

UTILIZACION DE LA SEMILLA DEL CHIGO (*Campsiandra comosa* Benth) EN LA ALIMENTACION HUMANA.  
III. VALOR ENERGETICO DE LA HARINA DE CHIGA

Jinny Emily Sánchez R.,<sup>1</sup> José A. Barreiro M.<sup>1</sup> y Odoardo Brito Arreaza<sup>1</sup>

Universidad Simón Bolívar,  
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se analizó la composición proximal y el contenido de vitaminas y minerales de una muestra de harina de chiga (*Campsiandra comosa* Benth), determinándose que está compuesta esencialmente de carbohidratos.

La muestra fue evaluada como fuente de energía en reemplazo de un 33, 67 y 100% del almidón de maíz en dietas isoproteínicas e isocalóricas, para ratas Sprague-Dawley en proceso de crecimiento. En el término de 15 días se detectó que la sustitución de un tercio de los carbohidratos por harina de chiga no afecta la ganancia de peso, ingesta de alimento, energía metabolizable de la dieta o utilización energética de ésta, en ratas en experimentación. La inclusión de niveles mayores del producto en la dieta indujo un decremento en los valores de dichas variables. Las digestibilidades aparentes, tanto del nitrógeno como de la energía de las dietas, se redujeron progresivamente para el rango de concentraciones de harina de chiga utilizado.

El valor de energía metabolizable de la harina de chiga resultó ser de 3.15 Kcal/g, indicativo de que aproximadamente el 78% de su energía bruta (4.01 Kcal/g), es metabolizada.

INTRODUCCION

La harina de chiga es un producto de color blanquecino, ligeramente rosado, que se obtiene del proceso artesanal descrito por Barreiro *et al.* (1), basado en el pilado y lavado de la semilla de una leguminosa: la chiga (*Campsiandra comosa* Benth) o, en dialecto piaroa, "sepaj" (2).

---

Manuscrito modificado recibido: 2-4-87.

1 Miembros del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos (Laboratorio de Nutrición), Universidad Simón Bolívar, Apartado Postal 80659, Caracas, Venezuela.

Algunas poblaciones indígenas, en especial aquellas ubicadas en las riberas de los ríos Cunaviche, Arauca, Capanaparo y Sinaruco del Estado Apure y los ríos Orinoco, Manapiare y Guaviarito en el Territorio Federal Amazonas de Venezuela, elaboran con esta harina, atoles, arepas, panes, natillas y otros productos que constituyen una parte importante de su alimentación (1, 3, 4). A pesar de ello, la información en cuanto a la chiga es escasa. Se ha publicado algo sobre la composición proximal de la harina de chiga, que muestra que ésta contiene principalmente hidratos de carbono (82.2 – 99.2% en base seca), mientras que los porcentajes de cenizas y proteína, fibra y grasa cruda son de sólo 0.1 – 0.84; 0.4 – 7.92; 0.1 – 1.89; 0.1 – 0.44 en base seca, respectivamente (5-9). En cuanto a la cantidad de micronutrientes que contiene, sólo Rodríguez (9) señaló los contenidos de calcio (90.1 mg/100 g), hierro (3.74 mg/100 g) y fósforo (7.6 mg/100 g), en base seca. Así, en este trabajo se pretendió, en parte, enriquecer el conocimiento sobre la harina de chiga.

En otro estudio, Margolis (8) comparó la calidad nutricional de este producto con la del almidón de maíz. El resultado obtenido fue que las ratas alimentadas con harina de chiga como única fuente de hidratos de carbono, presentaron la misma relación aumento de peso corporal/consumo de alimento, y un crecimiento igual al de aquellas alimentadas con almidón de maíz. Sin embargo, la presencia de harina de chiga en la dieta estuvo asociada con una disminución del consumo, adjudicada al contenido de taninos en la harina (6, 9).

Lo expuesto sugería que la harina de chiga podría ser una fuente de energía de fácil asimilación, permitiendo —en caso de deficiencias proteínicas— reservar éstas para fines anabólicos. Por ello, el propósito de esta investigación fue determinar la concentración de energía disponible en la harina de chiga, utilizando ratas como animales de experimentación, y midiendo la energía metabolizable y neta de producción en dietas cuyo contenido de carbohidratos fue substituido a niveles de un tercio, dos tercios y totalmente por harina de chiga. Asimismo, se evaluó el efecto que la ingesta de cantidades crecientes de harina de chiga ejercía en la digestibilidad de las proteínas dietarias.

