

EFECTO DE LA COCCION Y LA PRESENCIA DE CASCARA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LA MALANGA (*Colocasia esculenta*) EN DIETAS PARA RATAS ¹/_{*}

Emilio Vargas**
Lisbeth L. Mata***
Adriana Blanco****

ABSTRACT

Effect of heat treatment on the nutritive value of taro (*Colocasia esculenta*) with or without peel on laboratory rats. A study with rats was conducted to evaluate the effect of different cooking times with the presence or absence of peels on the nutritional value of taro (*Colocasia esculenta*). Two types of meals were prepared, one with and the other without peels. Zero, ten and twenty minute cooking times at 98 C were used for the peel and non peel meals. All samples were assayed for protein quality in diets made up of 81% of taro, 11.5% soybean meal, 5% soybean oil, 1% cod liver oil and 1.5% of a vitamin and mineral mixture. A dry milk diet was used as the control. Eight weanling rats of the Sprague-Dawley strain were used per experimental group and placed in individual all wire screen cages and fed *ad-libitum*, with water available all the time. Weight gains and feed intake were measured at the beginning and at the end of the experiment. The NPR assay lasted the conventional 10-day period. A significant difference ($P < 0.05$) was observed on the growth of the rats fed the cooked taro either with or without peels. Weight gains were 13.6, 28.6 and 34.1 g/10 days for the raw, 10 and 20 minutes cooked taro skinless treatments, respectively. The presence of peels affected the performance of the animals, specially with the raw taro treatments. Net protein ratio observed was 2.5, 2.7 and 4.8 for the treatments containing taro with peels, without the peels and the control diet, respectively. The results suggest that taro contains a toxic or antinutritional substance that is destroyed by heat exposure at 10 and 20 minutes under 98 C temperature. The information obtained also showed that the toxic compounds are in higher levels in the skin.

1/ Recibido para publicación el 31 de julio de 1985.

* Trabajo realizado como parte del convenio de cooperación entre el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) y la Universidad de Costa Rica.

** Profesor de la Escuela de Zootecnia, Laboratorio de Nutrición Animal (LANA), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

*** Estudiante de la Escuela de Zootecnia, actualmente funcionaria del Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

**** Investigadora del INCIENSA.

INTRODUCCION

El creciente aumento por la demanda de alimento, resultado de un rápido crecimiento de la población mundial, trae como consecuencia la necesidad de incrementar la capacidad productiva de la industria agrícola del país, a través de una mayor eficiencia en el uso actual de la tierra y una expansión de la frontera agrícola. Un cultivo que cumple con las dos posibilidades de aumentar la producción, aparenta ser la malanga (*Colocasia esculenta*) un miembro de la familia de las Aráceas,

el cual es un antiguo cultivo conocido en los trópicos y subtropicos por sus características comestibles (Plucknett y De la Peña, 1971). El cultivo es esencialmente tropical y requiere de precipitaciones altas entre los 1800 y 2500 mm bien distribuidos, temperaturas entre 25–30 C, buena luminosidad (National Academy of Sciences, 1975) y suelos con buena retención de agua, como son los de la Zona Atlántica baja de Costa Rica.

Por su composición química, al igual que otros tubérculos, éste constituye un alimento esencialmente energético para el cual se ha informado una digestibilidad de su almidón de un 97% (Wong, 1983); sin embargo, en estudios de crecimiento en pollos (Fetuga y Oluyemi, 1976) a los cuales se les ofreció dietas con 50% de harina de malanga cruda en comparación con dietas que contenían iguales porcentajes de maíz, harina de yuca o de camote, se observó pobres rendimientos para los animales con la dieta de malanga en comparación a las otras fuentes energéticas. Un estudio llevado a cabo en pollos y cerdos (Murillo *et al.*, 1982) a los cuales se les ofreció dietas que contenían harina de malanga cruda, deshidratada y molida, en niveles de 0 hasta 60% de la dieta, se observó una disminución en la ganancia de peso, a medida que se incrementó el nivel de malanga en la ración.

Este pobre comportamiento de los animales alimentados con malanga, ha sido atribuido a la presencia en este tubérculo de sustancias irritantes entre las que se han mencionado alcaloides, glucósidos, saptotoxinas, enzimas, así como la presencia de oxalatos. Se ha mencionado que estos factores pueden ser destruidos por medio de la cocción o fermentación (National Academy of Sciences, 1975; Wong, 1983) pero que la naturaleza exacta del factor irritante en la malanga no ha sido determinado con claridad.

