

Efecto del aceite de palma crudo sobre la vitamina A y el perfil lipídico en preescolares colombianos

Effect of the Crude/Red Palm Oil, on Vitamin A and Lipid Levels in Colombian Preschool Children

Olga L. Mora¹
César Baracaldo²

Resumen

En los últimos años, nuestra sociedad presenta una preocupación cada vez más acentuada, por las posibles relaciones entre la alimentación y la salud, debido a que el consumidor manifiesta claras preferencias por aquellos alimentos que considera beneficiosos, lo cual ha aumentado la demanda de alimentos funcionales y de suplementos. Los alimentos funcionales son aquellos que contienen un componente o fitonutriente que genera beneficios en una o en un número limitado de funciones corporales. Debido a que el aceite de palma crudo es una de las fuentes naturales más ricas de fitonutrientes como vitamina E y carotenos (precursores de la vitamina A) responsables de su coloración, y que presenta una composición balanceada de ácidos grasos con una relación de insaturados / saturados cercana a 2:1, se planteó como objetivo del proyecto ofrecer una alternativa localmente disponible para mejorar el estado nutricional de la población infantil colombiana mediante la fortificación de alimentos con aceite de palma. Se seleccionaron 110 niños de 15 hogares comunitarios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, ICBF, de la localidad de Suba. Se dividieron en dos grupos y recibieron diariamente, durante tres meses, una galleta fortificada con aceite de palma crudo (grupo estudio = 55) o una galleta preparada con fracciones de aceite de palma refinado blanqueado y desodorizado RBD (grupo control = 55). Durante este período de intervención nutricional se monitoreó el consumo de los alimentos fortificados, la presencia de alteraciones del apetito o del estado de salud de los niños participantes y se midieron al comienzo y al final de la intervención las concentraciones de vitaminas A y E, perfil lipídico, peso y talla. De acuerdo con los resultados obtenidos se estableció que el consumo diario de galletas fortificadas con aceite de palma crudo y refinado no tiene un efecto sobre el estado nutricional, las concentraciones de carotenos, vitamina A y E en los niños y niñas del estudio. Esto se debe probablemente a que un 60 a 70 % de β -caroteno se rompe por acción enzimática en el intestino y a que las concentraciones de vitamina A y E en sangre se encuentran homeostáticamente reguladas. Se encontró que en los niños que consumieron galletas preparadas con aceite de palma crudo, con altas concentraciones de tocoferoles y tocotrienoles (vitamina E), disminuyeron las concentraciones de colesterol total, LDL y aumentaron las de HDL y Apo B. La disminución de las concentraciones de colesterol y LDL del grupo control puede deberse al contenido de ácidos grasos y tocotrienoles del aceite de palma, los cuales tienen un efecto inhibitor sobre la enzima HMG CoA reductasa, encargada de la síntesis endógena del colesterol. Debido a que el consumo de galletas preparadas con aceite de palma crudo/rojo disminuyó las concentraciones sanguíneas de colesterol total, C-LDL, Apo B y aumentó el C-HDL, puede prevenir la presencia de enfermedades cardiovasculares.

Palabras Clave

Vitamina A,
Aceite de palma crudo,
Nutrición humana.

1 . Coordinadora del Programa de Salud y Nutrición Humana- Cenipalma.

2 . Investigador, Instituto Nacional de Salud INS.

