

Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica

Adriana Blanco-Metzler¹, Juscelino Tovar², Mireya Fernández-Piedra¹

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA)¹, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología Experimental, Universidad Central de Venezuela²

RESUMEN. Las raíces y tubérculos tropicales (RTT) son alimentos básicos de la dieta de los pobladores de estas zonas; son producidos por pequeños y medianos agricultores y se les ha prestado poca atención. En el presente estudio se caracterizó nutricionalmente los carbohidratos y se determinó la composición centesimal de yuca (*Manihot esculenta*), tiquisque (*Xantosoma sp*) y ñame (*Dioscorea alata*) cocidos. La composición proximal se determinó, en 20 muestras de cada producto, mediante la metodología del AOAC y se caracterizaron los carbohidratos (fibra dietética, almidón disponible, almidón resistente y tasa de amilólisis) por medio de métodos enzimáticos. Las tres RTT cocidas están compuestas fundamentalmente por agua y carbohidratos. Son fuentes moderadas de energía y fibra dietética, bajas en proteína y libres de grasa. Los contenidos de humedad, proteína, cenizas y fibra dietética difieren significativamente ($p \leq 0,01$) según la RTT. La composición centesimal de estas RTT producidas localmente difiere de las producidas en el Pacífico Sur, y es en cierto grado similar a las producidas en otros países de Latinoamérica. Entre 84 y 88% de la fibra dietética es insoluble y el almidón disponible representa 74-84% del peso seco, mientras que el resistente varió entre 0,7 y 1,7%. La tasa de α -amilólisis de la yuca y el tiquisque hervido resultó semejante y mayor que la del ñame ($p \leq 0,01$). La velocidad de hidrólisis de los almidones de las RTT es intermedia con respecto a otros alimentos evaluados en la literatura y resultó menor que la del material de referencia (almidón gelatinizado de papa). Se concluye que en el contexto de una alimentación saludable estas RTT son alimentos valiosos cuyo consumo se puede promover en Costa Rica y otros países con problemática de salud nutricional semejante.

Palabras clave: Raíces y tubérculos tropicales, yuca, tiquisque, ñame, composición química, valor nutritivo, carbohidratos, almidón, fibra dietética, Costa Rica.

SUMMARY. Nutritional characterization of carbohydrates and proximal composition of cooked tropical roots and tubers produced in Costa Rica. Tropical roots and tubers (TRT) are important staple foods in the tropics. TRT are produced by small farmers and have received only limited attention. The objective of this paper was to evaluate nutritionally important carbohydrate fractions and proximal composition of cooked cassava (*Manihot esculenta*), cocoyam or tannia (*Xantosoma sp*) and yam (*Dioscorea alata*) grown in Costa Rica. Twenty boiled samples of each TRT were analyzed for proximal composition, following AOAC protocols. Carbohydrate fractions (dietary fiber, available and resistant starch) and α -amylolysis rate were assessed by enzymatic methods. All TRT analyzed consisted mainly of water and carbohydrates, representing moderate dietary fiber and energy sources. They show a low protein level and contain no fat. Moisture, protein, ashes and dietary fiber contents vary significantly ($p < 0.01$) among the three species. In terms of their proximal composition, these locally grown TRT differ from TRTs cultivated in the South Pacific area, but appear similar to other Latin American varieties. In all samples most of the dietary fiber (84-88%) is insoluble; available starch ranges between 74 and 84% of the dry matter, whereas resistant starch content varied between 0.7 and 1.7%. Amylolytic rate was similar for cassava and cocoyam, whereas a significantly slower digestion ($p < 0.01$) was recorded for yam. Compared to values reported in the literature for other starchy foods and to gelatinized potato starch, used as reference sample, the studied TRT showed intermediate amylolysis rates. It is concluded that consumption of these TRT may be promoted in Costa Rica and other countries with a similar nutritional situation.

Key words: Tropical roots and tubers, cassava, cocoyam, yam, chemical composition, nutritive value, carbohydrates, starch, dietary fiber, Costa Rica.

