento podría aumentar su costo y reducir la biodisponibilidad de algunos de sus nutrientes (Borentstein et al. 1988).

El éxito de un proceso de fortificación está en lograr compatibilidad entre el vehículo, los nutrientes "fortificantes" y el control de calidad durante el proceso aplicado, producto de un trabajo multidisciplinario en el que participen activamente todos los sectores involucrados: gobierno, industria, academia (universidades, centros de investigación, etc.) y los consumidores "potenciales".



Algunas de las conclusiones y recomendaciones de la Reunión Técnica de Fortificación de Alimentos de la FAO (FAO 1995) incluyeron la necesidad de un esfuerzo multisectorial, un consenso entre la legislación local vigente relacionada con prácticas de fortificación y los estándares internacionales del Codex Alimentarius, la presentación de información nutricional de los productos en el etiquetado, el ajuste de los niveles de fortificación acorde con la biodisponibilidad de los nutrientes

contenidos en las dietas consumidas por la población o grupo objetivo y la evaluación del potencial de las industrias de alimentos para producir alimentos fortificados de óptima calidad.

## Antecedentes

Históricamente, la fortificación de alimentos ha sido usada como una medida de salud pública efectiva en la erradicación de carencias nutricionales. En efecto, la comunidad internacional ha centrado su atención en las tres deficiencias nutricionales de mayor prevalencia

en el mundo: hierro, yodo y vitamina A, contra las cuales se han adoptado medidas como la educación nutricional, la suplementación, el fomento de huertas caseras mediante subsidios y la fortificación de alimentos. El desarrollo de nuevas variedades vegetales con alto contenido de micronutrientes, así como la identificación de procesos tecnológicos que maximicen la retención de vitaminas han sido también estrategias importantes de intervención nutricional (FAO 1993; Bouis 1995). Sin embargo, estas medidas no han formado parte de planes gubernamentales de desarrollo de los países afectados y cualquiera de ellas tomada individualmente resulta insuficiente para eliminar la deficiencia de micronutrientes (Underwood y Smitasiri 1999).

Desde hace varios años, la fortificación ha sido usada en países desarrollados, donde la eliminación de las deficiencias de micronutrientes ha sido atribuida, en gran parte, a esta práctica (Bauernfiend y DeRitter 1991; Wiemer 1995). En Francia, Finlandia, Alemania, Noruega y Holanda, entre otros, los cambios en los estilos de vida y el mayor consumo de alimentos procesados han conducido a la adición de nutrientes con el fin de asegurar una dieta adecuada (Hoffpauer y Wright 1994). En Francia se permite una reposición hasta del 200% del total de vitaminas perdidas durante el procesamiento. En Holanda se adiciona yodo a la sal y se fortifican las margarinas con vitamina A. En Norteamérica se promueve la fortificación debido a que numerosos estudios han indicado que la dieta típica no logra cubrir la recomendación de consumo de algunos nutrientes (NRC 1989). Hoy por hoy, la gran demanda de productos bajos en grasa es motivo de preocupación, debido a que las pérdidas de vitaminas liposolubles durante los procesos de remoción de grasa de los alimentos podrían generar un insuficiente consumo de estos nutrientes en algunos grupos (Anónimo 1995).

Los países en vía de desarrollo han implementado políticas de fortificación para prevenir y tratar la malnutrición en sus poblaciones (Arroyave 1987). En algunos estudios, la selección de alimentos producidos industrialmente y considerados para fortificación se ha basado en su frecuencia de consumo en diferentes estratos

socioeconómicos de la población objetivo (Melse-Boonstra et al. 2000). Gran variedad de alimentos, como harina de trigo (Solon et al. 2000) harina de maíz, azúcar, pastas, arroz (Flores et al. 1995), cereales para el desayuno, grasas y aceites, leches, fórmulas infantiles y bebidas como el té han sido empleados en pruebas de fortificación (Johnson et al. 1988). De éstos, los cereales y sus productos derivados son los de mayor uso, debido a que son los principales componentes de las dietas alrededor del mundo, especialmente en los países en vía de desarrollo, donde la diversidad de alimentos es limitada (52% del aporte total de energía en el mundo y 50% en Latinoamérica proviene de cereales).

