

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos

CAROTENOIDES SÉRICOS Y SU RELACIÓN CON LA DIETA EN UN GRUPO DE ADULTOS CUBANOS

Consuelo Macías Matos,¹ Florian Schweigert,² Graciela Serrano Sintés,³ Gisela Pita Rodríguez,⁴ Andrea Hurtienne,² Denia Reyes,⁵ y Elsa Alonso Jiménez⁵

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue obtener el perfil de carotenoides séricos en un grupo de adultos cubanos aparentemente sanos y relacionarlo con la ingesta dietética. En el estudio participaron 30 voluntarios (20 mujeres y 10 hombres) con edades comprendidas entre 22 y 53 años. Se les tomó una muestra de sangre para las determinaciones de carotenoides y vitamina A en el suero por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC); paralelamente se les realizó una encuesta de frecuencia de consumo semicuantitativa que recogía la información de los alimentos consumidos los 30 días precedentes. La encuesta incluyó 38 alimentos ricos en vitamina A y carotenoides, 26 de origen vegetal y 12 de origen animal. Se hizo un estimado de los alimentos de mayor consumo y su aporte en carotenoides provitamina A y no provitamina A, así como el de vitamina A y la ingestión media de carotenoides. Los niveles medios de ingestión fueron licopeno 6,86 mg/día (dado por el consumo de tomate y papaya), betacaroteno 2,81 mg/día (principalmente tomate y zanahoria), luteína 0,79 mg/día (calabaza y chícharos), zeaxantina 0,12 µg/día (naranjas), betacriptoxantina 1,38 mg/día (naranja y papaya) y alfacaroteno 0,60 mg/día (zanahoria y plátanos). Las medias de los carotenoides séricos fueron: licopeno $38,14 \pm 15,94$ µg/dL; betacaroteno $16,64 \pm 6,36$ µg/dL; luteína $16,20 \pm 7,61$ µg/dL; betacriptoxantina $8,33 \pm 6,03$ µg/dL; alfacaroteno $6,48 \pm 3,42$ mg/dL y zeaxantina $2,30 \pm 0,91$ µg/dL. El perfil de carotenoides estuvo caracterizado por una elevada concentración de licopeno y alfacaroteno por un abundante consumo de tomate y plátanos respectivamente sobre los valores habituales relacionado con el consumo. Se encontró correlación entre la ingesta y los niveles séricos para los carotenoides provitamina A y la zeaxantina. Este resultado permite utilizar con buena precisión la encuesta de frecuencia de consumo en estudios epidemiológicos para la estimación de los carotenoides.

DeCS: CAROTENOIDES/sangre; VITAMINAS EN LA DIETA; FRUTAS; VEGETALES; ANTIOXIDANTES; VITAMINA A/sangre.

¹ Doctora en Ciencias Químicas. Licenciada en Bioquímica. Investigadora Titular.

² Institut für Ernährungswissenschaft, Uni Potsdam. Alemania.

³ Licenciada en Alimentos. Especialista.

⁴ Doctora en Medicina. Especialista de II Grado en Bioquímica Clínica. Investigadora Auxiliar.

⁵ Técnica de Laboratorio.

Los carotenoides son un grupo de pigmentos naturales liposolubles que el ser humano no es capaz de sintetizar y necesita adquirirlos por medio de la dieta. Se encuentran fundamentalmente en las frutas y los vegetales y les proporcionan coloración amarilla, anaranjada y roja que a veces se enmascara por el color de la clorofila dando coloración verde oscura como ocurre en algunos vegetales de hojas.

En estudios epidemiológicos recientes se ha demostrado una asociación entre niveles elevados de carotenoides en la dieta o en sangre y un efecto protector contra el desarrollo de enfermedades crónicas como ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, enfermedades degenerativas de la mácula y cataratas.¹⁻⁶ Este hecho, sumado a la función de algunos de estos compuestos como precursores de la vitamina A provoca un interés creciente.