#### MATERIALES Y METODOS

La muestra utilizada en este estudio fue elaborada por los indios Yaruros, pobladores de los ríos del Estado Apure, Venezuela (1), justo antes de iniciarse el experimento. Todos los análisis del producto fueron realizados por triplicado y con reactivos de grado analítico, presentándose los resultados en base seca. Los contenidos de proteína, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza se determinaron según los métodos descritos por la AOAC (10). La cantidad de carbohidratos fue establecida por diferencia. La cuantificación de almidón se realizó por medio del método enzimático referido por Chang y Johnson (11). El contenido de calcio y hierro se determinó según la AOAC (10), y el fósforo se cuantificó siguiendo las especificaciones del procedimiento señalado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (12). La cantidad de yodo se detectó según lo descrito por la APHA (13), a partir de una solución preparada tal como lo indican Fisher y Abbé (14).

Se practicaron análisis de carotenos (12), niacina y ácido ascórbico (10). El contenido de tiamina se determinó de acuerdo a lo pautado por la Asociación de Químicos de Vitaminas (15) y el de riboflavina, según la técnica descrita por Osborne y Voogt (16).

### Estudio Biológico

Un total de 24 ratas macho de la raza Sprague-Dawley y de aproximadamente 21 días de nacidas, fueron dispuestas en jaulas metabólicas individuales. Durante tres días, se les permitió adaptarse a las nuevas condiciones, suministrándoles la dieta control señalada en la Tabla 1.

TABLA 1  
COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS CONTROL Y  
EXPERIMENTALES

Ingredientes	Control	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Harina de chiga	—	24.1	48.2	72.3
Almidón de maíz <sup>1</sup>	72.3	48.2	24.1	—
Caseína <sup>2</sup>	15.0	15.0	15.0	15.0
Aceite de maíz <sup>1</sup>	5.0	5.0	5.0	5.0
Mezcla mineral AIN-76 <sup>2</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
Celulosa <sup>2</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0
Mezcla vitamínica <sup>2</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Bitartrato de colina <sup>2</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2

1 Alfonso Rivas & Ca, C. A., Caracas, Venezuela.

2 ICN Nutritional Biochemicals, Cleveland, Ohio, USA.

Posteriormente, las ratas se distribuyeron al azar en cuatro grupos, cada uno de seis ratas con un peso promedio de 47 g. Un grupo fue sometido a la dieta control y los tres restantes consumieron las dietas 1, 2 y 3 que se señalan en la Tabla 1, formuladas de modo que cubrieran las necesidades de las ratas en crecimiento y fuesen isoproteínicas e isocalóricas. En estas dietas, la harina de chiga se incorporó a niveles que sustitúan un tercio, dos tercios y el total del almidón de maíz, respectivamente. Tanto el alimento como el agua se suministraron *ad libitum* por 15 días, a fin de determinar el balance energético durante el período de mayor crecimiento. Se registró el consumo de alimento diariamente y el peso corporal cada tres días. La eficiencia alimentaria se calculó según la fórmula siguiente:

$$\text{Eficiencia alimentaria} = \frac{\text{Ganancia total de peso (g)} \times 100}{\text{Consumo total de alimento (g)}}$$

Durante los últimos siete días del experimento se recolectaron las heces y orina. Las primeras se secaron en estufa a 100°C, se pesaron y molieron, valorándose luego el contenido de nitrógeno por el método de Mora (18), y el calor de combustión en un calorímetro adiabático marca Parr, Modelo 1242. Con respecto a las orinas recolectadas, se midieron los volúmenes totales recolectados, filtrándose y preservándose con ácido clorhídrico 6 N, bajo refrigeración. Para determinar el contenido energético de la orina, se mezclaron y secaron dos ml de ésta con 0.5 g de celulosa, previamente secada en estufa a 80°C. A esta mezcla se le determinó el calor de combustión, restándosele el correspondiente a la celulosa, también estimado en el calorímetro.

La digestibilidad aparente total del nitrógeno y de la energía de las dietas, la energía (E) metabolizable de éstas y de la harina de chiga, así como la energía neta de producción y el calor total liberado por las ratas que consumieron las dietas referidas, se calcularon en base a las siguientes ecuaciones (19):

$$\text{Digestibilidad aparente total (o/o)} = \frac{\text{Consumo (g)} - \text{Peso de heces (g)}}{\text{Consumo (g)}}$$

$$\text{Digestibilidad aparente del nitrógeno (DN)} = \frac{\text{N ingerido} - \text{N en heces}}{\text{N ingerido}} \times 100$$

$$\text{Digestibilidad aparente de la energía (DE)} = \frac{\text{E digerible de la dieta}}{\text{E bruta de la dieta}} \times 100$$

donde:

$$\text{E digerible de la dieta consumida (cal)} = \text{E bruta consumida (cal)} - \text{E en las heces (cal)}$$

$$\text{E bruta consumida (cal)} = \text{Calor de combustión de la dieta (cal/g)} \times \text{ingesta de alimento (g)}$$

$$\text{Energía dietaria metabolizable (cal)} = \text{E digerible de la dieta consumida (cal)} - \text{E en orina (cal)}$$

$$\text{Energía metabolizable de la harina de chiga (cal)} = \text{E digerible asociada con la harina (cal)} - \text{E urinaria asociada a la harina (cal)}$$

donde:

$$\text{E digerible asociada con la harina (cal)} = \text{E ingerida asociada con la harina (cal)} - \text{E en las heces asociada con la harina (cal)}$$

$$\text{E ingerida asociada con la harina (cal)} = \text{Calor de combustión de la harina (cal/g)} \times \text{consumo de harina (g)}$$