INTRODUCCION

Las raíces y tubérculos tropicales (RTT) son alimentos básicos de la dieta de los pobladores de América Latina, África y Asia. Son producidos en climas tropicales principalmente por pequeños a medianos agricultores y su valor nominal es escaso (1,2).

Financiado por INCIENSA, Fundación para el fomento y promoción de la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (FITACORI-MAG) y la Red Latinoamericana de Alimentos-International Program in Chemical Sciences de la Universidad de Uppsala, Suecia (LANFOOD-IPICS).

Según la FAO (1), "históricamente, los responsables de las políticas y los investigadores han prestado muy poca atención a las raíces y tubérculos, ya que la mayoría de sus esfuerzos se han centrado en los cultivos comerciales o en los cereales más conocidos". No fue hasta hace poco que en Latinoamérica se comenzó a contar con datos de valor nutritivo de las RTT en cocido (3,4), mientras la caracterización en términos nutricionales de los carbohidratos en material cocido ha avanzado poco, con escasa documentación en estas tablas o en documentos específicos (1-4).

El consumo nacional de raíces y tubérculos se ha reducido en Costa Rica en un 20% en las últimas tres décadas (5,6). De acuerdo a Aráuz y Gómez (7) en la población del área metropolitana nacional esta tendencia se podría atribuir a aspectos culturales y por desconocimiento de formas de preparación y de sus propiedades nutricionales. Del mismo modo que los pobladores del área tropical mundial (1), en Costa Rica las RTT se asocian con alimentos que básicamente proporcionan energía a la dieta humana, en forma de carbohidratos y que se destinan a consumidores de bajos ingresos (1,7). Además, presentan problemas locales de mercadeo debido a la baja calidad del producto ofrecido, a la falta de promoción de su consumo, y al poco desarrollo tecnológico en el producto cosechado, entre otros (7).

El componente que caracteriza a las RTT es los carbohidratos complejos en forma de almidón, cuya digestión y absorción en el intestino delgado puede variar según el producto, e incide en la elevación de la glucemia. Entre los factores determinantes del índice glucémico están los intrínsecos (que dependen de las características de las fracciones que los componen) y los extrínsecos (contenido y tipo de fibra dietética, almidón resistente, así como las condiciones de procesamiento y almacenamiento, entre otros) (8-10).

El consumo de carbohidratos complejos se está promoviendo en países donde las enfermedades crónicas no transmisibles constituyen un problema de salud pública (8,9) y constituye una meta para mejorar el estado nutricional, así como para el manejo de la diabetes mellitus y la obesidad (9,11).

El presente estudio tuvo como propósito caracterizar nutricionalmente los carbohidratos y determinar la composición centesimal de las raíces y tubérculos tropicales cocidas y cultivadas en Costa Rica, mediante análisis químicos y enzimáticos, con el objetivo final de transferir el conocimiento para promover su consumo y comercialización, la orientación nutricional de la población y su incorporación en las tablas y sistemas de información en composición de alimentos locales y regionales, tales como el Sistema Latinoamericano de Datos de Alimentos (LATINFOODS).

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron RTT de importancia en alimentación y/o comercial en Costa Rica y pertenecientes a tres familias diferentes: yuca (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae), tiquisque (*Xantosoma sp*, Araceae) y ñame (*Dioscorea alata*, Dioscoreaceae). De cada RTT se recolectaron 20 muestras de primera calidad y de 3 a 5 kg, en plantas empacadoras ubicadas en las regiones de mayor producción de estos productos y concentración de las empacadoras. La yuca recolectada fue de la variedad Valencia, que es la producida en mayor volumen en el país (alrededor del 80% de la producción) y se recolectó en forma parafinada. El parafinado es un proceso de manejo poscosecha utilizado para conservar los alimentos frescos (naturales). Parte de la yuca que Costa Rica comercializa en forma fresca, se distribuye en forma parafinada.