El perfil de carotenoides séricos está determinado fundamentalmente por la dieta. Por lo tanto, cambia con la época del año y se manifiestan características por países.⁷⁻¹¹ En el suero humano se han identificado, gracias a la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), unos 20 carotenoides, muchos de ellos isómeros.¹² Generalmente se cuantifican 6 que se encuentran mayoritariamente en todos los individuos de distintos países y son: alfa-caroteno, beta-caroteno, beta-criptoxantina, luteína, zeaxantina y licopeno. Todos ellos tienen actividad como antioxidantes y solo los 3 primeros son precursores de la vitamina A.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar el perfil de carotenoides en sangre de un grupo de adultos cubanos aparentemente sanos, identificar los alimentos que contribuyen a la ingestión de cada carotenoide y relacionar los valores séricos con los de la dieta. Este estudio constituye

el paso inicial en la adquisición de datos de carotenoides individuales en la población cubana para posteriormente evaluar cambios en las fracciones en relación con diferentes enfermedades crónicas.

MÉTODOS

El estudio se realizó en febrero de 1998 y participaron 30 voluntarios cubanos (20 mujeres y 10 hombres) con edades comprendidas entre 22 y 53 a (media = 36 a).

De cada participante se tomó una muestra de sangre en ayunas por punción de la vena antecubital. La sangre se recogió en tubos con anticoagulante (EDTA), se centrifugó y el plasma se dispensó en microtubos con tapa que se cerraron después de pasarle una corriente de nitrógeno. Las muestras se guardaron a -75°C y se mantuvieron congeladas y protegidas de la luz durante el traslado al Instituto de Nutrición de Potsdam.

A $200\ \mu\text{L}$ de plasma se le añadieron $200\ \mu\text{L}$ de etanol para precipitar las proteínas; seguidamente se extrajo con 1 mL de n-hexano y se agitó durante 10 min. Se centrifugó y la capa orgánica superior fue transferida a otro tubo de ensayo. El proceso de extracción se repitió, se unieron ambos extractos y se evaporaron a sequedad bajo corriente de nitrógeno. El residuo fue resuspendido en $200\ \mu\text{L}$ de isopropanol y se puso en baño ultrasónico durante 5 min.

Se determinaron 6 carotenoides: luteína, zeaxantina, beta-criptoxantina, alfa-caroteno, beta-caroteno y licopeno y el retinol plasmático por HPLC según un método de gradiente en fase reversa¹³ en una columna C30 (5 mm, $250 \times 4,6\text{mm}$; YMC, Wilmington, USA). El sistema de HPLC consistió en 2 bombas Waters Modelo 515 operando a un flujo de 1 mL/min, un inyector

tor automático (Modelo Waters 717 plus). La mezcla de solventes comprendió:

- Solvente A: metanol (Roth Chemicals Germany), metil-terbutil-eter (Sigma Deisenhofen, Alemania) y agua con 1,5 % de acetato de amonio 85:15:2.
- Solvente B: metanol, metil-terbutil-eter y agua (8:90:2).

El gradiente de elución comenzó con 100 % del solvente A, pasando a 93 % del mismo solvente al primer minuto, manteniéndose por 3 min, seguido de un gradiente lineal de 45 % de A por 17 min y manteniéndose a 45 % durante 1 min, entonces lineal durante 11 min hasta alcanzar 5 % de A donde se mantuvo por 4 min, finalizó regresando a 100 % de A en 2 min. Al finalizar el gradiente la columna se reequilibró con 100 % del solvente A durante 10 min. En la figura se muestra el cromatograma tipo donde se puede observar la separación de los carotenoides.

Para la detección y caracterización de los picos se usó un detector de arreglo de fotiodo (Modelo Waters 996). Los carotenoides y el retinol fueron cuantificados midiendo su absorción a 450 y 325 nm respectivamente. Los tiempos de retención se compararon con estándares externos. Los estándares externos de luteína, zeaxantina, beta-criptoxantina y licopeno fueron obsequiados por Hoffmann-La Roche, de Suiza, y alfa-caroteno, beta-caroteno, retinol y plamitato de retinol fueron de Sigma, Deisenhofen, Alemania.

El mismo día de la toma de la muestra de sangre se realizó una encuesta de frecuencia semicuantitativa de consumo que recogía la información de los 30 d precedentes, correspondiendo a la época del año de mayor disponibilidad de frutas y vegetales. La encuesta incluía 38 alimentos ricos en vitamina A y carotenoides, 26 de origen vegetal y 12 de origen animal. Los datos primarios se recogieron en términos de medidas caseras, las cuales fueron llevadas a gramos.