Summary

In the past few years, our society has been experiencing increasingly greater concern with regard to the possible relations between nutrition and health, due to the fact that the consumer manifests clear preferences for those foods that he considers beneficial to his health, thus increasing the demand for functional foods and supplements. Functional foods are those that contain a component or phytonutrient which generates benefits in one or in a limited number of corporal functions. Since crude palm oil is one of the richest natural sources of phytonutrients such as vitamin E and carotenes, (forerunner of vitamin A) responsible for its coloring and which has a balanced composition of fatty acids with a ratio of unsaturates/saturates of nearly 2:1, as the objective of the project, it was proposed that a locally available alternative be offered in order to improve the nutritional condition of the Colombian children's population through the fortification of food with palm oil. One hundred and ten children were selected from 15 community homes belonging to the Colombian Family Welfare Institute (ICBF) from the district of Suba. They were divided into two groups and each day, for a period of three months, they received a biscuit fortified with crude palm oil (study group = 55) or a biscuit prepared with fractions of refined, bleached and deodorized palm oil RBD (control group = 55). During this period of nutritional intervention, the consumption of the fortified food was monitored, as well as the presence of alterations in the appetite or the state of health of the participating children and the concentrations of vitamins A and E, lipid profile, weight and height were measured at the beginning and at the end of the intervention. According to the results obtained, it was established that the daily consumption of biscuits fortified with crude and refined palm oil has no effect on the nutritional state, the concentrations of carotenes, vitamins A and E on the boys and girls participating in the study. This is probably due to the fact that from 60 to 70% of the β -carotene is broken by enzymatic action in the intestine and the concentrations of vitamins A and E in the blood are homeostatically regulated. It was found that in the children who consumed biscuits prepared with crude palm oil, with high concentrations of tocopherols and tocotrienols (vitamin E), the concentrations of total cholesterol, LDL decreased and those of HDL and Apo B increased. The decrease of concentrations of cholesterol and LDL in the control group could be due to the fatty acid contents and tocotrienols of the palm oil, which have an inhibiting effect on the reductase HMG CoA enzyme, in charge of the endogenous synthesis of cholesterol. Due to the fact that the consumption of the biscuits prepared with crude/red palm oil decreased the blood concentrations of total cholesterol, C-LDL, Apo B and increased the C-HDL, it could prevent the presence of cardiovascular diseases.

Introducción

Las implicaciones de la deficiencia de micronutrientes son evidentes tanto para el bienestar físico como para el desarrollo social y económico de una nación (Underwood, 1999). Una de las carencias nutricionales que se ha constituido en un problema de salud pública en más de sesenta países en vía de desarrollo es la deficiencia de vitamina A. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cerca de doscientos millones de preescolares padecen deficiencia de vitamina A y cada año quedan ciegos entre 250.000 y 500.000 niños, de los cuales dos tercios mueren al cabo de pocos meses (OMS, 1997). En Colombia se estima que la deficiencia de vitamina A en niños de 12 a 59 meses de edad es un problema de salud pública, con una prevalencia nacional del 11% (INS, 2003).

La educación nutricional, la suplementación con cápsulas y la fortificación de alimentos han sido estrategias usadas para tratar y prevenir la deficiencia de micronutrientes; sin embargo, a diferencia de las dos primeras, la fortificación ha logrado un impacto favorable en el mediano y

largo plazo sobre el estado nutricional de la población afectada (Underwood, 1999; Potter, 1997).

El aceite de palma crudo es una de las fuentes naturales más ricas de carotenos (precursores de la vitamina A) responsables de la coloración roja característica de este aceite (Chandrasekharan, 1997). Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1997) 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”.

Según análisis preliminares realizados en el Laboratorio de Caracterización de Aceites de Cenipalma, el aporte total de carotenos de la variedad *Elaeis guineensis* Jacq. cultivada en

