

## Contenido y disponibilidad biológica de los carotenoides de Pejibaye (*Bactris gasipaes*) como fuente de vitamina A

Adriana Blanco<sup>(1)</sup> y Leda Muñoz<sup>(2)</sup>

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA)

**RESUMEN.** Se analizó cuatro introducciones de frutos Pejibaye (*Bactris gasipaes*) maduro por extracto etéreo, carotenoides totales y su conversión biológica en vitamina A. Además, se estimó la porción comestible en fruto cocido. El contenido de extracto etéreo en fruto crudo varió de 8.2 a 12.9% en base seca (BS), en cocido de 5.7 a 12.4% BS y su retención por efecto de la cocción fue de 69-100%. El contenido de carotenoides en pejibaye crudo y cocido es similar, 4.8 a 29.6% y 4.8 a 29.9%, respectivamente, resultando una retención de carotenoides entre 85 y 101%. La porción comestible promedio fue de  $68 \pm 2$  %. La eficiencia de conversión de los carotenoides en vitamina A se midió en ratas por la técnica de depleción-retención y varió de 14 a 50% según la introducción evaluada. No se encontró diferencias ( $p > 0.05$ ) en la eficiencia de alimentación de las ratas alimentadas con la dieta control y experimentales. Se encontró que el contenido de carotenoides se correlaciona inversamente con el extracto etéreo ( $r = -0.8$ ,  $p < 0.02$ ). La cocción no afectó significativamente el contenido del extracto etéreo y de carotenoides, exceptuando en una introducción. A partir de la eficiencia de conversión de los carotenoides y las recomendaciones de retinol, se estimó que un adulto requiere en tres introducciones consumir para satisfacer sus necesidades diarias de vitamina A un sólo pejibaye y 7 en la restante.

**SUMMARY.** Pejibaye (*Bactris gasipaes*) total carotenoid content and biological bioavailability as a source of vitamin A. Four introductions of ripe peach palm fruit (*Bactris gasipaes*) were analyzed for ether extract, total carotenoids and their biological conversion into vitamin A. Also, edible portion in cooked fruit was estimated. Ether extract content in raw fruit ranged from 8.2 to 12.9% dry basis (DB), cooked between 5.7 to 12.4% DB and nutrient retention after cooking was 69 to 100%. Carotenoids content in raw and cooked pejibaye was similar, 4.8 to 29.6 % DB and 4.8 to 29.9% DB, respectively, giving a nutrient retention after cooking greater than 85%. Average edible portion was  $68 \pm 2$ %. The biological study showed significant differences ( $p < 0.05$ ) of pejibaye carotenoids efficiency conversion in retinol, the values varied from 14 to 50%. Food efficiency results in the control and experimental diets were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). Carotenoids content was inversely related ( $r = -0.8$ ,  $p < 0.02$ ) with ether extract. Cooking had no significant effect in ether extract and carotenoids content, except in one introduction. Based in the results generated in the study and vitamin A Recommended Daily Allowances (RDA) it was estimated that one, in three introductions and seven in the remaining one satisfies an adult RDA's.

### INTRODUCCION

El fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K) constituye un alimento de gran aceptación por la población costarricense. Se cultiva en otros países Centro y Suramericanos donde toma otros nombre populares. Recientemente, se ha impulsado la investigación de este cultivo no tradicional, mediante esfuerzos colaborativos en

aspectos de mejoramientos genéticos, fitotecnia, zootecnia, ciencias sociales, industrialización y economía (1). Los resultados generados en estos estudios son divulgados a nivel latinoamericano por medio de un boletín técnico (2).

A pesar que la disponibilidad de alimentos verdes y amarillos, ricos en precursores de vitamina A, es alta en un país tropical como Costa Rica, la adecuación de ingestión de esta vitamina es deficiente (3, 4, 5, 6). Los datos más recientes a nivel nacional con que se cuenta (5) indican que las adecuaciones de ingestión de retinol varían entre un 48% y 75% por persona por día para el área rural dispersa y urbana, respectivamente. De los grupos de riesgos la madre lactante y embarazada presenta las menores ingestiones que

(1) Jefe de la Unidad de Tecnología Nutricional y Microbiológica del INCIENSA, Apdo. 4, Tres Ríos, Costa Rica.

