ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION
Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Vol. 49 N° 4, 1999

Composición química y digestibilidad de la proteína de veinte ecotipos de Pijiguao (*Bactris gassipaes*) del Amazonas de Venezuela

Emperatriz Pacheco de Delahaye, Alemar Alvarado, Romulo Salas y América Trujillo

Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía
Universidad Central de Venezuela

RESUMEN. Se elaboraron harinas de la pulpa de 20 ecotipos de Pijiguao cultivados en el Amazonas de Venezuela mediante deshidratación a 80°C por 3 horas con la finalidad de desarrollar una alternativa de conservación del fruto para alimentación humana y contribuir al estudio del germoplasma mediante la evaluación de la composición química aplicando los métodos de la AOAC. El análisis de los datos mostró una amplia variabilidad estadística ($P<0.05$) entre los ecotipos al referirse al contenido de grasa (5,13% a 17,30%) proteína (5,00% a 8,30%) almidón (29,13% a 56,40%) y fibra dietética total (8,10% a 21,00%). Igualmente se detectaron diferencias significativas en el contenido de carotenoides (3,46 a 40,06 mg/100g) y vitamina C (6,60 a 51,60 mg/100 g). La digestibilidad *in vitro* de la proteína fue alta (88,10% a 91,90%). Adicionalmente se analizó el color en un colorimetro triestímulo y los datos oscilaron entre L = 65,07 a 81,84; a = 0.18 hasta 13.96 y b = 18,30 a 38,82 visualmente presentan colores anaranjados, amarillos y beige. Las harinas de Pijiguao representan una fuente potencial de fibra dietética; carotenoides; vitamina C; grasa y almidón.
Palabras clave: *Bactris gassipaes*, fibra dietética, digestibilidad, color, harina.

SUMMARY. The chemical composition and digestibility of the protein of twenty ecotypes of Pijiguao of the Venezuelan Amazon. Precooked flour (80°C x 3 hours) from the pulp of 20 ecotypes of Pijiguao cultivated in the Amazon area of Venezuela and dried at 80°C for 3 hours was manufactured for the purpose of developing an alternative method of conservation of the fruit for human consumption and for the purpose of contributing to the study of the germoplasm through the assessment of its chemical characterization by applying the AOAC methods. The results showed a wide statistical variability ($p<0.05$) among the ecotypes in relation to the fat content (5,13%-17,30%), protein content (5,00%-8,30%), starch content (29,13%-56,40%), and dietetic fiber content (8,10%-21,00%). Likewise, significant differences in the carotenoid content (3,46-40,06 mg/100 g) and the vitamin C content (6,60 to 51,60 mg/100 g) were also detected. The digestibility *"in vitro"* of the protein was high (88,10%-91,90%). In addition color was analyzed in a tristimulus color meter and the data varied between L=65,07 to 81,84; a=0,18 to 13,96 y b=18,30 to 38,82. Orange, yellow, and beige were observed Pijiguao precooked flour is a potential source of dietetic carotenoids, vitamin C, fat, and starch.
Key words: *Bactris gassipaes*, dietetic fiber, digestibility, flour.

INTRODUCCIÒN

El Pejibaye o Pijiguao es una especie de palma que crece principalmente en regiones tropicales húmedas y la distribución geográfica en Sur América fue fijada en proyecciones de productividad basada en el germoplasma (1), que presenta un importante valor nutricional; producción de frutos por cosecha es alta pero bajo volumen de comercialización, debido a que las grandes distancias a los centros de acopio originan grandes pérdidas por cosechas (2). La harina integral de Pijiguao puede reemplazar a la harina de maíz en un 100% en dietas para pollos de engorde obteniendo mejores resultados en el aumento del peso corporal (3) y no afecta la digestibilidad de la proteína en ratas (4). Se han desarrollado formulas para niños incorporando la harina de Pijiguao como fuente de calorías y carotenos (5). Resultados previos mostraron una alta biodisponibilidad del retinol del mesocarpio de los frutos de Pijiguao en comparación con el mango (6). Por otra parte el aceite de pulpa de *Bactris gassipaes* H.B.K., analizado por cromatografía (HLPC) indica el predominio de alfa tocoferol y tocotrionoles (7), compuestos que podrían ser potentes agentes hipocolesterolémicos, debido a que afectan la biosíntesis del colesterol (8). Basados en los estudios citados anteriormente, y tomando en cuenta que la población indígena del Amazonas de Venezuela ingiere la pulpa de Pijiguao y se pierde gran parte de la cosecha en esa región, se planteó como objetivo del presente trabajo elaborar harinas de la pulpa de Pijiguao, evaluar su composición química, fibra dietética, digestibilidad in vitro de la proteína y el color de las harinas, de manera de contribuir al estudio del germoplasma para mejorar el desarrollo del cultivo y su conservación.