La reducción de la tasa de crecimiento en el período de ablactación, observada en niños de países en vía de desarrollo, se ha atribuido, en parte, a la baja densidad de nutrientes en las dietas "complementarias" y a la alta frecuencia de cuadros infecciosos (Hadi et al. 2000). Esta observación condujo al diseño y ejecución de un experimento en una población rural de China, durante el cual 226 niños de 6 a 13 meses de edad fueron divididos en dos grupos: el primero recibió una galleta fortificada con hierro, vitaminas A, D y B y otros nutrientes y el segundo recibió un producto similar sin fortificar. El primer grupo mantuvo sus niveles de hemoglobina y vitamina A mientras que el segundo mostró reducción significativa en estos indicadores (Liu et al. 1993).

En África Occidental se realizó un trabajo similar, cuyo objetivo fue determinar el efecto del consumo de cuatro alimentos complementarios elaborados a base de maíz, cereales y leguminosas, uno desarrollado por el gobierno y tres preparados y consumidos localmente, en el estado nutricional de 208 niños lactantes de 6 a 12 meses de edad. De los cuatro alimentos consumidos, aquél que fue fortificado con vitaminas y minerales mostró lograr las mayores reservas de hierro y vitamina A (Lartey et al. 1999). En una zona rural de Filipinas, 396 niños escolares de 6 a 13 años consumieron durante 30 semanas, 5 días a la semana, 60 g de pan de sal fortificado con vitamina A (con un aporte estimado de 133 Lig de retinol), mientras que otros 439 niños recibieron, durante el mismo período, pan de sal

sin fortificar. Se observó que el consumo del producto fortificado mejoró significativamente los niveles plasmáticos de vitamina A en niños escolares con niveles bajos o marginales al inicio de la intervención (Solon et al. 2000).

Al igual que los anteriormente descritos, son muchos los estudios que han encontrado en la fortificación de alimentos una herramienta útil para combatir deficiencias nutricionales. Sin embargo, vale la pena recordar que no es aplicable en todas las poblaciones y existen otras alternativas para manejar tales deficiencias. La fortificación como medida de intervención nutricional debe basarse en la identificación de un problema nutricional derivado de deficiencias en seguridad alimentaria, diversidad de alimentos y educación nutricional dentro de un grupo o población.

## ACEITE DE PALMA: VALOR NUTRICIONAL

Los lípidos cuentan con propiedades particulares, dentro de las cuales se incluyen su elevado valor energético y su aporte de nutrientes, como vitaminas y ácidos grasos esenciales. El aceite de palma obtenido de la especie *Elaeis guineensis* Jacq., es fácilmente digerible, asimilable y aprovechable y es una fuente importante de energía y micronutrientes, como vitamina E y carotenos (provitamina A).

## Ácidos Grasos

El aceite de palma presenta una relación de

ácidos grasos insaturados / saturados cercana a 2:1 (Tabla 2), con un aporte de 41 - 47% de ácido palmítico, 36 - 44% de ácido oleico y 6 - 12% de ácido linoléico, ácido graso esencial (Firestone 1999). Sin embargo, en aceite de palma colombiano se ha encontrado menor proporción de ácido palmítico (35 - 40%) y mayor contenido de ácidos oleico y linoléico, con 22 - 39% y 15 - 20%, respectivamente (Departamento de Bioquímica y Nutrición, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. 2000. Comunicación personal).

Al igual que otros aceites vegetales, el aceite de palma no contiene colesterol. Además, por su moderado nivel de saturación, requiere procesos de hidrogenación menos intensivos para su uso en la industria de alimentos, que aquellos requeridos para aceites insaturados. Esto reduce sustancialmente su aporte de isómeros *trans*, y los posibles efectos deletéreos para la salud humana atribuidos a éstos.

## Vitamina A

El aceite de palma crudo es la fuente natural más rica en carotenos (Chandrasekharan 1997), con

Tabla 3. Composición de carotenos del aceite de palma.

Componente	Cantidad (%)
β- caroteno	55
α- caroteno	36
γ- caroteno	3
Licopeno	4
Xantófilos	2

FUENTE: Ooi et al. (1985).

Tabla 2. Distribución porcentual del contenido de ácidos grasos en algunos aceites vegetales.