(2) Profesor e investigador en Nutrición Humana. Carrera de Nutrición, Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

corresponden a 25% y 46% de adecuación, respectivamente. Un estudio (6) realizado en el área metropolitana costarricense demuestra que el consumo de retinol continúa muy bajo, considerándose consecuencia de la baja ingesta de frutas, vegetales y lácteos.

Desde hace tiempo se conoce que el contenido de carotenoides en el fruto de pejibaye es elevado (7,8) y la determinación de la disponibilidad de éstos fue sugerida por Johannessen (8) hace dos décadas. Su importancia es que en los alimentos existen de 400-500 isómeros diferentes de carotenos y sólo un 10% presentan actividad de vitamina A. Además, que los carotenoides con actividad de vitamina A van a estar sujetos a la composición química de la dieta, estado nutricional, presencia de drogas y aditivos, nivel de carotenoides presentes en la dieta y del procesamiento a que se somete el alimento (9).

Dado el frecuente hábito de consumo de pejibaye en el país, la posibilidad de deficiencia de vitamina A en grupos a riesgo y la ausencia de programas de enriquecimiento en este nutriente; además, el efecto protector de los carotenos en el desarrollo de carcinoma, su rol protector en el organismo contra la lipoperoxidación (10,11) y la existencia a nivel nacional de un programa integral de pejibaye es de suma importancia evaluar el contenido y biodisponibilidad de los carotenoides en el fruto.

#### MATERIALES Y METODOS:

##### A- Fuente y preparación de muestra:

Se obtuvo del Banco de Germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, cuatro introducciones de pejibaye, dos nacionales y dos colombianas. Su selección se realizó con base al contenido de grasa indicada por el Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA) de la Universidad de Costa Rica (10), ya que este componente se encuentra relacionado con el de carotenoides y constituye uno de los componentes principales y de mayor variabilidad en el fruto (12). Las introducciones seleccionadas incluyen contenidos de grasa comprendidos entre el promedio y más o menos una desviación estándar de los reportados en la pulpa de pejibaye nativo.

De cada variedad se obtuvo de 2 a 3 racimos de pejibayes procedentes de un mismo árbol, utilizándose fruto aparentemente sano y maduro para conformar una sola muestra cruda por introducción. Cada muestra se separó en dos, una para análisis de la pulpa del fruto crudo y la otra en cocido.

El método de cocción utilizado fue el convencional, el cual consiste en cubrir los frutos enteros con agua y hervirlos aproximadamente por 30 minutos. No se agregó sal ni grasa a los frutos durante la cocción.

Pulpa de pejibaye crudo y cocido de cada variedad se liofilizó, y la muestra seca se molió de modo que los

gránulos se retuvieran en una malla N°40 (tamiz Tyler). La harina se almacenó en frascos ámbar durante un mes en refrigeración.

##### B- Análisis físico y químico de las muestras:

En cada submuestra de pejibaye recién cocido se determinó el porcentaje de porción comestible y de desgaste. El cálculo se realizó como se indica a continuación:

$$\% \text{ porción comestible} = \frac{\text{peso pulpa}}{\text{peso pulpa} + \text{coquito} + \text{cáscara}} \times 100$$

$$\% \text{ desgaste} = \frac{\text{peso coquito} + \text{cáscara}}{\text{peso pulpa} + \text{coquito} + \text{cáscara}} \times 100$$

La porción comestible de las muestras crudas y cocidas se analizó en triplicado por extracto etéreo, carotenos totales y humedad según los métodos AOAC (13). A partir de estos resultados se estimó el cambio posible en el contenido de nutrientes por efecto de la cocción del fruto, llamado retención de nutrientes (14) y cuya fórmula sigue:

$$\text{retención} = \frac{\text{cont. nut. cocido}}{\text{cont. nut. crudo}} \times 100$$

Donde:

cont. nut. cocido: contenido de nutriente/100g BS alimento cocido

cont. nut. crudo: contenido de nutriente/100g BS alimento crudo

##### C- Ensayo biológico:

La actividad biológica de los carotenos de pejibaye se estimó por el método de depleción-repleción de vitamina A en ratas de laboratorio descrito por Wolzak y Bressani (15).

##### 1). Animales de experimentación:

Se utilizó 48 ratas de la raza Wistar de 22 días de edad, con un peso promedio de  $35 \pm 7g.$ , distribuidas según sexo y peso en 8 grupos de 6 ratas cada uno. Se alojó cada rata en una jaula de metal y se ofreció agua y alimento *ad libitum* durante el estudio.