MATERIALES Y METODOS

El Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela recolectó veinte ecotipos de frutos de Pijiguao de la región del Amazonas de Venezuela para estudios de investigación agronómica y manejo del cultivo. Los mismos fueron codificados AmV7 a AmV26; se recogieron 80 frutos sanos y maduros para representar una muestra por ecotipo.

Obtención de harinas

Los frutos fueron lavados y pelados manualmente; la pulpa fue cortada en trozos pequeños y secada en un horno de gabinete con circulación de aire a 80°C por tres horas; posteriormente, se molió en un molino de martillo marca Willey N° 4 y se pasó por un tamiz de 60 mallas. Las harinas se almacenaron en frascos de plástico opacos, a temperatura ambiente. El rendimiento promedio fue de 59% de harina y 42 % de cáscara y semillas.

Análisis químicos y físicos

Las harinas fueron analizadas por triplicado para determinar humedad, grasa, proteína, cenizas, carotenoides, vitamina C como ácido ascórbico y fibra dietética total; siguiendo los métodos del AOAC (9). El almidón de acuerdo a Trivend et al. (10) y la digestibilidad, *in vitro*, según Hsu et al. (11). Para la determinación del color se usó un colorimetro triestimulo marca Garmer X C10, calibrándose el aparato con una placa beige con valores de L = 78,9, a = -1,9 y b = 22,0. La medición de color en el Hunter se basa en la medición de los parámetros: L = índice de claridad y luminosidad (blanco = 100; negro = 0) luego a indica la intensidad predominante donde positivo (+) es rojo y negativo (-) verde y el parámetro b representa intensidad de color del amarillo (+) y azul (-).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza, y la prueba de rango múltiple de Duncan. Los datos fueron analizados utilizando el paquete computarizado Statiscal Analysis (SAS Versión 6. 11 1996).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de la composición química de las harinas de los 20 ecotipos de Pijiguao indicados en la Tabla 1 mostraron una gran variabilidad estadística. El ecotipo que presenta la más alta cantidad de proteína fue el AmV13 (8,3%) y la más baja el AmV20 (5%). En cuanto al contenido de grasa las diferencias son evidentes y van desde 5,13% para el ecotipo AmV24 hasta 17,3% para el AmV25; estos resultados están comprendidos en los rangos publicados por otros autores (2-5). Las harinas presentaron una alta concentración de almidón, la cual varió de 29,13% para AmV15 a 56,40 para el AmV24. Estos datos se aproximan a resultados señalados previamente (3). Los valores de fibra dietética total revelaron que las harinas de Pijiguao podrían ser consideradas como fuente de fibra, los valores mínimo y máximo fueron de 7,5% a 21,0% para los ecotipos AmV19 y AmV15 respectivamente. Al comparar estos resultados con estudios (12-14) realizados en alimentos para desayuno americanos y mexicanos los autores indican que presentan valores altos en fibra ya que contenían 7,1%; y 12,3% de fibra dietética. Los azúcares reductores dieron valores comprendidos entre 1,20% a 3,14% para los ecotipos AmV21 y AmV26, respectivamente, es posible que de acuerdo a la composición química de los resultados obtenidos en el presente trabajo que los contenidos de azúcares totales sean muy superiores a la encontrada para los azúcares reductores.

La variabilidad se repite para los carotenoides, que oscilan entre 3,46 a 40,06 mg/100g para las harinas AmV22 y AmV12. Respecto a la vitamina C el rango va desde 6,60 mg/100g (AmV24) hasta 51,60 mg/100g del ecotipo AmV16. Estos datos corresponden a resultados señalados en la literatura (5). El alto contenido de carotenoides en algunos ecotipos de Pijiguao es un factor importante desde el punto de vista nutricional porque el consumo de la provitamina A estó relacionado con la protección del sistema inmunitario en niños menores de cinco años (15).