**Tabla
1**

Estudios de fortificación de alimentos con aceite de palma

Autor	Resultado
Sivan <i>et al.</i> , 2002	• Suplementación con aceite de palma rojo (5 ml - 10 ml) durante siete meses, registró mayor aumento de los niveles de retinol y β-caroteno comparado con aceite de maní más vitamina A sintética. No hubo diferencias entre dosis.
Lietz <i>et al.</i> , 2001	• Suplementación con aceite de palma rojo aumentó concentraciones de carotenos en plasma y en leche materna de mujeres lactantes comparado con aceite de girasol.
Van Stuijvenberg <i>et al.</i> , 2000 y 2001	• El aumento significativo del retinol sérico con <i>biscuit</i> preparado con aceite de palma rojo fue similar al obtenido con aquel que contenía β-carotenos sintéticos. Buena aceptación sensorial.
Manorama <i>et al.</i> , 1997 - 1999	• Aumento significativo en retinol sérico al consumir durante dos meses un <i>snack</i> fortificado con aceite de palma rojo. • Aceite de palma rojo mantuvo niveles adecuados de retinol hasta seis meses después de terminada la intervención. • Aceite de palma mostró efecto similar al obtenido con la suplementación con dosis masivas de vitamina A.
Sundram y Basiron, 1998	• 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 seis meses.
Mejía y Pineda, 1986	• Aceite de palma mostró el menor nivel de oxidación entre los posibles sustitutos del aceite de maní para fortificar azúcar.

Colombia varía entre 720 y 2240 ppm; sin embargo, éstos se pierden durante el proceso de refinación tradicional.

Son varios los estudios en diferentes poblaciones (Tabla 1) que han concluido que el consumo de aceite palma crudo (como suplemento ingrediente de diferentes alimentos) y rojo (obtenido mediante un proceso modificado de refinación) mejora los niveles de retinol (vitamina A) sanguíneo, el desarrollo cognitivo y la tasa de crecimiento promedio.

Objetivo general

Ofrecer una alternativa para mejorar el estado nutricional de la población infantil colombiana mediante la fortificación de alimentos con aceite de palma.

Objetivos específicos

- Desarrollar productos alimenticios con aceite de palma crudo/rojo de alta aceptabilidad por parte del grupo objetivo.

- Comparar las concentraciones de retinol sérico (vitamina A), perfil lipídico y vitamina E de niños que consumieron alimentos desarrollados con aceite de palma crudo (rico en carotenos) con los de aquellos que consumieron productos con aceite de palma RBD (con bajo aporte de carotenos).

Materiales y métodos

Desarrollo del producto

Esta etapa consistió en realizar ensayos de desarrollo de alimentos preparados con aceite de palma crudo. Los alimentos seleccionados para la fortificación fueron galletas y ponqués debido a su aceptación dentro de la población infantil y porque el horneado es uno de los métodos de cocción que reporta menores pérdidas de carotenos.

El producto seleccionado debía cubrir 50% de la ingesta diaria recomendada de vitamina A para niños de 24 a 48 meses de edad (200 ER aproximadamente) y que conservara características organolépticas similares a su par tradicional (productos disponibles en el mercado).

Durante esta etapa se llevaron a cabo varias actividades:

- Pruebas preliminares. Se contaron con seis formulaciones tradicionales de galletas y ponqués, en donde se sustituyó la margarina por diferentes concentraciones de aceite de palma crudo. Dado que la literatura y los análisis realizados por Cenipalma han demostrado una mayor concentración de carotenos en materiales híbridos (*E. Oleífera* x *E. Guineensis*) se decidió emplear el aceite obtenido de este material
- Evaluación físico-química y selección del alimento. Fueron preseleccionadas tres formulaciones de alimentos: galletas con sabor a naranja, galletas con sabor a chocolate y *muffins*. El aporte de carotenos total se midió en muestras de aceite de palma crudo y en el producto horneado.

En la evaluación sensorial los alimentos preferidos fueron las galletas con sabor a naranja, con un tamaño de porción de 6,6 g (por unidad), la cual aportó 195 ER, equivalentes al 48,7% de la recomendación diaria de vitamina A para el grupo objetivo. Las determinaciones de carotenos se realizaron por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) en el Laboratorio de Aceites de Cenipalma. Los ensayos y la producción a escala industrial de la galletas estuvieron a cargo de la Compañía de Galletas Noel S.A.