##### 2). Dietas de depleción y repleción en vitamina A.

Durante el período de depleción se ofreció a los ocho grupos de ratas una dieta a base de caseína libre de retinol cuya composición aparece en el Cuadro 1. Para su elaboración se utilizó las recomendaciones del National Health Institute (16) para ratas en crecimiento. Se sustituyó

CUADRO 1  
COMPOSICION DE LA DIETA DURANTE EL PERIODO DE DEPLECION

Ingredientes	g/Kg
Caseína	276,50
Aceite de Soya	50,00
$\alpha$ - Cel	45,00
Almidón <sup>1</sup>	468,17
Minerales y vitaminas <sup>2</sup>	10,00
Fosfato dicálcico	52,00
D,L - metionina	3,00
Azúcar de mesa	50,00
NaCl	8,50
MgCl	8,50
KHSO <sub>4</sub>	28,00
MnCl-2H <sub>2</sub> O	0,23
Neurobión <sup>3</sup>	0,10

(1) Cantidad suficiente para 1000 gramos.

(2) Mezcla de minerales y vitaminas de Colborn Dawes, por cada 2,3 kg de mezcla hay: 62 g. Mg., 30 g. Fe, 40 g. Zn, 1,5 g. Cu, 150 mg. Co, 1,5 g. I, 15 mg. Se, 2 millones UI vit. D3, 2 millones UI vit. E, 5 g. vit. B2, 25 g. niacina, 8 g. pantotenato de Ca, 150 g. colina, 3 g. vit. K y 12 mg. vit. B<sub>12</sub>.

(3) Neurobión: 1 gragea pesa  $\pm$  0,6856 g y contiene 10 mg. B<sub>1</sub>, 200 mg B<sub>6</sub> y 200 ug B<sub>12</sub>.

5% del almidón de las dietas en forma equivalente por azúcar de mesa no enriquecida con vitamina A con el propósito de mejorar la palatabilidad de las mismas. Se preparó las dietas estándar de repleción en vitamina A a partir de acetato de retinol all-trans tipo I (Sigma #R-300) con una actividad de acetato de retinilo de 2.750.000 UI/g. Las dietas estándar preparadas suministraron el 13, 24 y 40% de los requerimientos de vitamina A (17). Con base al dato de contenido de carotenos totales en pulpa de pejibaye cocido se estimó la cantidad de respuesta biológica capaz de ser extrapolada en la curva estándar. En el cuadro N°2 se indican las dietas de repleción estándar (1 a 3) y experimentales (4 a 7).

### 3). Procedimientos utilizados durante el experimento:

La etapa de depleción en vitamina A duró 60 días, a lo largo de los cuales, semanalmente, se pesó las ratas y se estimó por diferencia el alimento consumido. Al finalizar esta etapa se sacrificó un grupo de ratas (N°8) por asfixia con dióxido de carbono, luego se pesó cada una, se les extrajo y pesó el hígado. Se congeló de inmediato a -40°C cada hígado hasta el momento de su análisis. La etapa de repleción fue de una semana, en que se pesó al inicio y al final a las ratas y el alimento consumido. Al cabo de este período se sacrificó y se pesó y almacenó los hígados a las ratas tal y como en la etapa de depleción.

### 4). Respuesta biológica:

La respuesta biológica se evaluó a partir de las reservas hepática estimada como retinol según el método modificado de Bessey y col (18). Para ello una porción representativa de cada hígado se homogenizó (muestra) con glicerina. A alícuotas del homogenizado se les determinó los ug retinol/ peso de muestra, y estimó los mg de retinol hepático/100g de peso de rata.

A partir del consumo de retinol (ug/100g dieta= x) y del contenido de retinol hepático (ug/100g rata= y), de las ratas alimentadas con las dietas estándar 1 a 3, se obtuvo la ecuación de regresión:  $y = 26.5930 + 2.1045 x$ , con una correlación estadísticamente significativa de 0.69 ( $p < 0.05$ ).

El cálculo de retinol consumido proveniente de las dietas a base de pejibaye (N°4 a 7) se realizó con la anterior ecuación y con este resultado se calculó la eficiencia de conversión de los carotenoides en vitamina A. Para ello se dividió los ug de retinol consumidos obtenidos en el estudio biológico entre el contenido de carotenoides consumidos obtenidos por análisis químico de la muestra de pejibaye correspondiente.