La digestibilidad *in vitro* de la proteína de las harinas mostró valores entre 88,10% y 91,90% en digestibilidad alta al compararla con la caseína que dio valores de 96%. Se podría mencionar, al analizar los resultados que las harinas con más fibra dietética fueron digeridas en menor proporción, esta tendencia ha sido encontrada por otros investigadores (16) y podría explicarse que concentraciones elevadas de fibra dietética aumentan la viscosidad de la solución y podría dilatar el libre acceso de las enzimas digestivas; motivo por el cual es posible que disminuya la hidrólisis de las proteínas pero en una proporción muy pequeña.

Al observar la Tabla 2 se puede resaltar que los datos sobre los colores de las harinas fueron estadísticamente diferentes. Los ecotipos AmV15; AmV21; AmV22 y AmV24 4l presentándose una luminosidad que varió entre 81,84 a 77,97 y visualmente correspondieron a las harinas de colores que variaron del blanco al beige. Los materiales AmV7; AmV11; AmV19; AmV20 y AmV25 se vieron de color amarillo claro, los valores para «L» oscilaron entre 73,12 y 77,69; para «a» entre 3,99 y 7,83 y para «b» de 29,29 a 38,82; mientras que los ecotipos AmV9; AmV10; AmV11; AmV17 y AmV23 presentaron colores anaranjados claros donde «L» varió de 68,10 a 77,69; «a» de 5,83 a 12,58 y «b» de 30,03 a 33,48 y los AmV8; AmV12; AmV13; AmV16 y AmV18 mostraron colores anaranjado intenso y corresponde a los ecotipos con mayor concentración de carotenoides, los valores para «L» oscilaron entre 65,07 y 68,43; para «a» de 12,25 a 13,96 y para «b» de 31,51 a 32,47. El color es un atributo de calidad en alimentos crudos y procesados. Además el color podría ser un indicador de los cambios químicos, especificamente asociado con pér-

TABLA 1

Composición química y digestibilidad *in vitro* de la proteína de harinas de veinte ecotipos de Pijiguao del Amazonas de Venezuela