E en heces y en orina asociada con la harina de chiga (cal). Se calculó por diferencia con el grupo de ratas que no consumió esta harina, según lo descrito por Lloyd, McDonald y Crampton (20).

Energía neta de producción (cal) = Calor de combustión de los cuerpos al finalizar el experimento (cal/g) x Crecimiento durante el tiempo que duró el experimento (g en base seca)

Calor liberado total (cal) = Energía dietaria metabolizable (cal) – Energía neta de producción (cal) – Energía utilizada en funciones mecánicas (cal)

Donde la energía utilizada en funciones mecánicas se estimó como un 15<sup>o</sup>/o de la energía neta de mantenimiento (19).

Efecto calorífico del alimento o acción dinámica específica, corresponde al gasto obligatorio de energía que ocurre durante la asimilación del alimento en el organismo (21) y fue estimada como un 20<sup>o</sup>/o de la energía metabolizable (19).

Los cálculos parciales de la harina de chiga en cuanto a su energía digerible, metabolizable y digestibilidad aparente se llevaron a cabo según lo descrito (19).

Por otra parte, con el fin de calificar microbiológicamente a la harina de chiga utilizada, se llevaron a cabo análisis de: *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras, aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y coliformes según lo descrito por la *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF) (22), y APHA (23).

#### *Análisis Estadístico*

Se analizaron los resultados según el método de análisis de varianza descrito por Snedecor y Cochran (24) y las medias se compararon usando el método de Duncan (25). El nivel de significancia se fijó en un 5<sup>o</sup>/o.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en cuanto a composición aproximada y contenido de almidón de la harina de chiga se detallan en la Tabla 2. Estos resultados son equivalentes a los presentados por Margolis (8), Daza (6) y Rodríguez (9), y al del almidón de maíz (26), en los que el componente predominante fue carbohidratos (98-99<sup>o</sup>/o).

Castillo (5) y Lasser (7) señalaron cifras para la harina de chiga de proteínas, fibra y cenizas cercanas a 17, tres y cuatro veces superiores, respectivamente, a las obtenidas en este estudio, al igual que un contenido de glúcidos de 9<sup>o</sup>/o a 25<sup>o</sup>/o inferior. Los niveles de grasa cruda determinados por los citados autores son también mayores que los detectados en este trabajo. Estas divergencias pueden deberse a variaciones metodológicas, agronómicas y, más probablemente, a distintos procedimientos en la manufactura de la harina de chiga, proceso que no ha sido aún sistematizado.

Los micronutrientes determinados en la harina de chiga, se señalan en la Tabla 3. Los valores de calcio y fósforo obtenidos difieren de los publicados por Rodríguez (9), pero no así el valor de hierro, el cual es análogo al de la harina de trigo ya enriquecida (3.42 mg/100 g en base seca) (26), permitiendo considerarla una adecuada fuente de este mineral en el grupo vegetal, en coincidencia con la mayoría de las leguminosas

TABLA 2

COMPOSICION APROXIMADA (g/100 g) Y CALOR DE COMBUSTION  
(Kcal/g), EN BASE SECA<sup>1</sup>, DE LA HARINA DE CHIGA

Proteína cruda (N x 6.25)	0.40 ± 0.03 <sup>2</sup>
Extracto etéreo	0.04 ± 0.01
Fibra cruda	0.60 ± 0.04
Cenizas	0.16 ± 0.01
Carbohidratos <sup>3</sup>	98.80
Almidón	90.15 ± 0.94
Calor de combustión (EB) <sup>4</sup> (Kcal/g)	4.01 ± 0.01

- 1 Humedad de la muestra de harina de chiga (o/o): 37.01 ± 0.04.
- 2 Cada valor expresa la media y la desviación estándar de tres determinaciones.
- 3 Estimado por diferencia.
- 4 EB = Energía bruta.

TABLA 3

MICRONUTRIENTES DE LA HARINA DE CHIGA, EXPRESADOS EN  
BASE SECA

Micronutrientes	mg/100 g
Hierro	3.59 ± 0.27 <sup>1</sup>
Calcio	1.61 ± 0.15
Fósforo	14.41 ± 0.03
Yodo	0.10 ± 0.04
Niacina	1.10 ± 0.09
Acido ascórbico	2.80 ± 0.03
Tiamina	0.04 ± 0.01
Riboflavina	0.11 ± 0.01
Carotenos	ND <sup>2</sup>

- 1 Cada valor representa la media y desviación estándar de tres determinaciones.
- 2 No detectable.