Ácidos grasos	Aceite de palma	Oleína de palma	Aceite de oliva	Aceite de girasol	Aceite de maíz	Aceite de soya
Láurico (C 12:0)	0,5 - 2,0	< 0,1	—	< 0,4	< 0,3	0
Mirístico (C 14:0)	0,5 - 2,0	< 1,0	< 0,2	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Palmítico (C 16:0)	41,0 - 47,0	35,0 - 40,0	7,5 - 20,0	3,0 - 7,0	9,0 - 14,0	7,0 - 14,0
Palmitoléico (C16:1)	< 0,6	< 0,2	0,3 - 3,5	< 1,0	< 0,5	< 0,5
Estearico (C 18:0)	3,5 - 6,0	3,0 - 4,0	0,5 - 5,0	2,0 - 6,0	0,5 - 4,0	1,4 - 5,5
Oleico (C 18:1)	36,0 - 44,0	40,0 - 46,0	55,0 - 83,0	14,0 - 8,0	24,0 - 42,0	19,0 - 30,0
Linoléico (C 18:2)	6,5 - 12,0	10,0 - 12,0	3,5 - 21,0	52,0 - 75,0	34,0 - 62,0	44,0 - 62,0
Linolénico (C18:3)	< 0,5	< 0,4	< 1,5	< 1,0	< 2,0	4,0 - 11,0
Otros	< 1,5	< 0,5	< 2,5	< 4,5	< 2,5	< 2,5

Fuente: Firestone (1999).

un aporte que puede variar de 400 - 3.500 p.p.m., dependiendo del material de palma de aceite (Ooi 1999; Ooi et al. 1985). Aquél obtenido del mesocarpio del fruto de *E. guineensis* contiene de 500 - 700 p.p.m., 90% de las cuales corresponde a  $\alpha$  y  $\beta$ -carotenos (Tabla 3) Durante el proceso de refinación común, estos carotenos se oxidan debido al uso de blanqueadores y a la exposición a altas temperaturas. No obstante, mediante un proceso modificado de refinación es posible retener más del 80% de los carotenos y vitamina E presentes en el aceite crudo (Choo 1995). Se ha estimado que 4 ml / día de aceite de palma rojo cubren los requerimientos diarios de vitamina A en preescolares (1.200-1.600  $\mu\text{g}$  / día), incluyendo pérdidas del 50% por cocción (Kapil y Nayar 1996).

Al respecto, la FAO indicó que "En los países en que la carencia de vitamina A constituye un problema de salud pública, debe fomentarse la utilización de aceite de palma rojo, donde ya se disponga o sea posible adquirir. Si el aceite es refinado, se deben utilizar técnicas de elaboración que preserven el contenido de carotenoides y de tocoferol del aceite de palma rojo" (FAO/OMS 1997).

### Fortificación con aceite de palma

Las investigaciones relacionadas con el uso de aceite de palma como fuente natural de carotenos datan de 1930, época en la cual se realizaron los primeros experimentos con ratas en el Instituto de Fisiología, en Londres. Los resultados allí obtenidos mostraron un efecto favorable de la fortificación con aceite de palma en el tratamiento de la xeroftalmia y en la tasa de crecimiento de las ratas. Años más tarde, en el Colegio de Medicina de Singapur se determinó el contenido de vitaminas liposolubles del aceite de palma rojo al observar la alta incidencia de afecciones debidas a deficiencia de vitamina A, y se encontró que el aceite de palma era una fuente de vitamina A comparable con el aceite de hígado de bacalao (Sundram y Basiron 1999).

En Centroamérica se propuso sustituir el aceite de maní para fortificar el azúcar por un aceite de producción local. Para tal efecto se realizaron pruebas con aceites de soya, maní, algodón y palma. Se encontró que la estabilidad de la vitamina A fue similar en todas las premezclas obtenidas y que el contenido de peróxidos aumentó durante todo el proceso. Debido a que el menor nivel de oxidación se observó en el aceite de palma, se sugirió que éste podría ser un excelente sustituto del aceite de maní (Mejía y Pineda 1986).

En tres estudios realizados por Manorama et al. (1997, 1999) se observó un aumento significativo en los niveles de retinol sérico de niños escolares que consumieron un "snack" fortificado con aceite de palma rojo durante dos meses, comparados con aquellos obtenidos por niños que recibieron suplementación oral de vitamina A. Adicionalmente, en uno de estos estudios se observó que el aceite de palma rojo mantuvo niveles adecuados de retinol hasta seis meses después de terminada la suplementación, efecto similar al obtenido con la suplementación con dosis masivas de vitamina A.