El propósito de este estudio fue el de determinar el mejor tiempo de procesamiento por cocción en malanga con o sin cáscara y el efecto que tiene la presencia o no de cáscara sobre el crecimiento de animales experimentales.

MATERIALES Y METODOS

Procesamiento de la malanga

La malanga utilizada en el estudio se cultivó en la Zona Atlántica del país a una altitud de 650 msnm, en donde la temperatura anual promedio es de 24,2 C y la precipitación pluvial anual de 3780

mm. No se utilizó ningún tipo de fertilización en el cultivo.

Los cormos con las cáscara se lavaron con agua y se cortaron en trozos de 4 x 4 x 4 cm, los cuales fueron cocidos por 0, 10 y 20 minutos en agua a presión ambiental a una temperatura de 98 C. A un segundo grupo de cormos, se les eliminó la cáscara y se les trató de la misma forma que los cormos con cáscara. La malanga así procesada se deshidrató en un horno con aire forzado a una temperatura de 60 C por 48 horas. El material seco se molió en un molino de martillo utilizando una malla de 1 mm para obtener la harina.

Ensayo biológico

Con la harina de malanga, se prepararon las dietas cuya composición se describe en el Cuadro 1, las cuales se calcularon de tal manera que contuvieran 10% de proteína y 371 kcal/100 g. Así mismo, se preparó una dieta control a base de proteína de leche y una dieta baja en nitrógeno.

Estas dietas se suministraron a ratas de la línea Sprague–Dawley de una edad entre 21 y 23 días y con un peso promedio del grupo de 44 g. Se utilizó un total de ocho animales por tratamiento (cuatro machos y cuatro hembras), los cuales se alojaron en jaulas individuales de fondo levantado y en donde el alimento y el agua se les suministró *ad libitum* por un período de 10 días. Para la evaluación se siguió la técnica de la Razón de Proteína Neta (NPR) descrita por Pellet y Young (1980). Se cuantificó el consumo de alimento y el peso al inicio y al final del período experimental para estimar la ganancia.

Análisis químico

A la malanga procesada con o sin cáscara se le efectuó un análisis proximal completo siguiendo los métodos del AOAC (1975). También se determinó el contenido de calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso y zinc por el método de absorción atómica (Fick, *et al.*, 1976) así como el fósforo por el método de Fiske y Subbarrow (1925) modificado por Fick *et al.* (1976). El contenido de proteína y humedad de las materias primas y dietas experimentales se cuantificó por el método de la AOAC (1975).

Cuadro 1. Composición de las dietas utilizadas en el estudio biológico.

Ingredientes	Dietas							
	Con cáscara			Sin cáscara			Control	
	1	2	3	4	5	6	7	8
H. malanga, g	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	-	-
H. soya, g	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	-	-
Leche descremada, g	-	-	-	-	-	-	30,0	-
Almidón de maíz, g	-	-	-	-	-	-	61,5	91,5
Aceite de soya, ml	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Aceite bacalao, ml	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vitaminas, g	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Minerales, g	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Composición química de las dietas								
Proteína cruda, % (N x 6,15)	9,93	10,32	11,27	9,69	10,74	10,08	10,42	1,99
Humedad, %	11,80	9,63	11,91	10,50	11,72	10,72	8,74	13,29
Energía, kcal/100g*	371,00	371,00	371,00	371,00	371,00	371,00	372,00	382,00

* Contenido de energía metabolizable calculada.

Análisis estadístico

El modelo estadístico utilizado para el análisis de los datos fue un factorial de 2 x 3 (malanga con y sin cáscara por tres tiempos de cocción), con ocho repeticiones por tratamiento. Las diferencias entre medias se analizaron por medio de la prueba de Duncan con un mínimo de probabilidad de 5% (Little y Hills, 1972).

RESULTADOS

Los resultados de la composición química de la malanga se presentan en el Cuadro 2, en donde se observa que contiene en promedio 90% de material comestible y un 28% de materia seca. Destaca así mismo el contenido de proteína que fluctúa entre 5,42% para la malanga sin cáscara y 6,56% para la con cáscara; el contenido de carbohidratos (ELN) fue en promedio de 86%. Con relación a los minerales, presenta contenidos bajos con valores de calcio de 38 a 49 mg/100 g y de cobre de solo 4 ppm en promedio.