Conformación y valoración inicial de la muestra

Según el Instituto Nacional de Salud (INS), la localidad de Suba es una de las zonas con mayor prevalencia de deficiencia de vitamina A en Bogotá, razón por la cual se presentaron los objetivos y metodología del proyecto para quince hogares comunitarios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) de esta localidad.

Luego de esta presentación, los padres de familia de 116 niños entre 2-4 años de edad dieron su consentimiento escrito para participar.

Las variables consideradas en el estudio fueron: sexo, edad, peso, talla, parasitismo, hemoglobina, concentraciones séricas de retinol, vitamina E, perfil lipídico, hábitos alimentarios y frecuencia de consumo de fuentes dietarias de carotenos y retinol.

Los criterios de selección fueron:

- Edad. Niños de los dos sexos de 24-48 meses de edad, teniendo en cuenta que éste es el grupo etario con mayor prevalencia de deficiencia de vitamina A
- Concentraciones iniciales de retinol. Inicialmente se definió que se excluirían del estudio niños con deficiencia severa de retinol (valores inferiores a 7 m/dL), los cuales serían remitidos para manejo inmediato; sin embargo, en la muestra sólo se encontraron casos de deficiencia leve.

La muestra de los 116 niños fue evaluada teniendo en cuenta los siguientes indicadores:

- Valoración antropométrica (peso y talla)
- Análisis coprológico para identificar presencia/ausencia de parasitismo intestinal. Lo anterior porque el parasitismo reduce la biodisponibilidad de provitamina A
- Determinación de concentraciones iniciales de hemoglobina, carotenos, retinol (vitamina A), vitamina E y perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos, HDL, LDL, Apo (a), Apo(B), Lipoproteína A y B, ApoE)
- Encuesta de consumo para determinar aporte dietario de macro y micronutrientes, con énfasis en fuentes de carotenos y vitamina A.

Intervencional nutricional

Al inicio de la intervención la muestra contaba con 110 niños, quienes siguiendo su patrón habitual de consumo fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos, recibiendo diariamente durante tres meses (según calendario escolar), una galleta fortificada con aceite de palma crudo (grupo estudio =55) o una galleta preparada con fracciones RBD de aceite de palma (grupo control =55).

Durante este período de intervención nutricional se monitoreó el consumo de alimentos fortificados y la presencia de alteraciones del apetito o del estado de salud de los niños participantes.

Segunda valoración

Se realizó a 95 niños que permanecieron activos en el proyecto e incluyó valoración antropométrica (peso y talla) y determinación de

hemoglobina, carotenos, retinol, vitamina E y perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos, HDL, LDL, Apo (A), Apo (B), lipoproteína A y Apo E).

Tercera valoración

Seis meses después de terminada la intervención (nueve después de iniciado el proyecto), se realizó la última valoración a 55 de los 95 niños que participaron de la segunda medición. Las pérdidas correspondieron al retiro de 25 niños del proyecto y a una epidemia de varicela (quince niños durante la semana de la toma de muestras). La valoración incluyó antropometría (peso y talla) y determinación de hemoglobina, carotenos, retinol (vitamina A) y vitamina E.

Para complementar la información relacionada con consumo de fuentes dietarias de carotenos y vitamina A diferentes a la galleta fortificada con aceite de palma, se estandarizaron durante

dos días las minutas (alimentos ofrecidos y consumidos) de los quince hogares comunitarios que participaron en el proyecto. Para el análisis estadístico se consideró esta información, ya que se estima que las minutas de los hogares cubren 70% del consumo diario de energía y nutrientes de los niños.

Resultados y discusión

Con relación al parasitismo intestinal, de los 116 exámenes coprológicos analizados, 65 fueron positivos para parásitos.

El grupo de niños con resultado positivo fueron desparasitados según valoración y prescripción médica realizada por médicos del Hospital de Suba.