Hoy por hoy, el aceite de palma sigue siendo objeto de investigación mediante estudios de intervención nutricional, con el fin de determinar su rol en la prevención y manejo de la deficiencia de vitamina A en poblaciones a riesgo (países en vía de desarrollo), mediante suplementación y fortificación de alimentos. En efecto, estudios realizados en India han mostrado que una cucharada diaria de aceite de palma rojo (cerca de 5 g), consumida durante 21 días, es suficiente para proteger a los niños contra la ceguera durante 6 meses (Sundram y Basiron 1999). En 1999, van Stuijvenberg et al. observaron el efecto benéfico del consumo de un panecillo fortificado con hierro, yodo y vitamina A (5 mg de fumarato ferroso, 60 mg de yodato de potasio y 2,1 mg de  $\beta$ -carotenos) en niños preescolares de 5 a 11 años



de edad. Los niños fueron distribuidos en tres grupos: el primero (n= 88), recibió diariamente un panecillo fortificado con ( $\beta$ -carotenos sintéticos, el segundo (n=89), recibió el mismo producto enriquecido con aceite de palma rojo y el tercero (n= 88), uno placebo (sin fortificar). Adicionalmente se ofreció una bebida helada enriquecida con vitamina C para mejorar la absorción del hierro, y todos los participantes fueron desparasitados con albendazol. Los 12 meses de intervención resultaron en reducción de la prevalencia de la anemia en un 50 % y de avitaminosis A en un 70%, mientras que la deficiencia de yodo fue prácticamente eliminada en los dos primeros grupos comparados con el control. Ante el éxito de este estudio piloto, realizado en Suráfrica, las autoridades locales incluyeron en sus planes de alimentación nacional ofrecer el "biscuit" enriquecido con aceite de palma rojo como fuente de (3-carotenos a todos los niños en edad escolar (MPOPC 1998)

Adicionalmente, diferentes experimentos han evaluado la retención de carotenos totales y (3-carotenos en alimentos frescos y procesados que contienen aceite de palma en su formulación. En uno de ellos, 40 alimentos fueron preparados con aceite de palma rojo, aceite de girasol y aceite de maní puros o mezclados en diferentes proporciones, con el objetivo de comparar la retención de nutrientes en diferentes condiciones de almacenamiento (Tabla 4) y evaluar su aceptación (Sarojini et al. 1996). En general, hubo mejor aceptación de los productos preparados con mezclas de aceites vegetales que de aquellos que contenían aceite de palma rojo puro. Al respecto, para encurtidos y productos horneados se obtuvieron mejores resultados mezclando aceite de palma con aceite de soya (50:50) que con aceite de maní (30:70). Sorprendentemente se

Tabla 4. Retención de carotenos totales y ( $\beta$ -carotenos en productos que contienen mezclas de aceite rojo de palma con aceite de girasol o de maní.

Alimentos	Tiempo almacenamiento	Retención de carotenos totales (%)	Retención de $\beta$ -carotenos (%)
Encurtidos	6 meses	30-60	38-67
Galletas	1 semana	78-83	35-85
Panecillos	1 semana	71-86	61-86
Dulces	3 días	52-81	60-90

observó una alta retención de carotenos totales y de (3-carotenos en panecillos y galletas horneados a 350-375°F (210°C) por 15 minutos, atribuida a la exposición a alta temperatura por un corto período de tiempo, sumado a la actividad antioxiđante de los tocoferoles que pudo contribuir a mantener la estabilidad de los carotenos durante el período de almacenamiento de los alimentos.

Kapil y Nayar (1996) evaluaron y compararon las características organolépticas (color, apariencia, olor, textura) de alimentos preparados con aceite de palma desacidificado y desodorizado o con otros aceites de uso frecuente y concluyeron que no hubo diferencias significativas entre las características de los alimentos elaborados con uno u otro aceite, facilitando la sustitución de aquéllos de uso frecuente por aceite de palma.

Actualmente, el aceite de palma es ofrecido a niños preescolares de India como aceite comestible (Sundram y Basiron 1999) y se ha establecido la eficacia de su uso para eliminar la deficiencia de vitamina A en escolares de India y en madres lactantes en Honduras. Es así como se ha ido difundiendo su uso y dosificación en otros países (Chandrasekharan 1997).