Con la ayuda de los Ingenieros Agrónomos del Departamento Fitosanitario de Exportación del Ministerio de Agricultura de Costa Rica, se seleccionaron aleatoriamente por producto cuatro plantas empacadoras con alto volumen de procesamiento y estabilidad en la producción a lo largo del año. Se recolectaron cinco muestras por planta empacadora en forma espaciada en el tiempo, que fue de alrededor de seis meses. La yuca se muestreó en empacadoras ubicadas en los distritos Fortuna y Pital, que presentan condiciones de suelo muy diferentes, por lo que la inclusión de las dos zonas permitirá obtener una situación más cercana al promedio del Cantón de San Carlos, Región Huetar Norte. Se muestreó el tiquisque en Pital de San Carlos y el ñame en el distrito de La Rita de Guápiles, Región Huetar Atlántica.

La muestra recién recolectada se trasladó al laboratorio a fin de realizar los análisis. Se determinó el peso unitario en una balanza granataria, para ello se pesó de cinco a diez unidades por muestra fresca y cruda.

Todas las unidades de cada muestra fueron peladas en forma manual y se partieron en rodajas de aproximadamente 1 cm de ancho. Cada rodaja fue cortada en forma de x en cuatro partes iguales y cada una se utilizó para conformar una muestra compuesta que se almacenó en refrigeración un máximo de cuatro días. Las muestras incluyeron las secciones de todas las rodajas de cada raíz o tubérculo, tomando en cuenta que existen variaciones en el tiempo de cocción dentro y entre raíces de una misma planta (12). El método de cocción elegido fue la ebullición (hervido) que es el proceso culinario comúnmente empleado en Costa Rica. Se preparó diariamente la muestra cocida a fin de obviar posibles efectos de las condiciones de almacenamiento y refrigeración en los almidones de la muestra cocida. Las muestras se cocinaron en agua destilada en ebullición en una olla tapada, hasta que tuvieran una textura apetecible para el gusto local. El tiempo neto de cocción se estableció mediante pruebas preliminares; para yuca fue de 20 minutos, tiquisque 18 minutos y ñame 15 mi-

nutos. Se escurrió el producto cocido durante 10 minutos y se enfrió 14 minutos adicionales, luego se homogenizó manualmente en un molino de maíz para su análisis inmediato.

En la muestra recién cocida y molida se determinó por triplicado humedad por el método convencional de secado en horno de vacío a 95-97 °C, N° 925.09 del AOAC (13). La muestra restante se secó en un horno de convección a 70°C durante 14 horas, se molió a un tamaño de partícula menor a 850 µm y se almacenó a temperatura ambiente por un máximo de 30 días antes de su análisis.

Siguiendo los métodos oficiales del AOAC números 920.87, 920.39 y 923.03 (13) se determinó por triplicado en la muestra seca proteína, grasa y ceniza, respectivamente. Se estimó los carbohidratos totales por diferencia y los carbohidratos disponibles restando a los carbohidratos totales la fibra dietética total. Se estimó las calorías por medio de los factores de conversión de Atwater.

Los análisis de carbohidratos complejos empleados y el número de repeticiones efectuadas fueron: fibra dietética según método 985.29 del AOAC por cuadruplicado (13); almidón disponible por triplicado (14); almidón resistente retrogradado por triplicado (15) y la tasa de α-amilólisis por duplicado, empleando amilasa pancreática porcina (16). Todos ellos, excepto la fibra, se analizaron en muestras recién cocidas y molidas en fresco. La fibra se determinó en muestra cocida seca tamizada a un tamaño de partícula menor a 300 µm. El almidón total se estimó como la suma del almidón disponible y el resistente (17).

Se emplearon en calidad de material de referencia de los métodos de laboratorio: almidón de papa pregelatinizado por ebullición (Fecola di patate, Asborno 3 Gobetti) para las determinaciones de almidón disponible y tasa de amilólisis; para la cuantificación de almidón resistente se utilizó hojuelas de maíz (Corn Flakes de Kellogg's). Se verificó la calidad de los análisis de los macronutrientes con la obtención de resultados aceptables en el programa de las rondas interlaboratorio de análisis de alimentos de Costa Rica (18).