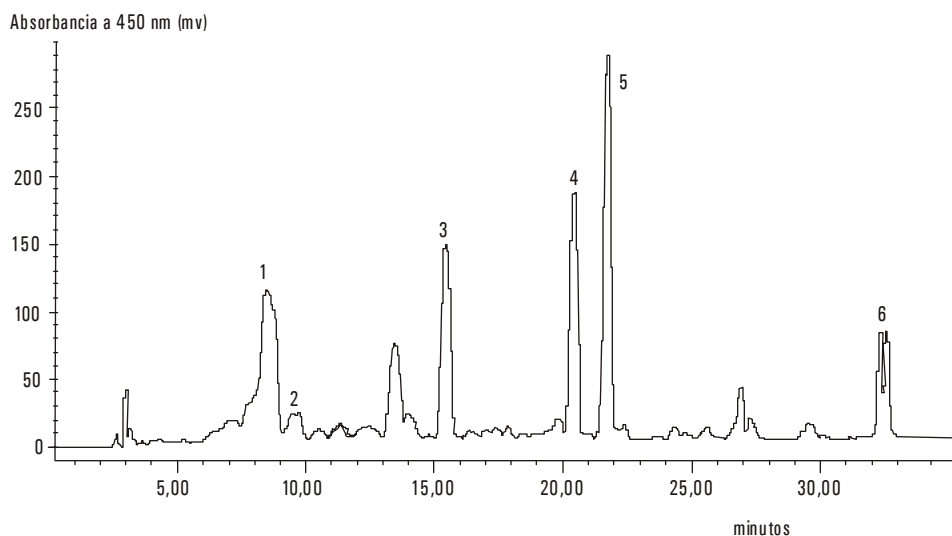


FIG. Cromatograma de los principales carotenoides del plasma de uno de los individuos estudiados. Los picos numerados corresponden a: 1) luteína, 2) zeaxantina, 3) beta-criptoxantina, 4) alfa-caroteno, 5) beta-caroteno y 6) licopeno.

La conversión de la ingestión de alimentos a cantidades de carotenoides se realizó mediante el sistema computadorizado CERES.¹⁴

Las concentraciones de los carotenoides individuales se estimaron a partir de la unificación de los datos de una base española¹⁵ y otra que comprende datos de diferentes países recopilada por especialistas del Instituto de Nutrición de Wageningen.¹⁶ De acuerdo con ellas solamente se computan los alimentos de origen vegetal. Con estos datos se creó una tabla auxiliar de carotenoides. Los valores se expresaron en $\mu\text{g}/100\text{ g}$ de alimentos.

Por su estrecha relación con los carotenoides se realizó adicionalmente el análisis de la vitamina A para el cual se incluyeron todos los alimentos encuestados. Los porcentajes de adecuación de la ingestión de vitamina A se calcularon a partir de las Recomendaciones Nutricionales y Guía de Alimentación para la población cubana,¹⁷ considerando valores entre 90 y 110 % como adecuados, entre 70 y 90 % bajos y menores de 70 % inadecuados.

Se seleccionaron los alimentos consumidos por más del 50 % del grupo y se calculó el consumo medio (gramo por día) y un estimado de su aporte en carotenoides provitamina A y no provitamina A, así como el aporte de vitamina A.

Los resultados de la ingestión dietética y los valores en plasma se exponen como media y desviación estándar; por la elevada variabilidad en ambos casos se incluyen los valores de la mediana. Se realizó el cálculo de la correlación entre carotenoides séricos y en la dieta utilizando el coeficiente de correlación de Pearson con un nivel de confiabilidad del 95 %.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los alimentos ricos en carotenoides y vitamina A de

mayor consumo. Solamente una tercera parte de los alimentos que se incluyeron en la encuesta fueron consumidos por más del 50 % del grupo de estudio.