(27). A pesar de ello, la generalidad de los micronutrientes estudiados representan una contribución muy pequeña para lograr cubrir los requerimientos nutricionales diarios del hombre (28).

En la Tabla 4 se exponen los resultados referentes al peso inicial, ganancia de peso, ingesta total de alimento y eficiencia alimentaria de los animales de experimentación. El grupo 1 fue el que acusó los mayores valores de ganancia ponderal y de ingesta de alimento. Este hecho sugiere que en estas dietas isoproteínicas e isocalóricas, la harina de chiga, en medianas concentraciones (24o/o), estimula el apetito o mejora la aceptabilidad del alimento. En cambio, el hecho de que la ingesta de alimento se

TABLA 4

PESO INICIAL, PESO FINAL, GANANCIA PONDERAL, CONSUMO Y EFICIENCIA DEL ALIMENTO DE RATAS QUE INGIRIERON DIETAS CON PORCENTAJES CRECIENTES DE HARINA DE CHIGA DURANTE 15 DÍAS

	Harina de chiga en la dieta (o/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Peso inicial (g)	47.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	47.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	47.1 ± 1.4 <sup>a</sup>	47.7 ± 2.3 <sup>a</sup>
Peso final (g)	109.4 ± 3.9 <sup>a</sup>	113.9 ± 5.0 <sup>a</sup>	101.23 ± 4.4 <sup>a</sup>	99.3 ± 4.9 <sup>a</sup>
Ganancia de peso (g)	62.2 ± 2.7 <sup>ab</sup>	66.6 ± 2.9 <sup>a</sup>	54.1 ± 4.4 <sup>bc</sup>	51.7 ± 2.7 <sup>c</sup>
Consumo (g)	154.5 ± 6.3 <sup>a</sup>	163.7 ± 8.5 <sup>a</sup>	143.1 ± 5.7 <sup>ab</sup>	138.6 ± 4.2 <sup>b</sup>
Eficiencia del alimento (o/o)	40.3 ± 1.1 <sup>a</sup>	40.8 ± 0.9 <sup>a</sup>	37.6 ± 1.8 <sup>a</sup>	37.4 ± 0.5 <sup>a</sup>

La tabla expresa medias y errores estándar de seis ratas. Medias con letras distintas, en una misma horizontal, son estadísticamente diferentes según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), al 95% de confiabilidad.

redujera al duplicar (Grupo 2) o triplicar (Grupo 3) el nivel de la harina en la dieta, podría deberse, entre otros factores, a que el cambio en el sabor se hizo demasiado notorio, o bien, a ser una muestra del efecto depresor del apetito que induce la presencia de taninos (29). Estos compuestos son considerados responsables de la astringencia de muchos alimentos en función de su entrecruzamiento con las proteínas de la mucosa bucal (30).

La disminución significativa del consumo de alimento cuando la harina de chiga era la única fuente de carbohidratos (Grupo 3), coincidió con lo referido por Margolis (8), para animales de edad similar e igual tiempo de experimentación. No obstante, contrario a lo señalado por el citado autor, este grupo sí presentó un crecimiento estadísticamente diferente al del Grupo control, siendo éste un 17% menor. Existe la posibilidad de una variación de tales resultados en un experimento de mayor duración y/o con animales de más edad.

La eficiencia alimentaria fue estadísticamente igual tanto para la dieta control como para todas las que contenían harina de chiga, sugiriendo que el menor crecimiento se debió a la reducción de la ingesta y no a una menor capacidad del animal de transformar el alimento correspondiente en masa corporal. No obstante, para los grupos dos y tres este parámetro mostró una tendencia descendente que podría haberse hecho más notoria si se hubiera aumentado el tiempo de experimentación.

Los resultados en cuanto a energía bruta, calor de combustión de los cuerpos y energía neta de producción para los 15 días del experimento, se aprecian en la Tabla 5. El descenso registrado en el calor de combustión de los cuerpos secos al incrementar el contenido de harina de chiga en la dieta ( $r = -0.30$ ), se reflejó en la menor acumulación diaria de la energía alimentaria en los tejidos (energía neta de producción), que fue significa-

TABLA 5

ENERGIA BRUTA, CALOR DE COMBUSTION DE LOS CUERPOS SECOS,  
ENERGIA NETA DE PRODUCCION Y EFICIENCIA ENERGETICA  
MEDIDAS EN RATAS ALIMENTADAS CON CANTIDADES CRECIENTES  
DE HARINA DE CHIGA, DURANTE 15 DIAS