* Ecotipo	Humedad %	* Proteína	* Grasa	* Cenizas	* Almidón	Azucares * reductores	Carotenoides mg/100g	Vitamina C mg/100g	Fibra * Dietética	Digestibilidad %
AmV7	5,50±0,30	$6,33^{cd}$±0,10	$9,33^{i}$±0,02	$1,41^{c}$±0,01	$45,66^{def}$±1,10	$2,90^{ab}$±0,03	$6,20^{n}$±0,14	$50,00^{b}$±1,00	$9,80^{gh}$±0,85	$91,50^{a}$±1,01
AmV8	5,30±0,20	$7,76^{ab}$±0,20	$9,73^{ghi}$±0,04	$2,62^{a}$±0,02	$38,16^{h}$± 1,05	$2,70^{c}$±0,01	$21,90^{e}$±0,56	$42,90^{g}$±0,50	$9,90^{g}$±0,40	$91,30^{a}$±1,00
AmV9	5,40±0,10	$7,76^{ab}$±0,15	$11,13^{de}$±0,01	$1,81^{b}$±0,08	$46,63^{d}$± 1,04	$2,61^{cd}$±0,06	$18,00^{gh}$±0,88	$46,86^{c}$±0,60	$9,23^{h}$±0,50	$91,40^{a}$±0,50
AmV10	5,50±0,10	$5,50^{defgh}$±0,30	$14,6^{c}$±0,05	$1,80^{b}$±0,01	$44,30^{g}$± 1,05	$2,50^{d}$±0,02	$16,10^{y}$±0,90	$42,20^{h}$±0,80	$12,40^{d}$±0,50	$90,30^{ab}$±0,50
AmV11	5,80±0,10	$5,40^{efgh}$±0,20	$10,20^{fgh}$±0,03	$1,12^{c}$±0,05	44,80± 1,73	$2,58^{cd}$±0,05	$18,40^{g}$±0,90	$22,13^{m}$±1,35	$12,70^{c}$±0,80	$90,30^{ab}$±0,70
AmV12	5,00±0,10	$6,50^{c}$±0,10	$7,73^{fk}$±0,05	$1,67^{b}$±0,01	$45,03^{efg}$± 1,88	$2,20^{e}$±0,04	$40,06^{a}$±0,88	$34,13^{k}$±1,50	$12,76^{c}$±0,85	$90,00^{b}$±0,50
AmV13	6,60±0,30	$8,30^{a}$±0,05	$7,13^{jk}$±0,01	$2,54^{a}$±0,03	$30,96^{l}$± 1,01	$2,50^{d}$±0,04	$32,50^{c}$±1,01	$39,63^{i}$±1,60	$11,70^{e}$±0,92	$90,30^{ab}$±0,60
AmV14	6,10±0,10	$6,20^{cde}$±0,10	$10,14^{fg}$±0,51	$1,32^{c}$±0,04	$30,96^{l}$± 1,03	$2,42^{edf}$±0,05	$17,40^{h}$±0,90	$29,10^{l}$±1,50	$17,20^{b}$±0,94	$88,61^{c}$±1,10
AmV15	6,50±0,20	$6,10^{cdef}$±0,01	$8,00^{j}$±0,20	$1,81^{b}$±0,05	$29,13^{m}$± 1,04	$2,51^{d}$±0,03	$18,10^{gh}$±1,01	$35,46^{j}$±1,60	$21,00^{a}$±1,01	$88,60^{c}$±1,30
AmV16	5,80±0,40	$5,70^{cdefg}$±0,01	$11,50^{d}$±0,01	$2,40^{a}$±0,02	$49,30^{de}$±0,80	$1,50^{e}$±0,02	$30,10^{d}$±1,05	$51,60^{a}$±1,50	$20,40^{a}$±1,00	$88,10^{c}$±1,50
AmV17	5,90±0,10	$5,70^{cdefg}$± 0,02	$7,50^{jk}$±0,20	$2,30^{a}$±0,03	$46,00^{de}$±0,90	$1,80^{f}$±0,04	$20,32^{f}$±1,53	$17,46^{n}$±1,00	$10,13^{g}$±0,50	$90,00^{ab}$±0,50
AmV18	5,40±0,10	$5,10^{h}$±0,02	$9,50^{hi}$±0,30	$1,90^{b}$±0,04	$37,13^{i}$±0,60	$2,10^{fg}$±0,01	$33,45^{b}$±0,55	$16,53^{n}$±1,50	$16,76^{b}$±0,80	$89,50^{b}$±0,80
AmV19	5,50±0,30	$5,20^{gh}$±0,02	$10,66^{ef}$±0,10	$1,33^{c}$±0,01	$49,33^{c}$±0,70	$1,80^{g}$±0,01	$14,40^{j}$±0,75	$44,20^{e}$±1,00	$7,50^{l}$±0,05	$91,50^{a}$±1,00
AmV20	5,60±0,20	$5,00^{h}$±0,01	$10,20^{fgh}$±0,10	$1,45^{c}$±0,02	$52,13^{b}$±0,60	$1,88^{g}$± 0,04	$7,00^{m}$±0,80	$45,53^{d}$±1,50	$12,16^{de}$±0,70	$90,20^{ab}$±1,00
AmV21	5,50±0,30	$7,40^{b}$±0,02	$7,70^{jk}$±0,10	$1,36^{c}$±0,03	$53,00^{b}$± 0,60	$1,20^{h}$±0,02	$5,00^{n}$±0,25	$43,46^{f}$±1,05	$8,10^{i}$±0,80	$91,50^{a}$±1,00
AmV22	5,80±0,30	$5,30^{fgh}$±0,05	$14,46^{c}$±0,20	$1,25^{c}$±0,04	$35,80^{j}$±0,50	$2,22^{df}$±0,03	$3,46^{o}$±0,07	$34,02^{k}$±1,00	$8,80^{ij}$±0,56	$91,90^{a}$±0,90
AmV23	5,60±0,10	$5,40^{efg}$±0,01	$9,80^{hi}$±0,10	$1,74^{b}$±0,02	$44,13^{g}$± 1,31	$1,90^{fg}$±0,01	$12,36^{k}$±0,33	$11,80^{a}$±1,00	$10,50^{g}$±0,75	$90,80^{a}$±0,98
AmV24	5,80±0,10	$6,00^{cdef}$±0,01	$5,13^{l}$±0,10	$1,12^{c}$±0,01	$56,40^{a}$±1,32	$1,20^{h}$±0,04	$10,46^{l}$±0,85	$6,60^{p}$±0,50	$8,80^{ij}$±0,80	$90,65^{a}$±0,90
AmV25	5,40±0,20	$5,40^{efgh}$±0,05	$17,30^{a}$±0,10	$1,30^{c}$±0,04	$36,96^{i}$±1,00	$2,80^{abc}$±0,03	$11,50^{k}$±0,25	$12,00^{o}$±0,70	$8,50^{jk}$±0,90	$90,50^{a}$±0,95
AmV26	5,70±0,10	$5,50^{efg}$±0,04	$15,70^{b}$±0,05	$1,20^{c}$±0,03	$34,10^{k}$± 1,01	$3,14^{a}$±0,08	$14,43^{j}$±0,44	$6,60^{p}$±0,40	$8,70^{j}$±0,30	$90,60^{a}$±1,00
Caseína	96%±0,80									