TABLA 1. *Frutas y vegetales ricos en carotenoides de mayor consumo por un grupo de adultos cubanos sanos. Febrero, 1998*

Alimento	% de consumidores	
	n = 30	g/persona/d
Tomate	100	155
Naranja	97	135
Chícharos	97	61
Plátano fruta	77	40
Papaya	70	67
Zanahoria	70	24
Plátano "vianda"	70	47
Calabaza	56	17
Lechuga	56	9

La contribución específica de las frutas y los vegetales a la ingestión de cada carotenoide se muestra en la tabla 2. El beta-caroteno, principal carotenoide provitamina A, por su amplia distribución en los alimentos fue aportado por casi todos los alimentos que se incluyeron en la encuesta, aunque solo el tomate y la zanahoria contribuyeron en más del 50 %; el primero por las cantidades tan elevadas en que fue consumido y el segundo por su alto contenido. Al alfa-caroteno contribuyeron los plátanos, que caracterizan la dieta cubana, y la zanahoria. El 82 % de la ingestión de beta-criptoxantina fue debido a la naranja y la frutabomba.

Con respecto a la ingestión de carotenoides no provitamina A, los principales responsables de la ingestión de luteína y zeaxantina fueron la naranja, la calabaza y el chícharo, mientras que el aporte total de licopeno se debió a solo 3 alimentos: tomate, papaya y guayaba. Otros contribuyentes potenciales hubieran sido la toronja rosada y el melón de agua pero fueron muy poco consumidos. El huevo, que tiene un

alto contenido de luteína, fue consumido por todo el grupo de estudio, pero no se computó ya que no está incluido en las bases de datos usadas.

Los mismos alimentos citados anteriormente como contribuyentes de carotenoides provitamina A fueron los principales responsables de la ingestión de vitamina A además del hígado y los huevos (tabla 2).

La tabla 3 muestra las cantidades ingeridas de los carotenoides y de la vitamina A. Se destacó el valor extremadamente alto del licopeno (mediana = 5,58 mg/d) y como consecuencia el valor elevado de los carotenoides totales (10,9 mg/d). La media y la mediana de la vitamina A se encontraron por encima de las cantidades recomendadas, aunque el 40 % del grupo tuvo ingestiones consideradas como inadecuadas.

En la tabla 4 se observan las concentraciones plasmáticas de los carotenoides y

de la vitamina A. La fracción principal la constituyó el licopeno (46 %), seguido por el beta-caroteno (20 %) y la luteína (16 %). No se encontró ningún individuo con valores deficientes de vitamina A (<20 µg/dL), inclusive el mínimo estuvo por encima del valor (30 mg/dL) que se considera representativo de un estado nutricional adecuado de esta vitamina.

Al correlacionar los valores del plasma con la ingestión dietética se encontró que el alfa-caroteno presentaba la mayor correlación ($r = 0,52$; $p < 0,001$). También tuvieron una correlación significativa para $p < 0,05$ el beta-caroteno ($r = 0,47$), la zeaxantina ($r = 0,46$), la beta-criptoxantina ($r = 0,41$) y los carotenoides totales ($r = 0,44$). No se encontró correlación significativa para la luteína ($r = 0,31$), el licopeno ($r = 0,16$) ni la vitamina A ($r = 0,10$).

TABLA 2. Contribución de alimentos a la ingestión de carotenoides y vitamina A en un grupo de adultos cubanos sanos. (Expresado en término de porcentaje). Febrero, 1998

Alimento	Carotenoides provitamina			Carotenoides no provitamina A			Vitamina A
	Beta-criptoxantina	Alfacaroteno	Beta caroteno A	Luteína	Zeaxantina	Licopeno	
Tomate			30	12		78	18
Naranja	54	9	5	9	65		5
Chícharo		5	5	29			
Plátano fruta		10					7
Papaya	28					16	5
Zanahoria		52	26	6			14
Plátano "vianda"		18					5
Calabaza	6		6	28	22		
Mandarina	6						
Maíz				8			
Guayaba						5	
Hígado							11
Huevos							7

Contribución mínima 5%

TABLA 3. *Ingestión de carotenoides y retinol en un grupo de adultos cubanos aparentemente sanos (mg/d)*