Se analizaron los datos con el programa estadístico SPSS versión 10.0 y se estimó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación. Se realizó análisis de varianza de los resultados entre los tres productos estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se indica el peso unitario promedio de las muestras en estudio. Por unidad, el ñame resultó significativamente ($p \leq 0,01$) el material de mayor peso, la yuca intermedio y el tiquisque el menor. La variabilidad en el peso de un mismo producto resultó amplia, hasta en un 38%. Los pesos unitarios encontrados se encuentran comprendidos en los rangos o por encima de los mínimos reportados en las normas internacionales de calidad para yuca y tiquisque (19,20).

TABLA 1
Peso unitario de yuca, ñame y tiquisque de Costa Rica¹

Estadísticos	Yuca	Ñame	Tiquisque
Promedio	609 ^b	827 ^c	265 ^{a2}
Desviación estándar	190	211	101
Coefficiente de variación	31	26	38
Número de muestras (n)	98	115	329

1 gramos de producto crudo

2 Letras diferentes en una misma línea indican diferencia significativa ($p \leq 0,01$)

El contenido de macronutrientes de los tres productos cocidos se resume en la Tabla 2. Se confirma que estos alimentos están compuestos en mayor proporción por agua y carbohidratos (1-4), y se pueden considerar como fuentes moderadas de energía. El contenido de proteína es bajo y sólo de detectaron niveles traza de grasa, tal y como se ha reportado anteriormente en la literatura (1-4). Los contenidos de humedad, proteína y cenizas difieren significativamente ($p \leq 0,01$) según el producto. Además, se observa que el ñame cocido resultó el producto con mayor contenido tanto de agua como de proteína, siendo intermedio en cenizas.

TABLA 2
Composición centesimal de raíces y tubérculos cocidos y cultivados en Costa Rica¹

Producto cocido	Yuca	Ñame	Tiquisque
Humedad, g	71,2 ± 3,6 ^{a2}	77,0 ± 1,1 ^c	74,5 ± 1,9 ^b
Proteína, g	0,5 ± 0,1 ^a	2,3 ± 0,7 ^c	1,3 ± 0,3 ^b
Grasa, g	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a
Cenizas, g	0,5 ± 0,1 ^a	0,7 ± 0,0 ^b	0,9 ± 0,1 ^c
Carbohidratos totales ³ , g	27,7	19,9	23,2
Carbohidratos disponibles ⁴ , g	25,8	17,6	20,7
Energía, kcal	114,1	97,8	98,9

1 Promedio ± desviación estándar, % en base fresca (n=20)

2 Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas ($p \leq 0,01$)

3 Carbohidratos totales = 100 - (humedad + proteína + grasa + cenizas)

4 Carbohidratos disponibles = carbohidratos totales - fibra dietética total

Una vez cocida, la variedad de yuca nacional contiene hasta un 8% más de agua (71,2% vs. 63,0%), 9% menos de almidón (24,3% vs. 33,4%) y 0,2% menos de cenizas (0,5% vs. 0,7%) que las provenientes de los países del Pacífico Sur (2); sin embargo, el contenido en base fresca de grasa, proteína y fibra dietética registrado aquí resultó semejante al de aquellas. Por otra parte, la composición centesimal de la yuca producida en Brasil, cocida durante 15 minutos (4), resultó casi idéntica a la encontrada para la variedad cultivada en Costa Rica. Valores para yuca cocida reportados en la Tabla

de Composición de Alimentos de América Latina (3) difieren a los aquí analizados, básicamente por contener menos humedad y por lo tanto se concentran los sólidos y se incrementa su valor energético.