### E- Análisis estadístico:

Se realizó el análisis de varianza para establecer diferencias estadísticas y cuando éstas resultaron afirmativas se practicó la prueba de Duncan para definir su

CUADRO 2  
COMPOSICION DE LAS DIETAS SUPLEMENTADAS CON VITAMINA A Y A BASE DE PEJIBAYE

Ingredientes	Dieta N°						
	1	2	3	4	5	6	7
Caseína, g	276,50	276,50	276,50	276,50	276,50	276,50	276,50
Aceite, ml	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
$\alpha$ - Cel, g	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
D,L - metionina, g	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Total Vits y min, g <sup>1</sup>	107,33	107,33	107,33	107,33	107,33	107,33	107,33
Azúcar de mesa, g	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Almidón g <sup>2</sup>	468,17	468,15	468,13	460,65	463,77	455,17	466,45
Harina de pejibaye <sup>3</sup>	--	--	--	7,52	4,40	13,00	1,72
Acetato de retinol, ug	51,33	95,00	155,60	--	--	--	--
Retinol agregado,							
% del requerimiento	13	24	40	--	--	--	--
# Introducción de pejibaye	--	--	--	14142	9646	9733	14143

(1) Incluye mezcla de minerales y vitaminas de Collborn Dawes, fosfato dicálcico, NaCl, MgCl, KHSO<sub>4</sub>, MnCl y Neurobión en las cantidades indicadas en el Cuadro 1.

(2) Suficiente para preparar 1000g de dieta.

(3) Cantidad estimada para dar respuesta biológica capaz de ser extrapolada de la curva estándar.

orden de importancia. Además, se practicó análisis de regresión simple y se estimó el nivel de significancia de la correlación entre variables (19).

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3 se muestra que alrededor de dos terceras partes del pejibaye cocido (68%) es comestible para los seres humanos, el restante 32% corresponde al desgaste. Según la Tabla de Composición de Alimentación para uso en América Latina (7) el dato de desgaste es un 10% mayor, es decir de 42%, diferencias que puedan deberse a que esta última se realizó en fruto crudo y la primera en cocido. Posiblemente, la cocción facilita el pelado del fruto, con el consiguiente incremento en la porción comestible y reducción del desgaste. Además, existe una variabilidad natural entre genotipos.

En el Cuadro 4 se indica el contenido de extracto etéreo en la porción comestible. En los pejibayes crudos oscila entre 8.2 y 13.5% BS, y cocidos entre 5.7 y 13.4% BS. Se

confirma que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el contenido de extracto etéreo entre las introducciones, dos con niveles bajos y dos con más alto. La cocción acentúa aún más las diferencias en el contenido de "grasa" pues se forman tres niveles, al perder la variedad 9646 un 31% del compuesto. Aparentemente, la cocción no reduce el contenido de grasa en el pejibaye (96 - 100% retención), exceptuando por la introducción 9646 donde existe una reducción significativa ( $p < 0.05$ ) del nutriente. A pesar que no se cuenta con alguna explicación que fundamente la pérdida de grasa por efecto de cocción en una sola variedad se ha observado cuando se cocinan pejibayes que en algunos casos se pierde grasa (se ve flotando en el agua de cocción) y en otras no. Los valores aquí reportados de extracto etéreo en pejibaye crudo son muchos menores a los publicados por el INCAP (7), Patiño (20), Zumbado (21) y Johannessen (8), y semejantes a los reportados por CIPRONA (12).

El contenido de carotenoides presentes en las cuatros introducciones de pejibaye crudo y cocido oscila entre 4.8 y

CUADRO 3  
PORCIÓN COMESTIBLE Y PORCENTAJE DE DESGASTE EN PEJIBAYE COCIDO

Introducción	% Porción Comestible	% Desgaste
14143	68	32
14142	70	30
9646	70	30
9733	65	35
X ±DS	68 ± 2	32 ± 2

CUADRO 4  
CONTENIDO DE EXTRACTO ETereo EN PULPA DE PEJIBAYE Y EFECTO DE LA COCCION SOBRE EL MISMO

Introducción	g EE/100 gBS <sup>1</sup>		% Retención <sup>2</sup>
	Crudo	Cocido	
14143	8,2 <sub>a</sub>	8,1 <sub>b</sub>	97 <sub>b</sub>
14142	13,5 <sub>b</sub>	13,4 <sub>c</sub>	100 <sub>b</sub>
9646	8,3 <sub>a</sub>	5,7 <sub>a</sub>	69 <sub>a</sub>
9733	12,9 <sub>b</sub>	12,4 <sub>b</sub>	96 <sub>b</sub>

(1) gEE/100 gBS = pulpa de pejibaye en base seca grs. de extracto etéreo por 100 g.

$$(2) \% \text{ Retención} = \frac{\text{g EE/100 gBS pejibaye cocido}}{\text{g EE/100 gBS pejibaye crudo}} \times 100$$

a,b,c: letras diferentes en una columna indican diferencias significativas (p < 0.05).