	Media (DE)	Min	Max	Mediana
Luteína	0,789 (0,861)	0,008	3,642	0,569
Zeaxantina	0,124 (0,136)	0,000	0,680	0,079
Beta-criptoxantina	1,378 (1,433)	0,102	4,805	0,751
Alfa-caroteno	0,600 (0,694)	0,005	3,389	0,434
Beta-caroteno	2,813 (2,222)	0,405	8,992	2,198
Licopeno	6,855 (5,536)	0,482	23,563	5,581
Carotenoides totales	13,476 (2,195)	7,811	36,348	10,916
Vitamina A	0,919 (0,591)	0,055	2,576	0,826

n=30

TABLA 4. *Valores de carotenoides y retinol plasmático en un grupo de adultos cubanos aparentemente sanos (µg/dL)*

	Media (DE)	Min Max	Mediana
Luteína	16,20 (7,61)	5,86-41,13	13,11
Zeaxantina	2,30 (0,91)	0,91-4,44	1,99
Beta-criptoxantina	8,33 (6,03)	1,60-28,81	6,33
Alfa-caroteno	6,48 (3,42)	2,14-17,34	5,66
Beta-caroteno	16,64 (6,36)	7,14-30,76	15,33
Licopeno	38,14 (15,94)	16,35-92,00	23,01
Carotenoides totales	88,09 (20,14)	33,36-119,17	71,53
Vitamina A	52,54 (11,39)	30,23-83,02	51,77

n=30

DISCUSIÓN

Se aprecia poca variedad en el consumo de frutas y vegetales. Alimentos ricos en carotenoides, como los vegetales de hojas verdes, el pimiento y el melón de agua, disponibles en el mercado en la época encuestada, fueron de bajo consumo. Las causas parecen ser la falta de hábito y la poca accesibilidad.

Las cantidades absolutas y la proporción en que se encuentran los carotenoides en el plasma varían para cada país en dependencia de las fuentes de alimento y de sus hábitos dietéticos. Mientras que el perfil de carotenoides séricos de los españoles lo caracteriza una fracción particularmente elevada de beta-criptoxantina por el con-

sumo de naranjas y mandarinas,¹⁸ y el de Francia, Alemania y otros países la fracción de beta-caroteno y luteína por el consumo de vegetales de hojas verdes y zanahoria;^{10,19,20} en el estudio realizado se destaca una predominante fracción de licopeno por un consumo elevado de tomate y una fracción de alfa-caroteno con valores superiores a los habituales en la literatura por el consumo de plátano, alimento típico de la dieta cubana.

El licopeno constituye la fracción principal en el plasma de individuos de la mayoría de los países de cultura occidental.^{9,10,20,21} Por el contrario, esta fracción no aparece en estudios realizados en la región de Linxian en China y su ausencia en el suero, unido a las bajas concentraciones

de otros antioxidantes, se relaciona con una incidencia elevada de cáncer de esófago y estómago.²²

En el presente estudio, el licopeno no solo constituye la fracción principal sino también se observa que sus valores medios absolutos en plasma son superiores a los informados en la literatura, inclusive a los de países como Italia, Estados Unidos e Inglaterra^{8,10,21} donde el tomate forma parte del menú diario. Los valores medios de ingestión también sobrepasan los informados en la literatura.^{8,21} La época del año en que se realizó la toma de muestra y encuesta dietética coincidió con el “pico” de la cosecha de tomate. Todos los encuestados refirieron haber consumido tomate durante el mes anterior, muchos de ellos entre 6 y 10 unidades por día.

La ingestión y las concentraciones en plasma presentaron valores más bajos para el beta-caroteno y semejantes para la luteína a los de otros países.⁷⁻¹¹

Se encontró una tendencia a concentraciones más elevadas de los carotenoides provitamina A en las mujeres que en los hombres, tal y como se reporta en la literatura,^{7,10,11} pero no se llevó a cabo el análisis estadístico por lo pequeño de la muestra.

La variabilidad tanto de los niveles de ingesta como de los valores séricos es muy alta para todas las fracciones, lo cual está descrito en la literatura y se explica porque depende de lo que ingiere cada individuo en cantidad y tipo de alimento y de otros factores como absorción, sexo e índice de masa corporal.