A continuación se resumen las recomendaciones de uso del aceite de palma crudo en la prevención de deficiencia de vitamina A (MPOPC 1999):

- Es de alta biodisponibilidad.
- En niños, 5 gramos de aceite de palma al día cubren las recomendaciones diarias. Se estima que el 35% de esta cantidad es suficiente para prevenir deficiencia.
- Este aceite puede emplearse para enriquecer diferentes productos alimenticios, y su larga vida útil genera un valor agregado a la industria.
- Es fuente concentrada de energía, carotenos y vitamina E, libre de *trans*.
- El aporte de carotenos a través del aceite de palma tiene menor costo que su suplementación, y se convierte en una medida de mediano y largo plazo.

- Se ha establecido que la cantidad de aceite de palma producido anualmente es más que suficiente para cubrir las necesidades de vitamina A en todo el mundo.

**Dentro de las posibles limitaciones del uso del aceite de palma podrían estar:**

- Precio del aceite de palma puede ser superior al de otros aceites.
- Problemas de aceptación debidos al color.
- Riesgo de hipercarotinemia.
- "Medicalización» del aceite de palma.
- Desinformación acerca del efecto del aceite de palma en el perfil lipídico.

Numerosas investigaciones han demostrado que el consumo de aceite de palma como la fuente natural más importante de carotenos, podría ser definitivo en el manejo y prevención de la xerofthalmia y cuadros infecciosos asociados con avitaminosis A, en países donde esta deficiencia constituye un problema de salud pública. La disponibilidad local y el consumo actual de las regiones productoras facilitan el desarrollo de investigación al respecto.

La expectativa del aumento de la siembra de palma de aceite en Colombia, como sustituto de cultivos ilícitos, promueve la realización de trabajos de investigación que determinen los beneficios del consumo del aceite de palma en la salud humana y que faciliten el desarrollo y adaptación de sus usos alimenticios. En efecto, se ha propuesto la inclusión del aceite de palma en programas nacionales de alimentación, con el objetivo de disminuir la alta prevalencia de enfermedades asociadas con avitaminosis A, entre ellas la xerofthalmia e infecciones respiratorias. Así, el consumo de aceite de palma se constituye en una alternativa localmente disponible y económicamente viable para prevenir y tratar tales enfermedades.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO. 1995. Vitamin E fortification of fat-modified foods predicted. *Food Chemical News* (Estados Unidos) v. 37 no. 42, p.39-40.
- ARROYAVE, G. 1987. Alternative strategies with emphasis on food fortification. ACC/SCN State of the Art Series. Discussion Paper no. 2, p. 87-91.
- BAUERNFEIND, J.; DERITTER, E. 1991. Foods considered for nutrient addition: cereal grain products.
- BORENTSTEIN, B. et al. 1988. Bioavailability in fortified foods. *Food Technology* (Estados Unidos) v. 42 no. 10, p. 226-228.
- BOUIS, H. 1995. Enhancement of food Staples through plant breeding: A new strategy for fighting micronutrient malnutrition. *SCN News* no. 12.
- CADENA, R. 1984. Estudio toxicológico comparativo de *Gustavia speciosa* e hipervitaminosis A. *Cespedesia* (Colombia) v. 13 no. 49-50, p. 245-256.
- CASTENMILLER, J.; WEST, E. 1998. Bioavailability and bioconversion of carotenoids. *Annual Reviews of Nutrition*. no. 18, p. 19-38.
- CASTRO, L; NICHOLLS, S. 1998. Deficiencia de hierro, vitamina A y prevalencia de parasitismo intestinal en la población infantil y anemia nutricional en mujeres en edad fértil, Colombia 1995-96. Instituto Nacional de Salud. Santafé de Bogotá, p. 38-42.
- CHANDRASEKHARAN, N. 1997. Red palm oil for the prevention of vitamin A deficiency. *Palm Oil Developments* (Malasia) no. 27, p.20-24.
- CHOO, Y.M. 1995. Carotenoids from palm oil. *Palm Oil Developments* (Malasia) no. 22, p. 1-6.
- DIPLOCK, A.T. 1995. Safety of antioxidant vitamins and beta-carotene. *American Journal of Clinical Nutrition* (Estados Unidos) v.62, p.150S-1516S.
- FAO. 1993. Preventing micronutrient deficiencies: food abundance and diversity are fundamental. *Food, Nutrition and Agriculture*, Italia, no. 7, p. 8-17.
- \_\_\_\_\_. 1995. Technical Consultation on Food Fortification Technology and Quality Control, <http://www.fao.org>.
- FAO/OMS. 1994. Methods of analysis and sampling. 2nd ed. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission, Rome. no. 13.