En el Cuadro 3 se resume el efecto del tiempo de cocción sobre el valor nutritivo de la malanga para animales experimentales. Como se observa,

el consumo de alimento disminuyó solo cuando la malanga fue cocida por 10 minutos. Este mismo efecto se refleja en el consumo de proteína cruda y energía. Con relación a la ganancia de peso, ésta fue afectada en forma significativa ($P < 0,05$) por la cocción, observándose un valor promedio de 13,6 g/10 días en los animales que consumieron la malanga cruda y de 34,1 g /10 días para aquellos que la consumieron cocida por 20 minutos. La utilización de la proteína y del alimento fue también mejorada por la cocción en forma significativa ($P < 0,05$); los animales alimentados con las dietas que contenían malanga cocida por 10 minutos mostraron un comportamiento superior a los de malanga cruda y semejante a los que consumieron dieta con malanga cocida por 20 minutos.

El efecto de la cáscara sobre el valor nutricional de la malanga se presenta en el Cuadro 4. En este caso todas las variables evaluadas fueron afectadas en forma significativa ($P < 0,05$) y negativa por la presencia de cáscara. Los animales que consumieron dieta a base de malanga presentaron un consumo de alimento, proteína y energía, ganancia de peso, NPR y conversión alimenticia inferior ($P < 0,05$) al grupo control.

Cuadro 2. Composición química de la harina de malanga (Base seca).

	Harina sin cáscara ¹	Harina con cáscara ¹
Porción comestible del corno ² , %	89,64 ± 0,83	90,96 ± 0,83
Materia seca, %	28,40 ± 0,33	27,71 ± 0,09
Proteína cruda, % (N x 6,25)	5,42 ± 0,64	6,56 ± 1,22
Extracto etéreo, %	0,41 ± 0,07	0,47 ± 0,01
Fibra cruda, %	2,71 ± 0,25	3,33 ± 0,13
Cenizas, %	4,28 ± 0,30	4,76 ± 0,17
E.L.N., % ³	87,18 ± 1,70	84,88 ± 1,38
Calcio, mg/100g	38,00 ± 2,00	49,00 ± 4,00
Fósforo, mg/100 g	147,00 ± 15,00	163,00 ± 6,00
Magnesio, mg/100 g	283,00 ± 25,00	337,00 ± 15,00
Hierro, mg/kg	52,00 ± 5,00	107,00 ± 22,00
Cobre, meg/kg	3,00 ± 1,00	5,00 ± 1,00
Manganeso, mg/kg	22,00 ± 7,00	25,00 ± 3,00
Zinc, mg/kg	39,00 ± 12,00	48,00 ± 7,00

1. Promedio de seis muestras.

2. Corresponde al corno sin cáscara.

3. E.L.N. : extracto libre de nitrógeno.

Cuadro 3. Efecto del tiempo de cocción de la malanga sobre el rendimiento de los animales experimentales¹.

	Tiempo en minutos		
	0	10	20
Consumo de alimento, g/10 días	99,6 ^a	85,2 ^b	97,4 ^a
Consumo de proteína, g/10 días	9,7 ^{ab}	9,0 ^b	10,4 ^a
Consumo de energía, kcal/10 días	370,0 ^a	316,0 ^b	361,0 ^a
Ganancia de peso, g/10 días	13,6 ^c	28,6 ^b	34,1 ^a
Razón Proteína Neta NPR	1,3 ^b	3,2 ^a	3,3 ^a
Conversión alimenticia ²	9,6 ^a	3,0 ^b	2,9 ^b

1. Cada valor representa un promedio de 24 animales.

2. Gramos de alimento consumido por gramo de peso ganado.

a,b,c Medias con diferente letra en una misma línea difieren estadísticamente (P < 0,05).

Cuadro 4. Calidad nutritiva de la harina de malanga con y sin cáscara.