Bradbury y Holloway (2) presentan el valor nutritivo para *D. alata*, cuyo contenido de proteína es menor (1,7% vs. 2,3%) y los de almidón (18,0% vs. 17,1%) y fibra dietética (3,2% vs. 2,3) son mayores que el del ñame cultivado en Costa Rica; sin embargo con respecto al contenido de humedad, grasa y ceniza, los valores concuerdan. El valor nutritivo de ñame cocido procedente de Venezuela aparece en la Tabla de Composición de Alimentos de América Latina (3) con valores semejantes a los nacionales. La Tabla brasileña de composición de alimentos no reporta resultados de composición centesimal de ñame (4), conocido en portugués como inhame-da-china; cará o inhame-da-índia (21).

En el caso de *Xanthosoma sp.*, el documento base del ACIAR (Australia) (2), recoge datos únicamente para material crudo, donde se encuentran diferencias importantes con respecto al material producido en Costa Rica para el contenido de almidón (27,6% vs. 19,4%) y fibra dietética (1,0% vs. 2,5%). La Tabla de Composición de Alimentos de América Latina (3) reporta el valor nutritivo de ocumo, o tiquisque (21), cocido; los datos proceden de Venezuela con ligeras diferencias a los aquí reportados.

Por lo tanto, la composición centesimal de las RTT producidas localmente difieren de los producidos en el Pacífico Sur (2) y es, en cierto grado, similar a las producidas en otros países de Latinoamérica (3,4).

El contenido de fibra dietética aparece en la Tabla 3. Se observa que la yuca presentó el menor contenido de fibra dietética total, y el tiquisque el mayor; encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tres materiales. Prevalece la fibra dietética insoluble sobre la soluble en los tres materiales. El contenido de fibra dietética total reportado para yuca cocida de Brasil (4) resultó semejante al de los materiales de Costa Rica (1,99 vs. 1,90 g%, base fresca). Considerando que el tamaño de porción para estos productos es alrededor de 100 g, éstos representan fuentes intermedias de fibra dietética.

TABLA 3
Fibra dietética en raíces y tubérculos cocidos y cultivados en Costa Rica¹

Producto cocido	Yuca	Ñame	Tiquisque
Fibra dietética total, g	1,9 ± 0,3 ^{a2}	2,3 ± 0,2 ^b	2,5 ± 0,3 ^c
Fibra dietética insoluble, g	1,6 ± 0,2 ^a	2,0 ± 0,2 ^b	2,2 ± 0,3 ^c
Fibra dietética soluble, g	0,4 ± 0,2 ^b	0,2 ± 0,2 ^a	0,3 ± 0,1 ^a

¹ Promedio ± desviación estándar, % en base fresca (n=20)

² Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas (p ≤ 0,01)

El almidón de las RTT fundamentalmente es disponible o digerible (ver Tabla 4) y el contenido de almidón resistente retrogradado es muy bajo, tal y como era de esperar en producto recién cocido proveniente de materiales amiláceos generalmente bajos en amilosa (17), y es similar (0,20% vs. 0,31 g%) al reportado en la Tabla brasileña de composición de alimentos (4). Los valores aquí registrados se asemejan a los encontrados anteriormente en Venezuela para yuca cocida (17).

TABLA 4
Fracciones de almidón en raíces y tubérculos cocidos y cultivados en Costa Rica¹

Producto cocido	Yuca	Ñame	Tiquisque	Control
Almidón total, g	24,3	17,5	19,4	—
Almidón disponible, g	24,1 ± 2,9 ^b	17,1 ± 1,5 ^{a2}	19,0 ± 2,4 ^b	83,8 ± 3,5 ^c
Almidón r esistente, g	0,2 ± 0,2 ^a	0,4 ± 0,2 ^b	0,4 ± 0,0 ^b	1,3 ± 0,5 ^c

¹ Promedio ± desviación estándar, % en base fresca (n=20)

² Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas (p ≤ 0,01)