	Harina de chiga en la dieta (0/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Energía bruta diaria consumida (Kcal/día)	39.56 ± 1.61 <sup>a</sup>	42.34 ± 2.19 <sup>a</sup>	37.36 ± 1.48 <sup>a</sup>	35.80 ± 2.13 <sup>a</sup>
Calor de combustión corporal (Kcal/g)	6.30 ± 0.05 <sup>a</sup>	6.16 ± 0.08 <sup>ab</sup>	6.00 ± 0.03 <sup>b</sup>	5.93 ± 0.07 <sup>c</sup>
Energía de producción diaria (Kcal/día)	8.75 ± 0.41 <sup>a</sup>	8.79 ± 0.51 <sup>a</sup>	6.77 ± 0.61 <sup>b</sup>	6.37 ± 0.42 <sup>c</sup>
Eficiencia energética (0/o)	22.11 ± 0.49 <sup>a</sup>	20.77 ± 0.71 <sup>a</sup>	17.94 ± 0.97 <sup>b</sup>	17.79 ± 0.39 <sup>b</sup>

La Tabla muestra medias y errores estándar de seis ratas. Las medias con superíndices diferentes en una misma horizontal, son estadísticamente distintas según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), a un 95% de confiabilidad.

tiva para los Grupos 2 y 3. Dichos grupos sólo convirtieron un 18% de la energía bruta en energía corporal, lo que representa una eficiencia energética estadísticamente menor a la del Grupo 1 y del Grupo Control, cuyos valores son de 21 y 22%, respectivamente. Esta reducción de la eficiencia energética con el consumo de harina de chiga ( $r = -0.68$ ), puede explicarse a través de los resultados que se muestran en la Tabla 6. La masa fecal diaria aumentó notoria y proporcionalmente con el consumo del producto ( $r = 0.88$ ), con la consecuente disminución de la digestibilidad total aparente ( $r = -0.86$ ). Esto es análogo a lo encontrado para humanos y ratas alimentados con carbohidratos provenientes de varias leguminosas, cuyas características son el presentar una baja digestibilidad y estar involucrados en la excreción de una mayor masa fecal. Es probable que esto ocurra como resultado de una alta proporción de carbohidratos indigeribles en el grano y/o por la posible presencia de complejos proteína-carbohidratos resistentes a las enzimas (31, 32).

El incremento de la concentración de energía fecal en el consumo de harina de chiga ( $r = 0.84$ ), indica que hubo una absorción baja de grasa que alcanzó valores máximos para las dietas que contenían 48.2% y 72.3% de este producto. Esto podría vincularse con la aceleración de

TABLA 6

MASA FECAL, DIGESTIBILIDAD APARENTE TOTAL, CALOR DE COMBUSTION DE LAS HECEAS SECAS Y DIGESTIBILIDADES APARENTES DE ENERGIA Y NITROGENO, DETERMINADAS EN RATAS ALIMENTADAS CON CONCENTRACIONES CRECIENTES DE HARINA DE CHIGA EN LA DIETA

	Harina de chiga en la dieta (o/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Masa fecal (g en base seca)	0.48 ± 0.70 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.11 <sup>bc</sup>	1.20 ± 0.12 <sup>c</sup>
Digestibilidad total (o/o)	95.73 ± 0.28 <sup>a</sup>	94.01 ± 0.12 <sup>a</sup>	90.68 ± 0.73 <sup>b</sup>	88.57 ± 0.87 <sup>c</sup>
Calor de com- bustión de las heces (Kcal/g)	3.80 ± 0.05 <sup>a</sup>	4.01 ± 0.03 <sup>b</sup>	4.24 ± 0.06 <sup>c</sup>	4.37 ± 0.05 <sup>c</sup>
Digestibilidad energética (o/o)	95.75 ± 0.25 <sup>a</sup>	93.82 ± 0.12 <sup>b</sup>	89.91 ± 0.76 <sup>c</sup>	87.17 ± 0.88 <sup>d</sup>
Digestibilidad de nitrógeno (o/o)	94.63 ± 0.67 <sup>a</sup>	89.92 ± 0.68 <sup>b</sup>	83.73 ± 1.34 <sup>c</sup>	80.89 ± 1.07 <sup>c</sup>

La Tabla expresa medias y errores estándar de seis ratas. Las medias con superíndices distintos, en una misma horizontal, son significativamente diferentes según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), a un 95% de confiabilidad.