CUADRO 5  
CONTENIDO DE CAROTENOIDES EN PULPA DE PEJIBAYE Y EFECTO DE LA COCCION SOBRE EL MISMO

Introducción	mg Carotenoides/100 gBS		% Retención <sup>1</sup>
	Crudo	Cocido	
14143	29,6 <sup>c</sup>	29,9 <sup>c</sup>	101 <sup>a</sup>
14142	6,7 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>
9646	13,1 <sup>b</sup>	11,2 <sup>b</sup>	85 <sup>a</sup>
9733	4,8 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>

$$(1) \% \text{ Retención} = \frac{\text{mg. carotenoides/100 gBS pejibaye cocido}}{\text{mg. carotenoides/100 gBS pejibaye crudo}} \times 100$$

a,b,c: letras diferentes en una columna indican diferencias significativas (p < 0.05)

CUADRO 6  
VALORES PROMEDIO DE PESO DE RATAS, GANANCIAS DE PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO DURANTE  
EL PERIODO DE DEPLECIÓN EN VITAMINA A

Grupo de Ratas	Peso Inicial g	Ganancia Peso g	Consumo de Alimento g	Eficiencia de Alimento
1	38 ± 10	117 ± 10	418 ± 72	3,8 ± 0,5 <sup>a</sup>
2	33 ± 8	121 ± 20	587 ± 98	5,0 ± 1,4 <sup>a</sup>
3	37 ± 6	118 ± 6	457 ± 77	4,2 ± 1,0 <sup>a</sup>
4	34 ± 7	121 ± 13	496 ± 42	4,1 ± 0,5 <sup>a</sup>
5	35 ± 6	120 ± 4	450 ± 34	3,7 ± 0,4 <sup>a</sup>
6	35 ± 6	124 ± 8	573 ± 22	4,6 ± 0,4 <sup>a</sup>
7	35 ± 5	127 ± 8	609 ± 18	4,8 ± 0,3 <sup>a</sup>
8	35 ± 6	123 ± 8	660 ± 34	5,4 ± 0,4 <sup>a</sup>

Promedio de consumo de alimento (g)

$$(1) \text{ Eficiencia de alimento} = \frac{\text{Promedio de consumo de alimento (g)}}{\text{Promedio de ganancia de peso (g)}}$$

a: letras iguales en una columna indican que no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

29.6 y 4.8 y 29.9 mg% BS., respectivamente (ver Cuadro 5), valores superiores a los reportados por INCAP: 3 mg% BS (7), pero mucho menores a los de Johannessen: 708 mg. carotenos% BS (8). El contenido de carotenoides tanto en el producto crudo como cocido está distribuido en tres grupos significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ), lo cual confirma amplia variabilidad que existe en este nutriente. A pesar de esto, la cocción no modificó significativamente ( $p > 0.05$ ) el contenido de carotenoides totales, el cual se retuvo entre 85 y 101%. En la literatura (22, 23) se ha reportado retenciones de carotenos en alimentos deshidratados que oscilan entre 5 y 100%.

En los Cuadros 6 y 7 se indican los resultados del estudio biológico durante las dietas de depleción, respectivamente. Además, en el Cuadro 7 aparecen los pesos promedios de los hígados y su contenido promedio en retinol. La eficiencia de alimento vario en la dieta de depleción entre 3.8 y 5.4, y en la repleción de 6.0 a 10.8, siendo significativamente semejantes los resultados obtenidos en las dietas de una misma etapa. Resulta interesante destacar que la eficiencia de alimentación durante el período de repleción duplicó al de la depleción, lo que demuestra que el adecuado balance nutricional permitió aprovechar más eficientemente los nutrientes de las dietas.