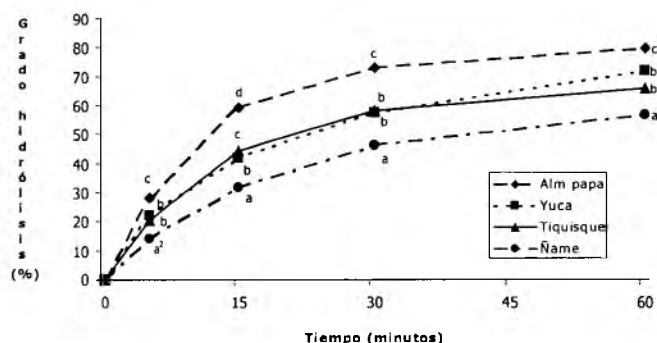
La tasa o velocidad de hidrólisis enzimática del almidón disponible aparece en la Figura 1. La velocidad de hidrólisis promedio del almidón de las tres RTT es menor que la exhibida por la muestra de rápida digestión (almidón de papa gelatinizado); dicho parámetro resultó semejante para la yuca y el tiquisque (72% y 66% respectivamente a los 60 minutos), mientras que el ñame presentó el menor índice de hidrólisis (57%). De acuerdo con esos resultados, los almidones presentes en las RTT cocidas y preparadas en esta investigación, se pueden clasificar como alimentos cuya velocidad de hidrólisis es intermedia, tal y como el grupo de Wenzel de Menezes (22,23) sugirió para la yuca.

La tasa de amilólisis de la yuca y el tiquisque hervidos resultó semejante, mientras que el almidón del ñame presentó un comportamiento diferente y siempre mucho menor (p ≤ 0,01) que el de los dos otros productos. Llama la atención este resultado pues concuerda con lo encontrado anteriormente, que la composición centesimal del ñame difiere de la de la yuca y el tiquisque. Desde el punto de vista de manejo dietético, el ñame es muy interesante porque resultó el material estudiado con menor contenido energético, al contener más agua, y cuyo almidón es el de menor velocidad de digestión y por ello, posiblemente, con un índice glucémico menor (10). Dicha posibilidad debe ser corroborada en estudios *in vivo*.

Se concluye que el ñame, la yuca, y el tiquisque son alimentos cuyo consumo se puede promover en el ámbito nacional e internacional considerando aspectos de salud y nutrición. Con base en su valor nutricional y las propiedades de sus carbohidratos se le pueden considerar a las RTT en ali-

mentos saludables, o como lo indica Lunven, Director de la Política de Alimentación y Nutrición de la FAO (1), son valiosos componentes de una dieta equilibrada, actualmente conocida como alimentación saludable (24). Se recomienda proseguir el estudio con la evaluación del índice glucémico de estas RTT.

FIGURA 1
Tasa de α -amilólisis¹ en raíces y tubérculos cocidos, cultivados en Costa Rica



1 Los ensayos de hidrólisis se realizaron en 20 muestras de cada alimento con α -amilasa pancreática porcina, empleando en cada caso la cantidad de muestra cocida que aporta 500 mg de almidón disponible (16). Se empleó como muestra de referencia al almidón de papa gelatinizado por ebullición durante 20 min.

2 Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas ($p \leq 0,01$)

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero del INCIENSA y de la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica-Ministerio de Agricultura y Ganadería (FITACORI-MAG) y la Red Latinoamericana de Alimentos-International Program in Chemical Sciences de la Universidad de Uppsala, Suecia (LANFOOD-IPICS). Se agradece la colaboración técnica de los Ingenieros Agrónomos del Departamento Fitosanitario de Exportación del Ministerio de Agricultura de Costa Rica y de la Sección de Raíces y Tubérculos del Instituto Agronómico de Campinas (Brasil), así como al personal de Laboratorio de Tecnología Nutricional del INCIENSA.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Raíces, tubérculos, plátanos y bananas en la nutrición humana. Roma, Italia: Colección FAO: Alimentación y nutrición humana, N 24. 196 p.; 1991.