El haber encontrado correlación entre los valores del suero y la dieta para 4 de los 6 carotenoides analizados permite utilizar con buena precisión la encuesta de frecuencia de consumo en estudios epidemiológicos para la estimación de los carotenoides. La

falta de significación estadística para la luteína, puede deberse a que no se computó el huevo, rico en este carotenoide, por no aparecer en las bases de datos utilizadas. Otros autores que no encontraron correlación para el licopeno, consideran que esto puede deberse a que las concentraciones plasmáticas de este carotenoide reflejan la ingestión a medio o largo plazo más que a corto plazo como sucede para el beta-caroteno.²³

Los valores normales del retinol plasmático parecen responder a que el 53 % del grupo ingería suplementos que contienen vitamina A, ya que solo el 50 % cubría las recomendaciones diarias.

El grupo estudiado no pretende ser representativo de la población cubana. Sin embargo, los resultados obtenidos están apoyados por otros estudios dietéticos realizados en la misma época del año en distintos grupos de población donde se aplicó igual o similar encuesta de frecuencia de consumo^{24,25} (Marrero García M. Estimación de la ingestión de carotenoides en adolescentes de la Secundaria Básica de la localidad de Alamar. Reyes ME. Estimación de la ingestión de carotenoides en adultos de Ciudad de La Habana. Abreu MM. Estimación de la ingestión de carotenoides en adultos sanos del municipio Ranchuelo. Tesis de maestría de Nutrición en Salud Pública. 2000).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó gracias al apoyo financiero brindado por la Oficina Alemana de Intercambio Científico (DAAD). Los autores agradecen a los voluntarios que participaron en el estudio y al Laboratorio de Dietética del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA) por la asistencia técnica en la evaluación de las dietas.

SUMMARY

The aim of this paper was to obtain the serum carotenoid profile in a group of apparently sound Cuban adults and relate it to diet. Thirty volunteers aged 22-33 (20 females and 10 males) were studied. Blood samples were taken to determine serum carotenoids and vitamin A by high pressure liquid chromatography (HPLC). A semiquantitative survey of consumption frequency was applied to collect information on the food consumed during the previous 30 days. The survey included 38 vitamin A- and carotenoid-rich foods, 26 of vegetable origin and 12 of animal origin. It was made an estimate of the most consumed food and of their contribution in provitamin and non-provitamin A carotenoids, as well as of vitamin A and mean ingestion of carotenoids. The mean levels of ingestion were: lycopene, 6.86 mg/day (given by the consumption of tomato and papaya), beta-carotene, 2.81 $\mu\text{g}/\text{day}$ (mainly tomato and carrot), lutein, 0.79 mg/day (pumpkin and peas), zeaxanthin, 0.12 g/day (oranges), beta-cryptoxanthin, 1.38 mg/day (orange and papaya) and alpha-carotene, 0.60 mg/day (carrot and bananas). Mean serum carotenoid values: lycopene, $38.14 \pm 15.94 \mu\text{g}/\text{dL}$; beta-carotene, $16.64 \pm 6.36 \mu\text{g}/\text{dL}$; lutein $16.20 \pm 7.61 \mu\text{g}/\text{dL}$; beta-cryptoxanthin $8.33 \pm 6.03 \mu\text{g}/\text{dL}$; alpha-carotene, $6.48 \pm 3.42 \mu\text{g}/\text{dL}$ and zeaxanthin, $2.30 \pm 0.91 \mu\text{g}/\text{dL}$. The carotenoid profile was characterized by an elevated concentration of lycopene and alpha-carotene due to an abundant consumption of tomato and bananas over the habitual values respectively. It was found a correlation between the ingestion and the serum levels for provitamin A carotenoids and zeaxanthin. This result allows to use the consumption frequency survey with good accuracy in epidemiological studies to estimate carotenoids.