La eficiencia de conversión de los carotenoides en vitamina A varió entre 14 y 50% (ver Cuadro 8), encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre las variedades 9733 y 14143, con respecto a las 9646 y 14142. Las primeras presentaron una conversión de carotenoides de 14% y 20%, mientras las segundas fue

de 42% y 50%, respectivamente. Posiblemente estas diferencias se deben al tipo de carotenoide presente en el fruto, ya que se ha establecido (24) para el  $\beta$  - caroteno una eficiencia de conversión en vitamina A de un 17%, mientras que para otros carotenos de 8% o menos. Los valores encontrados son semejantes a los reportados por Fraps y Meinke (25), que encontraron una eficiencia de conversión de carotenos de zanahoria de 3% a 49%.

La ecuación resultante en el presente estudio difiere de la de Wolzak y Bressani (13). El intercepto encontrado es mucho mayor indicando una depleción incompleta, pero una pendiente significativamente mayor lo que refleja una eficiencia de conversión más alta que la reportada por Wolzak y Bressani (13). Estas diferencias sugieren una composición de carotenoides diferente entre pejibaye y zanahoria.

Es importante destacar que las variedades 14142 y 9646 presentan frutos grandes, con un contenido de extracto etéreo, el primero y un contenido de carotenoides el segundo, elevados y que a su vez presentaron las mayores eficiencias de conversión de los carotenoides en vitamina A. A pesar que la variedad 14143 presentó el mayor contenido de carotenoides, éstos se absorvieron medianamente. Lo anterior demuestra la necesidad de conocer el tipo de carotenoide presente en el pejibaye, ya sea mediante la evaluación química o biológica, para seleccionar con fines nutricionales las variedades. Esta información puede ser útil para el genetista agrícola al valorar el potencial nutricional de las variedades que posee y utilizarlo como un parámetro más de selección.

CUADRO 7  
VALORES PROMEDIO DE PESO DE RATAS, PESO DE HIGADO, GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y RETINOL HEPATICO DURANTE EL PERIODO DE REPLECION EN VITAMINA A

Dieta	Peso Rata, g	Peso Hígado fresco, g	$\mu\text{g}$ Retinol Hepático		Ganancia peso, g	Consumo Alimento, g	EA <sub>1</sub>
			Total	100 g Rata			
1	192 ± 9	9,7 ± 8	109 ± 37	50,6 ± 9,2	12 ± 6	81 ± 7	6,2 ± 1,5 <sup>a</sup>
2	181 ± 24	9,9 ± 24	100 ± 27	47,8 ± 7	10 ± 8	84 ± 6	7,0 ± 3,9 <sup>a</sup>
3	192 ± 5	10,5 ± 1,0	159 ± 21	82,5 ± 10,4	16 ± 7	89 ± 5	6,8 ± 3,4 <sup>a</sup>
4	185 ± 19	9,8 ± 1,8	147 ± 22	80,9 ± 15,1	9 ± 12	78 ± 15	6,0 ± 3,4 <sup>a</sup>
5	182 ± 8	9,7 ± 1,4	129 ± 26	70,0 ± 13	11 ± 4	66 ± 24	7,8 ± 2,0 <sup>a</sup>
6	190 ± 9	9,7 ± 0,8	96 ± 30	50,3 ± 15,3	8 ± 7	73 ± 13	10,8 ± 5,3 <sup>a</sup>
7	176 ± 11	9,0 ± 1,3	94 ± 18	52,1 ± 8,8	9 ± 7	76 ± 6	8,7 ± 3,3 <sup>a</sup>
8	185 ± 15	10,0 ± 1,3	66 ± 14	36,5 ± 8,8	b	b	b

$$(1) \text{ Eficiencia de alimento} = \frac{\text{Promedio de consumo de alimento (g)}}{\text{Promedio de ganancia de peso (g)}}$$

a: Letras iguales en una columna indican que no existen diferencias significativa ( $p > 0.05$ ).  
b: Se sacrificaron al finalizar el período de depleción.

CUADRO 8  
EFICIENCIA DE CONVERSION DE CAROTENOIDES DE PULPA DE PEJIBAYE EN VITAMINA A

Introducción de Pejibaye	$\mu\text{g}$ Consumidos		% Eficiencia de Conversión
	Carotenoides	Retinol	
14143	35,4 ± 2,7	7,0 ± 3	20 <sup>b</sup>
14142	36,3 ± 6,3	17,0 ± 4,8	50 <sup>a</sup>
9646	35,0 ± 5,5	15,1 ± 7,4	42 <sup>a</sup>
9733	40,7 ± 6,5	6,2 ± 6,0	14 <sup>b</sup>
Dieta depleción	— <sup>2</sup>	7,0 ± 3,0	—

$$(1) \% \text{ Eficiencia de conversión} = \frac{\mu\text{g retinol consumidos}}{\mu\text{g carotenoides consumidos}} \times 100$$