- Bradbury JH, Holloway WD. Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture in the Pacific.) Canberra, Australia: The Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR) Monograph N°. 6, 201p; 1998.
- FAO/LATINFOODS. Tabla de Composición de Alimentos de América Latina. Red latinoamericana de Composición de Alimentos. (<http://www.inta.cl/latinfoods>). 2002.
- Universidade de São Paulo-USP-Brasil. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. (<http://www.fcf.usp.br/tabela/>), 2001.
- Instituto de Centro América y Panamá. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud. Ministerio de Salubridad Pública. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Costa Rica. INCAP V-28. Guatemala, 1969.
- Ministerio de Salud-INCIENSA (Costa Rica). Encuesta Nacional de Nutrición. "Fascículo 3. Consumo aparente". San José: Ministerio de Salud; 1997.
- Aráuz AG, Gómez J, Blanco A. Conocimientos y hábitos de consumo de raíces y tubérculos tropicales en el área metropolitana de Costa Rica. En: Memoria II Simposio Latinoamericano de Raíces y Tubérculos (SLART II) Lima, Perú, 2001. Univ. Nacional Agraria La Molina y Centro Internacional de la Papa, 2001.
- Danone Vitapole/ FAO. Glycemic Index and Health: the Quality of the Evidence. Danone Vitapole/ FAO, Nutrition and Health Collections. Éditions John Libbey Eurotext, France, 48p.; 2001.
- Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nutr. 1981;34: 362-366.
- Björck I. Starch: nutritional aspects. En: Eliasson AC editor. Carbohydrates in foods. Marcel Dekker Inc., New York, 1996; p. 505-553.
- Hill J. Los carbohidratos en el control de peso. Boletín Dieta y Salud, Órgano Informativo de Alimentos Kellogg's sobre la Relación entre la Nutrición y la Salud. Año 7, No. 1- 8 p.; 2000.
- Lorenzi JO. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. Bragantia. Campinas, 1994;53(2): 237-245.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC. 16th ed. USA, Washington, 1995.
- Holm J, Björck I, Drews A, Asp NG. A rapid method for the analysis of starch. Starch/Stärke 1986;38:224-226.
- Saura-Calixto F, Gofii I, Bravo L, Mañas E. Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues. J Food Sci 1993; 58: 642-643.
- Holm J, Björck I, Asp NG, Sjöberg LB, Lundquist I. Starch availability in vitro and in vivo after flaking, steam-cooking and popping of wheat. J Cereal Sci. 1985;3:193-206.
- Tovar J, Velasco Z. Available and resistant starch content in some Venezuelan Foods. Acta Cient Venez. 1995;46:208-209.
- Lois M, Blanco A, Fernández M, Fournier A, Montero L, Montero A. Evaluación de la calidad analítica en los Laboratorios de Composición de Alimentos. Memorias I Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos "Tecnologías sostenibles en la industria alimentaria". Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 19-21 julio, 1999.

19. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comisión del *Codex Alimentarius*. Proyecto de Norma del Codex para la yuca (mandioca) dulce. Informe de la décima reunión del Comité del Codex sobre frutas y hortalizas frescas. Informe N° Alinorm 03/35 (CL2002/27-FFV), 2002.
20. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Codex standard for Tannia. Codex STAN 224-2001.
21. Chávez JF, Dutra de Oliveira JE, Marchini JS. Nomenclatura de alimentos y nutrición. Caracas: Editorial Ex Libris. Segunda Edición. 1988, 242p.
22. Menezes EW, Lajolo FM, Seravalli EAG, Vannucchi H, Moreira EA. Starch availability in Brazilian foods. "In vivo" and "in vitro" assays. *Nutr Res*. 1996;16 (8) 1425-1436.
23. Menezes EW, Lajolo F. Índice glicémico como criterio de selección de alimentos. En: Memoria. Seminario: Índice glicémico en salud y alimentación humana. 12 de setiembre del 2002. Compilado por Adriana Blanco. Tres Ríos, Costa Rica. INCIENSA, 2003. (CD ROM)
24. Ministerio de Salud. Guías alimentarias para la educación nutricional en Costa Rica. 1° edición. San José, Costa Rica: Ministerio de Salud, 1997; p. 14-27.

Recibido: 18-02-2004

Aceptado: 16-06-2004