Clasificación nutricional de peso para la talla

Al comienzo del estudio los resultados del peso para la talla mostraron una prevalencia de déficit

Tabla 2 Clasificación nutricional del peso para la edad

Medición	Grupo estudio				Grupo control				Total			
	DN	RDN	SB	OB	DN	RDN	SB	OB	DN	RDN	SB	OB
Primera toma	6,4	27,7	2,1	0	8,7	23,9	8,7	2,2	7,6	25,8	5,4	1,1
Segunda toma	6,5	34,8	2,2	0	9,7	17,1	7,3	4,9	8,0	26,4	3,4	3,4
Tercera toma	8,6	25,7	0	0	10,3	20,7	10,3	3,4	9,4	23,4	4,7	1,6

Tabla 3 Clasificación nutricional del peso para la talla

Medición	Grupo estudio				Grupo control				Total			
	DN	RDN	SB	OB	DN	RDN	SB	OB	DN	RDN	SB	OB
Primera toma	2,1	12,8	4,3	2,1	0	10,9	15,2	2,2	1,1	11,8	9,7	2,2
Segunda toma	0	10,9	13,0	2,2	2,4	9,8	19,5	2,4	1,1	10,3	16,1	2,3
Tercera toma	0	11,4	8,6	0	0	6,9	10,3	6,9	0	9,4	9,4	3,1

Tabla 4 Clasificación nutricional de la talla para la edad

Medición	Grupo estudio		Grupo control		Total	
	DN	RDN	DN	RDN	DN	RDN
Primera toma	19,2	23,4	10,9	19,6	15,1	21,5
Segunda toma	21,7	26,1	7,3	19,5	14,9	23,0
Tercera toma	20,0	20,0	20,7	20,7	20,3	20,3

DN= Desnutrición; RDN= Riesgo a desnutrición; SB= Sobrepeso; OB= Obesidad

de peso -desnutrición aguda- relativamente baja y equivalente al 1,1% del total de niños y niñas; 11,8% de los preescolares se encontraron en riesgo de desnutrición, encontrando 12,8% en el grupo estudio y 10,9% en el grupo control; 11,9% presentaron exceso de peso (9,7% sobrepeso y 2,2% obesidad).

En la última medición no se encontraron niños y niñas por debajo de -2 desviaciones estándar; 9,4% con riesgo de desnutrición, en el grupo estudio la proporción fue del 11,4% y en el grupo control del 6,9%; el 9,4% presentó sobrepeso, el porcentaje de preescolares del grupo estudio fue del 8,6% y del 10,3% en el grupo control; 3,1% se clasificaron como obesos, encontrando 6,9% en el grupo control y no encontrando preescolares con esta clasificación en el grupo estudio.

Clasificación nutricional de la talla para la edad

En el indicador de talla para la edad se observa lo siguiente: al inicio del estudio 15,1% de los preescolares presentaron retardo del crecimiento en talla (desnutrición crónica), encontrando 19,2% en el grupo estudio y 10,9% en el grupo control.

Clasificación nutricional del peso para la edad

El peso del 7,6% de los niños y niñas está por debajo de -2 desviaciones estándar (desnutrición global), con 6,4% en el grupo estudio y 8,7% en el grupo control; mientras que 25,8% se halla en riesgo de déficit de peso para la edad presentando 27,7% el grupo estudio y 23,9% el grupo control; en tanto que 6,6% está en exceso de peso, encontrando 2,1% en el grupo estudio y 10,9% en el grupo control.

Con esta misma clasificación nutricional se encontró en los preescolares después de la intervención nutricional que 8% de los niños y niñas están clasificados como desnutrición global con 6,5% en el grupo estudio y 9,7% en el grupo control; por otro lado 26,4% está en riesgo de déficit de peso para la edad encontrando 34,8% en el grupo estudio y 17,1% en el grupo control; adicionalmente 6,8% se encuentra en exceso de peso con 2,2% en el grupo estudio y 12,2% en el grupo control.