- FAO/OMS. 1997. Consulta FAO/OMS de expertos sobre grasas y aceites en la nutrición humana. FAO, Roma.124p.
- FIRESTONE, D. (Ed.). 1999. Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes. AOCS Press, Champaign, IL. p. 71 - 72.
- FLORES, H. et al. 1995. Bioavailability of vitamin A in a synthetic rice premix. *Journal of Food Science (Estados Unidos)* v. 59 no. 2, p. 371-372, 377.
- HADI, H.; STOLTZFUS, R.J.; DIBLEY, M.J.; MOULTON, L.H.; WEST, K.P.; KJOLHEDE, C.L.; SADJIMIN, T 2000. Vitamina A supplementation selectively improves the linear growth of Indonesian preschool children: results from a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos)* v. 71 no. 2, p. 507-513.
- HOFFPAUER, D.; WRIGHT, S. 1994. Enrichment of rice. *Rice Science and Technology*.
- HUMPHREY, J.; RICE, A. 2000. Vitamin A supplementation of young infants. *Lancet (Reino Unido)* v. 356 p. 422-424.
- ICBF. 1988. Tabla de Composición de Alimentos Colombianos. ICBF, Bogota D.E. p.17, 110 - 116.
- JALAL, F.; NESHEIM, M.C.; AGUS, Z.; SANJUR, D.; HABICHT, J.P. 1998. Serum retinol concentrations in children are affected by food sources of  $\beta$ -carotene, fat intake and anthelmintic drug treatment. *American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos)* v. 68, p. 623-629.
- JOHNSON, L. et al. 1988. Vitamin and mineral fortification of breakfast cereals. *Cereal Foods World (Estados Unidos)* v. 33 no. 3, p. 278-283.
- KAPIL, U.; NAYAR, D. 1996. Organoleptic study of deacidified and deodourised palm oil (DDPO). *Proceedings of the Nutrition Conference. PIPOC. Kuala Lumpur*, p. 33-36.
- LARTEY, A.; MANU, A.; BROWN, K.H.; PEERSON, J.M.; DEWEY, K.G. 1999. A randomized community-based trial of the effects of improved, centrally processed complementary foods on growth and micronutrient status of Ghanaian infants from 6 to 12 months of age. *American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos)* no. 70, p.391 - 404.
- LEAL, F. et al. 1998. *Usuario Pediátrico. Editorial Medica Celsus, Bogota*, p. 42, 154,
- LIU, D.S.; BATES, C.J.; YIN, T.A.; WANG, X.B.; LU, C.Q. 1993. Nutritional efficacy of a fortified weaning rusk in a rural area near Beijing. *American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos)* v. 57 no. 4, p. 506 - 511.
- MANORAMA, R; SARITA, M.; RUKMINI, C. 1997. Red palm oil for combating vitamina A deficiency. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* v. 6 no. 1, p. 56 - 59.
- MANORAMA, R; SARITA, M.; RUKMINI, C. 1999. Effect of supplementation of red palmolein on serum lipid and antioxidant levels of healthy human subjects and iron absorption in anemic adolescent girls. *In: PORIM International Palm Oil Conference. Kuala Lumpur*, p. 134-154.
- MATHEWS - ROTH, M.M. 1990. Plasma concentration of carotenoids after large doses of beta-carotene. *American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos)* v.52, p.500-501.
- MEJIA, L; PINEDA, O. 1986. Replacement of peanut oil used for the fortification of sugar with vitamina A for other vegetable oils available in Central America. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion (Naciones Unidas)* v. 36 no. 1, p. 127 - 134.
- MELSE-BOONSTRA, A.; PEE, S.; MARTINI, E; HALATI, S.; SARI, M.; KOSEN, S.; MUHILAL; BLOEM, M. 2000. The potencial of various foods to serve as a carrier for micronutrient fortification, data from remote areas in Indonesia. *European Journal of Clinical Nutrition* no. 54, p. 822 - 827.
- MPOPC. 1998. *Nutrition Briefs*, v.3, p. 2.
- \_\_\_\_\_. 1999. *Nutrition Briefs*, v.2, p. 11.
- MUHILAL, P.D. 1986. A pioneering project for combatting vitamin A deficiency. *American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos)* v. 48, p. 1265-1276.
- MURRAY, R.K.; MAYES, PA.; GRANNER, D.K., RODWELL, V.W. 1994. *Bioquímica de Harper. Manual Moderno, Mexico D.F.* p. 169-269.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. *Diet and Health. National Academy of Sciences. Washington D.C.*
- NESTLE, P. 1993. *Food fortification in developing countries US Agency for International Development.*
- NESTLE 1987. *Serie Porque... Como... Cuanto... (Vitaminas)*. p. 7-13.
- OOI, T.L; ONG, S.H.; OOI, C.K. 1985. Nutritional value of Beta Carotene. *PORIM Bulletin (Malasia)* no.11, p. 5.
- OOI, C.K. 1999. Minor components of palm oil. *PORIM Bulletin (Malasia)* no.38, p.29,30.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. 1995. *Global prevalence of vitamin A deficiency. MDIS Working Paper No 2. Geneva.*
- POTTER, A.R. 1997. Reducing vitamin A deficiency. *British Medical Journal (Reino Unido)* p. 314 - 317.
- SAROJINI, G.; RADHA, L; BHAVANI, K.N. 1996. Stability of total and  $\beta$ -carotenes in food products prepared with red palm oil blends. *In: PORIM International Palm Oil Conference. Proceeding. PORIM, Kuala Lumpur*, p. 271-279.