la secreción de ácidos grasos, fosfolípidos, colesterol y otros constituyentes biliares en el duodeno, la reducción de su absorción en los segmentos restantes del intestino y la subsecuente excreción fecal aumentada de ácidos biliares, observados en pollos para la ingesta de soya cruda (33, 34). Consecuentemente, se registró una reducción de la digestibilidad energética y proteínica con la ingesta del producto en estudio ( $r = -0.88$  y  $-0.84$ , respectivamente). Este fenómeno es característico del consumo de leguminosas crudas, al ocasionar: una disminución de las actividades digestivas de las enzimas, incluyendo tripsina, amilasa y lipasa, y un mayor gasto de energía y aminoácidos especialmente azufrados, por promoverse la hipersecreción pancreática y la pérdida de material endógeno en general, sea enzimático, epitelial o biliar. Ajeno a ello, las proteínas del alimento presentan resistencia a la digestión enzimática. Así, pues, hay una pérdida del valor nutricional del alimento que puede ocasionar un retardo en el crecimiento. La responsabilidad principal de estos efectos se ha atribuido a los inhibidores de proteasas y a los taninos, por su propiedad de ligarse

con las proteínas (35-37). Para la harina de chiga, la contribución de los factores antinutricionales de naturaleza proteínica (lectinas, inhibidores de proteasas y de amilasa) al menor valor nutricional de las dietas, se ve limitada por el bajo porcentaje de proteínas de este producto (0.40/o). Ello induce a pensar que la probable influencia de taninos y azúcares no disponibles es mayor aún cuando los niveles detectados de los primeros sean relativamente bajos y no perjudiciales (0.10/o) (8) y los segundos no hayan sido aún determinados. Se sugiere, sin embargo, un estudio de los factores antinutricionales de la harina de chiga y sus variaciones con los procesos de elaboración.

Por otra parte, los efectos observados por la inclusión de harina de chiga en las dietas no se relacionaron con la presencia de microorganismos patógenos en la misma, pues su perfil microbiológico se consideró normal de acuerdo a los límites fijados por la ICMFS (38) y la APHA (39) para alimentos similares.

La Tabla 7 describe cómo la energía digestible resultante disminuyó con respecto a una energía bruta equivalente en un 60/o, 100/o y 130/o para los Grupos 1, 2 y 3, respectivamente, en comparación con un 40/o

TABLA 7

CONCENTRACION ENERGETICA DE LAS DIETAS, SIN O CON HARINA DE CHIGA, QUE SE ADMINISTRARON A RATAS EN CRECIMIENTO

	Harina de chiga en la dieta (0/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Energía bruta (Kcal/g)	4.30 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.29 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.29 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.30 ± 0.01 <sup>a</sup>
Energía digerible (Kcal/g)	4.11 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.02 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.86 ± 0.03 <sup>c</sup>	3.74 ± 0.04 <sup>d</sup>
Energía metabolizable (Kcal/g)	4.08 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.85 ± 0.04 <sup>b</sup>	3.76 ± 0.04 <sup>c</sup>
Calor total producido (Kcal/g)	3.07 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.93 ± 0.14 <sup>ab</sup>	2.80 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.76 ± 0.05 <sup>b</sup>
Tasa metabólica basal (Kcal/g)	1.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.27 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.34 ± 0.07 <sup>a</sup>
Efecto calorífico del alimento (Kcal/g)	0.82 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.75 ± 0.01 <sup>c</sup>

La Tabla expresa las medias y los errores estándar de seis ratas. Las medias con letras distintas, en una misma horizontal, son estadísticamente diferentes según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), a un nivel de significancia de 0.05.

para el Grupo Control. La energía metabolizable o disponible al organismo para producción y mantenimiento, disminuyó paralelamente. En función del mayor porcentaje de harina de chiga en las dietas también se redujo el calor total producido, como consecuencia no de diferencias en una tasa metabólica basal calculada en base a pesos corporales similares, sino de la variación en el efecto calorífico del alimento. Este está condicionado por los efectos interactivos entre los ingredientes de la dieta (21), que se tradujeron en una menor biodisponibilidad de nutrientes que al absorberse puedan metabolizarse, con la subsecuente producción de calor. Así, la disminución de la digestibilidad del nitrógeno hasta un 15<sup>o</sup>/o (Grupo 3), probablemente fue la de mayor incidencia en la reducción registrada del efecto calorífico del alimento, en relación con la desaminación hepática de los aminoácidos constituyentes de las proteínas (21).