Pruebas bioquímicas

El análisis estadístico indicó que la intervención nutricional no tuvo un efecto significativo sobre

los niveles de retinol ni de β -caroteno en suero. Esto puede deberse a que 60-70% del β -caroteno se degrada por acción enzimática en el intestino (Baracaldo, 2002).

Se llevó a cabo un análisis estadístico de las concentraciones de perfil lipídico, al inicio y al final de la intervención en cada uno de los grupos, con un nivel de confianza del 95%. Las diferencias tuvieron un mayor nivel de significancia dentro del grupo a estudio con respecto al grupo control.

- Las concentraciones de colesterol total al final de la intervención, en el grupo a estudio disminuyeron, mientras que en el grupo control aumentaron, aunque este aumento no fue significativo
- Al analizar los datos de la fracción de colesterol HDL, se observó un aumento luego de la intervención nutricional para los dos grupos, comportamientos que son significativos (p de 0,050 para el grupo a estudio y 0,031 en el grupo control).

De los datos de las mediciones de colesterol LDL, se observó un descenso significativo de los valores al final de la intervención para el grupo a estudio (p de 0,0001).

Los datos obtenidos en el estudio demuestran que hubo una disminución del nivel de colesterol sérico al consumir el alimento con aceite de palma crudo/rojo del 6,8%, en comparación con el grupo control. Esta disminución pudo deberse al contenido de ácidos grasos insaturados del aceite de palma, los cuales tienden a reducir el colesterol; éste, al igual que otros aceites vegetales no contiene colesterol y a pesar de que contiene ácido palmítico, que es un ácido graso saturado, éste es menos hipercolesterolémico en comparación con otros ácidos grasos.

Otro factor que podría explicar la disminución del colesterol es el contenido de tocotrienoles del aceite de palma, que tienen un efecto inhibitorio sobre la enzima HMG Co A reductasa, encargada de la síntesis endógena del colesterol.

Conclusiones

- La concentración de vitamina A en sangre no tuvo relación directa con la ingesta del alimento fortificado

- No se observó un aumento significativo en la concentración de retinol ni β -caroteno luego del consumo de la galleta fortificada
- El consumo de galletas preparadas con aceite de palma crudo disminuye las concentraciones de colesterol total y LDL y aumenta las de HDL (efecto protector contra enfermedad cardiovascular).

Para futuros experimentos se recomienda

- Considerar poblaciones con deficiencia moderada de vitamina A (mayor tasa de conversión caroteno-vitamina A?)
- Determinar biodisponibilidad del aceite de palma puro e incorporado al alimento estudiado
- Determinar estabilidad/degradación de los carotenos del aceite de palma durante diferentes procesamientos.

Este proyecto fue ejecutado en conjunto con la Subdirección de Nutrición del Instituto Nacional de Salud, y contó con la cofinanciación de Colciencias y la participación de las siguientes empresas e instituciones: 🌿

Empresa/Institución	Aporte
ICBF Suba	Logístico
Hacienda La Cabaña S.A.	Donación del aceite de palma crudo
Lloreda S.A.	Caracterización del aceite de palma crudo
Carrera de Nutrición y Dietética, Pontificia Universidad Javeriana	Realización de ensayos de desarrollo de producto
Compañía de Galletas Noel S.A.	Realización de ensayos de desarrollo de producto Donación de galletas
Laboratorios Pfizer	Donación de antiparasitarios
Alpina y Nestlé	Donación de desayunos para las tres tomas de muestras