*g/100g harina en base seca. Letras diferentes en la misma columna son diferentes estadisticamente para $p<0.05$

dida de actividad de la provitamina A, como los carotenoides (17). Para algunos investigadores el color representa un método rápido y confiable para determinar la calidad nutricional de la soya procesada (18).

TABLA 2
Color de las harinas de 20 ecotipos de Pijiguao del Amazonas de Venezuela

Ecotipos	L	a	b
AmV7	$73,12^{c}$	$5,25^{g}$	$29,29^{e}$
AmV8	$65,07^{e}$	$13,96^{a}$	$31,51^{d}$
AmV9	$68,10^{d}$	$11,00^{ab}$	$31,66^{d}$
AmV10	$68,24^{d}$	$12,58^{ab}$	$33,48^{b}$
AmV11	$77,69^{b}$	$5,83^{g}$	$31,08^{d}$
AmV12	$68,43^{d}$	$12,42^{ab}$	$32,23^{fbc}$
AmV13	$66,00^{e}$	$12,51^{ab}$	$32,47^{bc}$
AmV14	$70,37^{d}$	$9,46^{c}$	$31,46^{d}$
AmV15	$77,97^{b}$	$1,83^{j}$	$22,29^{h}$
AmV16	$65,09^{e}$	$12,25^{ab}$	$31,58^{d}$
AmV17	$68,13^{d}$	$10,33^{b}$	$30,03^{e}$
AmV18	$67,22^{de}$	$12,70^{a}$	$32,19^{bc}$
AmV19	$74,43^{c}$	$7,83^{f}$	$32,28^{bc}$
AmV20	$75,86^{c}$	$5,61^{g}$	$30,11^{e}$
AmV21	$78,51^{b}$	$2,56^{i}$	$25,73^{l}$
AmV22	$81,84^{a}$	$0,18^{k}$	$18,30^{l}$
AmV23	$70,93^{d}$	$7,13^{f}$	$30,07^{e}$
AmV24	$78,14^{b}$	$5,25^{g}$	$31,55^{d}$
AmV25	$73,86^{c}$	$3,99^{h}$	$38,82^{a}$
AmV26	$70,85^{d}$	$8,48^{e}$	$33,36^{b}$

Los valores con diferentes letras en la misma columna son significativamente diferentes $P<0,05$.

CONCLUSIONES

Las harinas de Pijiguao de diferentes regiones del Amazonas de Venezuela presentaron variabilidad en los componentes químicos al aplicar el análisis estadístico especialmente en el contenido de proteína, grasa, almidón, carotenoides, fibra dietética y a diferencia de otras palmas presentaron alto porcentaje de almidón y vitamina C. Se observó que la digestibilidad *in vitro* de la proteína en todos los ecotipos fue alta. Las harinas de Pijiguao pueden ser fuente de fibra dietética, y calorías por su contenido de almidón y grasa. El color de las harinas se diferencia en colores anaranjados, amarillos y beige, los cuales fueron determinados mediante la medida física del color, este parámetro podría considerarse a la hora de diferenciar los ecotipos de Pijiguao.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el soporte económico de la Fundación Polar y al CDCH - UCV proyecto 01331095. La ayuda técnica de la Sra. Gloria de Pinto y Carmen Valverde.