- SLOAN, A.E.; STIEDEMANN, M..K. 1996. Food Fortification: from public health solution to contemporary demand. Food Technology (Estados Unidos) p. 100 - 108.
- SOLON, F.S.; KLEMM, R.D.; SANCHEZ, L.; DARNTON-HILL, I.; CRAFT, N.E.; CHRISTIAN, P.; WEST, KP, Jr. 2000. Efficacy of a vitamina A fortified wheat flour bun on the vitamin A status of Filipino schoolchildren. American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos) v. 72 no 3, p. 738 - 744.
- STAHL, W.; HEINRICH, U.; JUNGMANN, H.; SIES, H.; TRONNIER, H. 2000. Carotenoids and carotenoids plus vitamin E protect against ultraviolet light induced erythema in humans. American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos) v. 71 no. 3, p. 795-798.
- SUNDRAM, K.; BASIRON, Y. 1999. Nutritional facts on palm oil: Palm Oil Carotenoids. <http://mpob.gov.my/nutupd1/html>.
- UNDERWOOD, B. 1999. Perspectives from micronutrient malnutrition elimination / eradication programmes. Morbidity and Mortality (Estados Unidos) v. 48 s, p. 37-42.
- UNDERWOOD, B; SMITASIRI, S. 1999. Micronutrient malnutrition: Policies and Programs for control and their implications. Annual Reviews of Nutrition no. 19, p. 303 - 324.
- VAN HET HOF, K. ; WEST, K.; WESTSTRATE, J.A.; HAUTVAST, J. 2000. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. Journal of Nutrition (Estados Unidos) no. 130, p. 503-506.
- VAN STUIJVENBERG, E.; KVALSVIG, J.D.; FABER, M.; KRUGER, M.; KENOYER, D.G.; BENADE, A.J. 1999. Effect of iron, iodine and p-carotene fortified biscuits on the micronutrient status of primary school children. American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos) v. 69 no. 3, p. 497-503.
- WALTER, P. 1994. Vitamin requirements and vitamin enrichment of foods. Food Chemistry (Reino Unido) no. 49, p. 113-117.
- WEST, K.; KATZ, J.; KHATRY, S.K.; LECLERQ, S.C.; PRADHAN, E.K.; SHRESTHA, S.R.;CONNOR, P.B.; DALI, S.M.; CHRISTIAN, P.; POKHREL, R.P; SOMMER, A. 1999. Double blind cluster randomised trial of low dose supplementation with vitamin A or p-carotene on mortality related to pregnancy in Nepal. British Medical Journal (Reino Unido) no. 318, p. 570-575.
- WIEMER, K. 1995. Impact of fortification on nutrient intake of the US population. Abs. ILSI Annual Meeting, Jan 22-26, Cancun, Mexico.