La concentración de energía digerible y metabolizable no ya en la dieta sino directamente en la harina de chiga, se presenta en la Tabla 8. Estos resultados indican que de las calorías aportadas por el producto en estudio, se absorbieron y metabolizaron un 85 y 78<sup>o</sup>/o, respectivamente. Como punto de referencia, Metta y Mitchell (39) estimaron que del maíz consumido se digería un 94<sup>o</sup>/o del almidón presente. Es de señalar que el bajo coeficiente de digestibilidad aparente obtenido aquí *in vivo* para la harina de chiga resulta en cierta forma incompatible con el contenido de fibra cruda determinado químicamente (0.60<sup>o</sup>/o), lo que contribuye a afirmar que este método subestima la cantidad de fibra dietaria de los

TABLA 8

ENERGÍA DIGERIBLE Y METABOLIZABLE DE LA HARINA DE CHIGA,  
DETERMINADAS EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS QUE  
CONTENIAN ESTA COMO FUENTE PARCIAL O TOTAL DE CARBOHIDRATOS

o/o Harina de chiga en la dieta	Energía digerible		Energía metabolizable	
	Kcal	ED x 100	Kcal	EM x 100
	g	EB ( <sup>o</sup> /o)	g	EB ( <sup>o</sup> /o)
24.1	3.52 ± 0.02	87.60 ± 0.53	3.52 ± 0.23	87.78 ± 5.83
48.2	3.34 ± 0.07	83.94 ± 1.66	3.03 ± 0.34	75.55 ± 8.52
72.3	3.38 ± 0.05	84.32 ± 1.34	2.89 ± 0.27	72.02 ± 6.71
Promedio <sup>1</sup>	3.42 ± 0.03	85.28 ± 0.01	3.15 ± 0.17	78.45 ± 4.21

La Tabla expresa la media y el error estándar de seis ratas.

ED = Energía digerible

EM = Energía metabolizable

EB = Energía bruta.

1 Este promedio se obtuvo después de comprobar que, para cada variable, no había diferencia estadística entre los distintos tratamientos al aplicar un análisis de varianza (24) con  $P < 0.05$ .

alimentos (40). Finalmente, los valores de energía metabolizable obtenidos para la harina de chiga son ligeramente inferiores a las 3.96 Kcal/g señaladas para el almidón de maíz por Metta y Mitchell (39), como respuesta a los efectos mencionados.

### CONCLUSIONES

La harina de chiga no constituye una fuente importante de proteínas, vitaminas o minerales, pero sí es un aporte de energía apreciable en la forma de carbohidratos, principalmente almidón. No obstante, al considerar la inclusión de este alimento en la dieta debe tenerse en cuenta que al serle suministrado a ratas a niveles que cubrían dos tercios o más de los carbohidratos totales, durante 15 días, ocasionó una inhibición del crecimiento. Esta se acompañaba de un menor consumo y una reducción de las digestibilidades aparentes total, proteínica y energética del alimento, así como de la energía metabolizable del mismo, de forma que la energía dietaria incorporada a los tejidos fue menor.

### SUMMARY

#### UTILIZATION OF CHIGO (*Campsiandra comosa* Benth) SEEDS AS HUMAN FOOD. III. ENERGETIC VALUE OF CHIGA FLOUR

The proximate composition as well as vitamin and mineral contents of a sample of chigo (*Campsiandra comosa* Benth) flour was analyzed, having determined that it was essentially a carbohydrate source.

The product was evaluated as source of energy, substituting 33, 67 and 100% of the corn starch of isoproteic and isocaloric feeds for growing Sprague-Dawley rats. In an experimental period of 15 days, results indicated that the substitution of one-third of the carbohydrate with chiga flour did not reduce the weight gain, food consumption, metabolizable energy or utilization of the food energy by the rats. Higher levels of the product in the diet originated a decrement in these variable values.

The apparent nitrogen and energy digestibility of the diets was progressively reduced as the concentration range of chiga flour utilized was increased.

The metabolizable energy value of chiga flour was 3.15 kcal/g, which indicated that approximately 78% of its gross energy (4.01 kcal/g) was metabolized.

### BIBLIOGRAFIA

1. Barreiro, J.A., O. Brito, P. Hevia, C. Pérez & M. Orozco. Utilización de la semilla del chigo (*Campsiandra comosa* Benth) en la alimentación humana. II. Proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga. Arch. Latinoamer. Nutr., 34(3): 531-542, 1984.
2. Vélez Boza, F. & J. Baumgartner. Estudio general, clínico y nutricional en tribus indígenas del Territorio Federal Amazonas de Venezuela. Arch. Venez. Nutr., 12:1-14, 1962.
3. El Nacional. "La Ciencia Amena", C-3, 22/12/78.
4. Pittier, H. Manual de Plantas Usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela, Fundación Eugenio Mendoza, 1970.