REFERENCIAS

1. Clement CR and Arkcoll DB. The Pejibaye (*Bactris gassipaes* H.B.K.) Palmae as on oil crop: Potential and breeding strategy. Oleagineux. 1991;46 (7): 293-299.
2. Arkoll DB and Aguiar JP. Peach palm (*Bactris gassipaes* H.B.K.): a new source of vegetable oil from the wet tropics. J Sci Food Agric 1984;35:520-526.
3. Cruz JF y Mejía M. Comparación de harina de chontauro entero (*Bactris gassipaes* H.B.K.) contra alimentos balanceados y maíz amarillo como fuentes de nutrientes en la alimentación de pollos de engorde. Acta Agron 1989;39(1-2):163-172.
4. Delgado C, Cioccia A y Brito O. Utilización del fruto de Pijiguao (*Guilielma gassipaes*) en la alimentación humana. I. Antecedentes, potencial nutricional y energético y características de la planta y fruto. Acta Científica Venezolana 1988;39(1):90-95.
5. Blanco A, Muñoz L y Garita. Contenido y disponibilidad biológica de los carotenos del Pejibaye (*Bactris gassipaes*) como fuente de vitamina A. Arch Latinoamer Nutr 1992;42: (2):146-154.
6. Yuyami L, Favaro R, Yuyama K and Vanucchi H. Bioavailability of vitamin A from peach palm (*Bactris gassipaes* H.B.K.). Nutrition Research 1991;11(10):1167-1175.
7. Lubrano C, Robin H. Rand and Khaiat A. Fatty acid sterol and tocopherol composition of oil from the fruit mesocarp of six palm species in French Guiana. Oleagineux 1994;49(2):59-65.
8. Quereshi N, Quereshi A. Tocotrienols; novel hypocholesterolemic agents with antioxidant properties In: Vitamin in Health and Disease, De Packer and Fuchs J. Marcel Dekker Inc, New York, USA, 1993;pp 247-267.
9. AOAC Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 15 th. Kenneth Helrich. Washington, DC. USA, 1990.
10. Thivend P, Mercier C and Guibot A. Determinations of starch with glucoamylase. In Methods of Carbohydrate Chemistry. Ed. Academic Press, New York/London. 1972;Vol: 6, 100.
11. Hsu HW, Vava KDL, Satterleel D and Miller A. Multienzyme technique for estimating protein digestibility, J Food Sci 1977;42: 1269-1275.
12. Marlett J and Vollendorf NW. Dietary fiber content of cereal and grain products determined by enzymatic - chemical and gravimetric methods. J Food Comp Analysis 1994;7:23-36.
13. Pacheco Delahaye E, Cedres M, Alvarado A and Ciocia A. Substitution of wheat bran by defatted oil palm almond flour rich source of dietary fiber for the preparation of bread and cookies. Arch Latinoamer Nutr 1994;44, (2) 122-128.
14. Rosado J, López P, Huerta Z, Muñoz E and Mejia L. Dietary fiber in Mexican Foods. J Food Composition and Analysis 1993;6:215-222.
15. Roodengurg ACD, West A. Beymen, Vitamin A., status effects the efficacy of iron repletion in rats with iron deficiency. J Nutr Biochem 1996;7: 99-195.
16. Onning G and Aspin G. Effect of sopaning and different types of dietary fiber and digestion of carbohydrates. Br J Nutr 1995;120: 129-237.
17. Bao B and Chang K. Carrot pulp chemical composition, color and water-holding as effected by blanching. J Food Sci 1954;59 (6):1159-1161.
18. Mc Naughton JL, Reece FN y Deaton JW. Relationships between color, trypsin inhibitor contents, and effects on broiler performance. Poultry Sci. 1981;60: 393-400.

Recibido: 09-03-1999
Aceptado: 06-08-1999