Bibliografía

- BARACALDO, C.; ROZO, C.; CASTRO, L. 2002. Estudio comparativo de la utilización biológica de β -caroteno sintético y de fuentes naturales en ratas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v.52 no.4, p.355-361.
- 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 1995-1996). Instituto Nacional de Salud. 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.
- FAO/OMS. 1997. Consulta FAO/OMS de expertos sobre grasas y aceites en la nutrición humana. FAO Roma. 124p.
- LIETZ, G.; HENRY, C.J.; MULOKOZI, G.; MUGYABUSO, J.K.; BALLART, A.; NDOSSI, G.D.; LORRI, W.; TOMKINS, A. 2001. Comparison of the effects of supplemental red palm oil and sunflower oil on maternal vitamin A status. Am J Clin Nutr. v.74, no.4, p.501-9.
- 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. 1999. Effect of supplementation of red palmolein on serum lipid and antioxidant levels of healthy human subjects and iron absorption in anemic adolescent girls. PORIM International Palm Oil Conference. Kuala Lumpur, p.134-154.
- MEJÍA, L; PINEDA, O. 1986. Replacement of peanut oil used for the fortification of sugar with vitamin A for other vegetable oils available in Central America. Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Naciones Unidas) v. 36, no.1, p.127-134.
- OBARZANEK, E. *et al.* 2001. Long term safety and efficacy of a cholesterol lowering diet in children with elevated low density lipoprotein cholesterol: seven year result of dietary intervention study in children (DISC) Pediatrics, v.107, no.2, p.256-264.
- OLSO, J.A. 1994. Vitamin A, retinoids and carotenoids In: Modern Nutrition in Health and Disease, 8 th ed., v.1, p. 287-307. Lea&Febiger, Philadelphia, PA.

- ORGANIZACIÓN 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.
- QURESHI, A.A.; QURESHI, N.N.; WRIGHT, J.J.K.; SHEN, Z.; KRAMER, G.A.; CHONG, V.H.; DEWITT, G.; ONG, A.S.H.; PETERSON, D.M.; BRANDLOW, B.A. 1991. Lowering of serum cholesterol in hypercholesterolemic humans by tocotrienols (palmvitee). American Journal of Clinical Nutrition, no.53, p.1021s-1026s.
- RAJAN, N.; BLANER, W.S.; SOPRANO, D.R.; SUHARA, A.; GOODMAN, D.S. 1990. Cellular retinol-binding protein messenger RNA levels in normal and retinoid-deficient rats. J. Cancer 29^a, p.1335-1344.
- SAROJINI, G.; RADHA, L.; BHAVANI, K.N. 1996 Stability of total and b-carotenes in food products prepared with red palm oil blends. Proceedings of the Nutrition Conference. PIPOC. Kuala Lumpur, p.271-279.
- SIVAN, Y.S.; ALWIN, J.Y.; ARUMUGHAN, C.; SUNDARESAN, A.; JAYALEKSHMY, A.; SUJA, K.P.; SOBAN, K.; DEEPA, S.S.; DAMODARAN, M.; SOMAN, C.R.; RAMAN, K.V.; SANKARA, P. 2002. Impact of vitamin A supplementation through different dosages of red palm oil and retinol palmitate on preschool children. J. Trop. Pediatr. v.48, no.1, p.24-28.
- 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.48s, p.37-42.
- VAN VLIET, T.; VAN VLISSINGEN, M.F.; VAN SCHAIK, F.; VAN DEN BERG, H. 1996. β -carotene absorption and cleavage in rats is affected by the vitamin A concentration of the diet. J. Nutr. v.126, p.499-507.
- VAN STUIJVENBERG, M.E.; DHANSAY, M.A.; LOMBARD, C.J.; FABER, M.; BENADE, A.J. 2001. The effect of a biscuit with red palm oil as a source of beta-carotene on the vitamin A status of primary school children: a comparison with beta-carotene from a synthetic source in a randomised controlled trial. Eur J Clin Nutr., v. 55, no.8, p.657-62.
- VAN STUIJVENBERG, M.E.; FABER, M.; DHANSAY, M.A.; LOMBARD, C.J.; VORSTER, N.; BENADE, A.J. 2000. Red palm oil as a source of beta-carotene in a school biscuit used to address vitamin A deficiency in primary school children. Int. J. Food Sci. Nutr. 51 Suppl., p.43-50.