Subject headings: CAROTENOIDS/blood; DIETARY VITAMINS; FRUIT, VEGETABLES; ANTIOXIDANTS; VITAMIN A/blood.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Byers T, Perry G. Dietary Carotenes, Vitamin C, and Vitamin E as protective Antioxidants in Human Cancers. *Annu Rev Nutr* 1992;12:139-59.
2. Abdula M, Gruber P. Role of diet modification in cancer prevention. *Biofactors* 2000;12:45-51.
3. Kohlmeier L, Hastings SB. Epidemiological evidence of a role carotenoids in cardiovascular disease prevention. *Am J Clin Nutr* 1995;62:1370S-6S.
4. Yeum KJ, Taylor A, Tang G, Russell R. Measurement of Carotenoids, Retinoids, and Tocopherols in Human Lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:2756-61.
5. Schalch W. Lutein and zeaxanthin, the carotenoids of the human macula. *Sight Life Newsletter* 2000;2:3-10.
6. Edge R, Mc Garvey DJ, Truscott TG. The carotenoids as anti-oxidants –A review. *J Photoch Photobiol B Biology* 1997;41:189-200.
7. Olmedilla B, Granado F, Blanco I, Rojas-Hidalgo E. Seasonal and sex-related variations in six serum carotenoids, retinol, and alpha-tocopherol. *Am J Clin Nutr* 1994;60:160-10.
8. Scott KJ, Thurnham DI, Hart DJ, Bingham SA, Day K. The correlation between the intake of lutein, lycopene and β -carotene from vegetables and fruits, and blood plasma concentrations in a group of women aged 50-65 years in the UK. *Br J Nutr* 1996;75:409-18.
9. Brady WE. Human serum carotenoid concentrations are related to physiologic and lifestyle factors. *J Nutr* 1996;126:129-37.
10. Steghens JP. Simultaneous measurement of seven carotenoids, retinol and alpha-tocopherol in serum by HPLC. *J Chromatogr B* 1997; 694:71-81.
11. Yeum KJ. Human plasma carotenoid response to the ingestion of controlled diets high in fruits and vegetables. *Am J Clin Nutr* 1996;64:594-602.
12. Khachik F, Spangler CJ, Smith JC. Identification, Quantification, and Relative Concentrations of Carotenoids and their Metabolites in Human Milk and Serum. *Anal Chem* 1997;69:1873-81.
13. Schweigert FJ, Hurtienne, Bathe K. Improved Extraction Procedure for Carotenoids from Human Milk. *Int J Vitam Nutr Res* 2000;70(3);79-83.
14. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. CERES: Evaluación del consumo de alimentos en América Latina y el Caribe. Manual del usuario. La Habana: FAO;1998.
15. Contenido de carotenoides en verduras y frutas de mayor consumo en España. Madrid: INSALUD; 1996.
16. West CE, Poortvliet EJ. The carotenoid content of foods with special reference to developing countries. Arlington: ED. VITAL;1993.

17. Porrata Maury C, Hernández Triana M, Argüelles Vázquez JM. Recomendaciones nutricionales y guías alimentarias de la población cubana. La Habana: Pueblo y Educación; 1996.
18. Granado F, Olmedilla B, Blanco I, Rojas-Hidalgo E. Major fruit and vegetables contributors to the main serum carotenoids in Spanish diet. *Europ J Clin Nutr* 1996;50:246-50.
19. Müller H. Die tägliche Aufnahme von Carotinoiden (Carotine und Xanthophylle) aus Gesamtnahrungsproben und die Carotinoidgehalte ausgewählter Gemüse und Obstarten. *Z Ernährungswiss* 1996;35:45-50.
20. Olmedilla B, Granado F, Southon S. Serum concentrations of carotenoids and vitamins A, E, and C in control subjects from five European countries. *Br J Nutr* 2001;85:227-38.
21. Rojas-Hidalgo E, Olmedilla B. Flair Concerted Action No. 10 Status Papers. Carotenoids. *Internat J Vit Nutr Res* 1993;265-9.
22. Yang CS. Vitamin A and other deficiencies in Linxian, a high esophageal cancer incidence area in northern China. *J Natl Cancer Inst* 1984;73:1449-53.
23. Ascherio A. Correlations of Vitamin A and E Intakes with the Plasma Concentrations of Carotenoids and Tocopherols among American Men and Women. *J Nutr* 1992;122:1792-1801.
24. Macías C, Pita G, Pérez A, Reboso J, Serrano G. Evaluación nutricional de niños de 1 a 5 años de edad en un consultorio médico de la familia. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1999;13:85-90.
25. Pita G, Macías C, Pérez A, Serrano G, Reboso J. Evaluación nutricional de un grupo de adultos mayores en un consultorio médico de familia. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1999;13:91-97.

Recibido: 15 de abril del 2002. Aprobado: 29 de mayo del 2002.

Dra. *Consuelo Macías Matos*. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Infanta No. 1158, municipio Centro Habana, Ciudad de La Habana, CP 10300, Cuba.