5. Castillo, M.A. **La Chiga** (*Campsiandra comosa* Benth): **Un estudio Preliminar de sus Potencialidades Nutricionales**. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1980.
6. Daza Ramírez C. **Un Alimento Venezolano**. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". San Carlos, Edo. Cojedes, Venezuela, 1982.
7. Lasser, T. **Un Producto Alimenticio para Consumo Humano**. 3a. Conferencia Interamericana de Agricultura. Caracas, Venezuela, Edit. Elite, 1946.
8. Margolis, M. **La Chiga como Fuente Alimenticia**. Tesis de Maestría. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1983.
9. Rodríguez S. **Conocimiento de la Harina de Chiga** (*Campsiandra comosa* Benth). **Estudio Preliminar**. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Metropolitana, 1977.
10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13rd. ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
11. Chang, B.Y. & J.A. Johnson. Measurement of total and gelatinized starch by glucoamylase and o-toluidine reagent. *Cereal Chem.*, 54: 429-435, 1977.
12. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Métodos de Laboratorio, Análisis de Alimentos**. Vol. I. Guatemala, INCAP, 1964.
13. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 13rd. ed. New York, N.Y., APHA, 1971.
14. Fischer, P.W.F. & M.R. Abbé. Acid digestion determination of iodine in foods. *JAOAC*, 64: 71-74, 1981.
15. Asociación de Químicos de Vitaminas. **Métodos de Análisis de Vitaminas**. León, España, Edit. Academia, 1966.
16. Osborne, D.R. & P. Voegt. **The Analysis of Nutrients in Foods**. London, Academic Press, 1978.
17. Cioccia R., J.E. Sánchez R. & O. Brito A. Valor energético del follaje de yuca en la alimentación de pollos. *Acta Científica Venezolana*, 37(1): 83-88, 1986.
18. Mora, J.A. **Método Espectrofotométrico para la Determinación de Nitrógeno en Proteínas**. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1984.
19. Kleiber, M. **The Fire of Life: An Introduction to Animal Energetics**. Huntington, New York, Robert E. Krieger Publishing Co., 1975.
20. Lloyd, L.E., B.E. McDonald, & E.W. Crampton. Energy value of foods. En: **Fundamentals of Nutrition** 2nd. ed. San Francisco, Freeman & Co., 1978, p. 319-333.
21. Harper, H.A., V.W. Rodwell & P.A. Mayer. **Manual de Química Fisiológica**. 6a. ed. México, Edit. El Manual Moderno, 1978.
22. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods. I. Their Significance and Methods of Enumeration**. Canada, University of Toronto Press, 1978.
23. American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington, D.C., APHA, 1976.
24. Snedecor, G.W. & W.G. Cochran. **Statistical Methods**. Ames, Iowa, The Iowa University Press, 1967.
25. Duncan, D.B. Multiple range and multiple F-test. *Biometrics*, 11: 1-6, 1965.
26. Instituto Nacional de Nutrición. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico**. Caracas, Venezuela, 1983 (Serie de Cuadernos Azules, Pub. No. 42).
27. Whitney, E. & M. Hamilton. **Understanding Nutrition**. St. Paul, Minn., West Publishing Co., 1976.

28. National Academy of Sciences. **Recommended Dietary Allowances**. 9th, ed. Washington, D.C., NAS, 1980.
29. Glick, Z. & M.A. Joslyn. Food intake depression and other metabolic effects of tannic acid in the rat. *J. Nutr.*, **100**: 509-515, 1970.
30. Strumeyer, D.H. & M.J. Malin. Condensed tannins in grain sorghum. Isolation, fractionation, and characterization. *J. Agric. Food Chem.*, **23**(5): 909-914, 1975.
31. Subba Rao, P.V. & H.S.K. Desikachar. Indigestible residue in pulse diets. *Indian J. Exptl Biol.*, **2**: 243, 1964.
32. Shurpalekar, K.S., O.E. Sundaravalli & M.N. Rao. *In vitro* and *in vivo* digestibility of legume carbohydrates. *Nutr. Repts. Internat.* **19**(1): 111-118, 1979.
33. Sklan, D., P. Budowski, I. Ascarell & S. Hurwitz. Lipid absorption and secretion in chicks. Effect of raw soybean-meal. *J. Nutr.*, **103**(9): 1299-1305, 1973.
34. Serafin, J.A. & M.C. Nesheim. Influence of dietary heat-labile factors in soybean-meal upon bile acid pools and turnover in chick. *J. Nutr.*, **100**(7): 786-796, 1970.
35. Salunkhe, D.K., S.J. Jadhar, S.S. Kadam & J.K. Chavan. Chemical, biochemical and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **17**(3): 277-305, 1982.
36. Rackis, J.J. Biological and physiological factors in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**: 161A-174A, 1974.
37. Elías, L.G., D.G. Fernández & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolic on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.*, **44**(2): 524-527, 1979.
38. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods. II. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specifications**. Canada, University of Toronto Press, 1978.
39. Metta, V.C. & H.H. Mitchell. Determination of the metabolizable energy of organic nutrients for the rat. *J. Nutr.* **52**: 601-611, 1954.
40. Cilli, V & P. Hevia. Relationship between digestible calories and effectiveness as sources of fiber wheat bran and whole wheat flour. Enviada para publicación a *Nutrition Research*, 1984.