(2) No se calculó

a,b: letras diferentes en una columna son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

Se encontró una correlación inversa ( $r = -0.8$ ) y estadísticamente significativa ( $p < 0.02$ ) entre el contenido de carotenoides y de extracto de etéreo en pejibaye crudo; la correlación en cocido es menor ( $r = -0.5$ ) y no presenta significancia estadística. Johannessen (8) halló una ausencia de correlación ( $r = -0.008$ ) entre los dos parámetros. Este hallazgo merece ser considerado en la selección de variedades pues el contenido de grasa es un factor importante en el sabor del fruto y está directamente asociado a la absorción de vitaminas liposolubles.

Una aplicación de la información obtenida en salud pública, constituye el cálculo del número de pejibayes que debería consumir un adulto sano por día para llenar sus requerimientos diarios de vitamina A. A continuación se describirá la metodología utilizada y la variedad 14142 servirá de ejemplo.

- 1) Las recomendaciones dietéticas diarias de equivalentes de retinol para el individuo centroamericano de referencia (26) son 750 ug.. Si la eficiencia de conversión de los carotenoides es 50% (ver Cuadro 8), el sujeto necesita consumir 1500 ug. de carotenoides/día.
- 2) La introducción 14142 contiene 6.6 mg. de carotenoides en 110g de pulpa seca (ver Cuadro 6) o en 200 g. de pulpa de pejibaye fresco (50% humedad en pejibaye cocido fresco según Fernández) (28) y si necesito consumir 1.5 mg. de carotenoides por día, lo que debe consumir es 45.5 g. de pulpa de pejibaye fresco (es decir neto).
- 3) Si el peso neto de pejibaye grande es 41 g. (29), entonces se necesita consumir un pejibaye, para que el individuo de referencia llene sus necesidades de retinol. De las otras tres introducciones 9646, 14143 y 9733, se requieren consumir un pejibaye grande, uno pequeño y 7 medianos, respectivamente, para que un adulto sano llene en un 100% la adecuación de ingestión de vitamina A.

Se demuestra que aquellas variedades que tienen los carotenos con una alta eficiencia de conversión en la vitamina, y que a su vez el fruto es de tamaño grande, deberían seleccionarse agrónomicamente y destinarse preferentemente para consumo humano dado el efecto que presentan estos compuestos (9,10).

### CONCLUSIONES

- 1- Se confirma que existe una amplia variabilidad en el valor nutritivo en las introducciones de pejibaye.
- 2- En la mayor parte de las introducciones, la cocción reduce poco el contenido de carotenoides y del extracto etéreo.
- 3- El contenido de carotenoides, está inversamente relacionado con el extracto etéreo tanto en fruto cocido como crudo.

- 4- Según la introducción, un adulto requiere consumir de 1 a 7 pejibayes diarios para llenar sus necesidades de retinol.

### RECOMENDACIONES:

- 1- Incluir las variables: contenido de carotenos y su disponibilidad biológica (o fraccionamiento) entre los criterios de selección agronómica de variedades de pejibayes para consumo humano.
- 2- Fomentar el consumo de pejibaye mediante su industrialización y educación nutricional, de modo que el costarricense mejore su paradójico consumo inadecuado de vitamina A.
- 3- Evaluar el efecto del procesamiento y almacenamiento del pejibaye y derivados sobre los carotenoides.

### AGRADECIMIENTO

Agradecemos al programa de Asignaciones Familiares de Costa Rica (DESAF) y a CIPRONA el apoyo económico, a Virginia Garita su colaboración en los análisis químicos y ensayos biológicos.

### REFERENCIAS

- 1- Mora Urpí, J y col. Propuesta de un programa de investigación en pejibaye. Universidad de Costa Rica, Vicerrectoría de Administración. Enero de 1982.
- 2- Serie Técnica Pejibaye. V. 1 (1-2). San Pedro (CR); Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1989.
- 3- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá: Costa Rica-Guatemala: INCAP, 1969. 113 p.
- 4- Costa Rica, Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición: Evaluación Nutricional Dietética, 1978. San José; Ministerio de Salud, Departamento de Nutrición, 1979. 45 p.
- 5- Costa Rica, Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición: Evaluación dietética 1982. San José: Litografía López Tercero, 1986. p. 25-36.
- 6- Monge, B. Evaluación de la situación alimentaria y nutricional del área metropolitana de San José: 1982-1987. Carrera de Nutrición, Facultad de Medicina. Universidad de Costa Rica, 1988.
- 7- Wu Lueng, Woot-Tsuen y M. Flores. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Preparado por NIC, ND-NIDA, MD-NIH e INCAP. Washington, DC, US. Government Printing Office, 1961. 132p.
- 8- Johannessen, C. Pejibaye Palm: physical and chemical analysis of the fruit. *Economic Botany* 21: 371-378, 1967.
- 9- Erdman, J., Poor, C. Y J.M. Dietary factors affecting the bioavailability of vitamin A, carotenoids, and vitamin E. *Food Technology* (10): 214-221, 1988.
- 10- Goodman, D.S. Vitamin A and retinoids in health and disease. *New England J. Med.* 310: 1023- 1031, 1984.

- 11- Burton, G.W y K.U. Ingold. B-carotene: an unusual type of lipid antioxidant. *Science* 224: 569-573, 1984.
- 12- Centro de Investigaciones en Productos Naturales, Universidad de Costa Rica. Aprovechamiento industrial del pejibaye (*Bactris gasipaes*) 1986, 314 p. (Manuscrito).
- 13- Association of Official Agriculture Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC, 12th ed. Washington DC, 1975.
- 14- Bender, A. Food Processing and Nutrition. New York: Academic Press Inc. p. 14, 1976.
- 15- Wolzak A y R Bressani: Efecto de la calidad de proteína dietética en la tasa de depleción de vitamina A y su disponibilidad biológica de precursores de vitamina A. *Arch Latinoam de Nutr* 36(3): 415-431, 1986.
- 16- National Institute of Health Rodents. NIH: Department of Health and Human service, USA, 1980.
- 17- Frier HI, RC Hall, Jr JE, Rousseau H D. Eaton y S.W. Nielson. Cerebrospinal fluid pressure and aquamous metaplasia in a chronic hypovitaminosis. A of the male weanling rate. *Corn Stons. Agric. Exp. Stn. Res. Rep.* 46 University of Connecticut 55 p (original no consultado tomado de: National Academy of Sciences, Nutrient Requirements of Laboratory Animals. Washington: Office of Publications of the NAS. 1978, p. 7-37).
- 18- Bessey O A., O H Lowry., M J Brooks y J A López. The determination of vitamin A and carotene in small quantities of blood serum. *J. Biol. Chem.* 166: 177, 19746.
- 19- Ott, L. An Introduction to Statistics and data analysis. California. Duxberry Press, 1977. 730 p.
- 20- Patiño VM. El cacchipay o pejibaye (*Guilielma gasipaes* Bailey) y su papel en la cultura y en la economía de los pueblos indígenas de América Tropical. *América Indígena (México)* 18: 177-204, 1958.
- 21- Zumbado M. y M Murillo. Composition and nutritive value of pejibaye (*Bactris gasipaes*) in animal feeds. *Rev. Biología Tropical (Costa Rica)* 32 (1): 51-56, 1984.
- 22- Hollmes ZA, L Miller, M Edwards y E Benson. Vitamin retention during home drying of vegetables and fruit. *Home Econ. Res. J.* 7 (4): 258, 1978.
- 23- Calloway D H. Dehydrated foods. *Nutr. Rev.* 20 (9): 257, 1962.
- 24- World Health Organization. Requirements of vitamin A, thiamin, riboflavin and niacin. Report of Joint FAO/WHO Expert Group. Geneva, Who, 1967 (WHO Tech Rep. Ser. N°362).
- 25- Fraps GS y WW Meinke. Digestibility by rats of and neo-β carotenes in vegetables. *Arch. Biochem.* 6: 323-327, 1945.
- 26- Menchú M T., G Arroyave y M Flores. Recomendaciones dietéticas diarias para Centroamérica y Panamá. Guatemala: Unidad de Ayudas Audiovisuales del INCAP, p. 25, 1973.
- 27- Fernández M. Definición de las características químico-nutricionales de cuatro poblaciones de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Proyecto de graduación en Lic. Tecnología de Alimentos. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica, 1.988. 83 p.
- 28- Murillo S. y E Ulate. Composición de alimentos y tabla de pesos para Costa Rica. Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Costa Rica. 1984, p 42.