	Harina con cáscara ¹	Harina sin cáscara ¹	Control (Leche)
Consumo de alimento, g/10 días	80,6 ^c	107,6 ^b	115,6 ^a
Consumo de proteína, g/10 días	8,5 ^c	10,9 ^b	12,1 ^a
Consumo de energía, Kcal/10 días	299,0 ^c	399,0 ^b	430,0 ^a
Ganancia de peso, g/10 días	22,4 ^c	28,5 ^b	57,6 ^a
Razón Proteína Neta (NPR)	2,5 ^c	2,7 ^b	4,8 ^a
Conversión alimenticia ²	6,1 ^a	4,2 ^b	2,0 ^c

1. Cada valor representa un promedio de 24 animales.

2. Gramos de alimento consumido por gramo de peso ganado.

a,b,c Medias con diferente letra en una misma línea difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

La interacción entre la presencia de cáscara y el tiempo de cocción sobre el valor nutritivo de la malanga, se presenta en el Cuadro 5. Tal como se observa el consumo de alimento, proteína y energía en la harina con cáscara mejora al aumentar el tiempo de cocción, pasando el consumo de alimento de 70 g/10 días en la malanga cruda hasta 92 g/10 días en la malanga cocida por 10 minutos. En la malanga sin cáscara se observó un efecto inverso.

La ganancia de peso fue afectada en forma positiva por la cocción en ambos tipos de harinas;

los animales alimentados con la malanga con cáscara cocida por 20 minutos, mostraron un comportamiento estadísticamente igual a aquellos que recibieron dietas con la malanga sin cáscara cocida por 10 ó 20 minutos. Los animales con la dieta a base de malanga cruda y con cáscara fueron los que mostraron menor rendimiento, seguidos por aquellos con la dieta con malanga cruda sin cáscara. Los animales alimentados con las dietas con malanga cruda o cocida por 10 ó 20 minutos presentaron una utilización de la proteína (NPR) y del alimento estadísticamente iguales entre sí.

Cuadro 5. Influencia de la presencia de cáscara y tiempo de cocción sobre el valor nutricional de la harina de malanga¹.

Tiempo de cocción (minutos)	Harina con cáscara			Harina sin cáscara		
	0	10	20	0	10	20
Consumo de alimento, g/10 días	70,0 ^e	79,8 ^{de}	92,0 ^{bc}	120,1 ^a	90,8 ^{cd}	102,9 ^b
Consumo de proteína, g/10 días	7,0 ^d	8,2 ^c	10,4 ^b	12,5 ^a	9,8 ^b	10,4 ^b
Consumo de energía, Kcal/10 días	260,0 ^e	296,0 ^{de}	341,0 ^{bc}	490,0 ^a	337,0 ^{cd}	382,0 ^b
Ganancia de peso, g/10 días	7,6 ^c	26,5 ^c	33,1 ^{ab}	19,6 ^d	30,7 ^b	35,1 ^a
Razón Proteína Neta (NPR)	1,0 ^c	3,3 ^a	3,2 ^a	1,6 ^b	3,2 ^a	3,4 ^a
Conversión alimenticia ²	12,4 ^a	3,0 ^c	2,8 ^c	6,7 ^b	3,0 ^c	2,9 ^c

1. Cada valor representa el promedio de ocho animales.

2. Gramos de alimento consumido por gramos de peso ganado.

a,b,c,d,e Medias con diferente letra en una misma línea difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

DISCUSION

Los resultados de este estudio indican que la malanga contiene niveles significativos de sustancias que producen efectos tóxicos en las ratas. La presencia de este tipo de sustancias ha sido informado previamente (Clapp *et al.*, 1966; Fiske y Subbarow, 1925), sin embargo a la fecha no se han caracterizado. En otro tipo de tubérculos tales como el ñame y la yuca se ha informado la presencia de tóxicos, especialmente glucósidos cianogénicos en la yuca (Clapp *et al.*, 1966) y alcaloides y esteroides tóxicos en el ñame (Panigrahi y Francis, 1982). Este tipo de sustancias se destruyen en el caso de la yuca, y el ñame con el calor (National Academy of Sciences, 1975). En el presente estudio se encontró (Cuadro 3) que las sustancias tóxicas presentes en la malanga son destruidas con un proceso de cocción con agua a presión ambiente que fluctúa entre 10 y 20 minutos, sin importar si el tubérculo fue o no pelado previamente. Así mismo, los resultados indican que la presencia de esas sustancias antinutricionales o sustancias inhibitorias del crecimiento se encuentran en mayor concentración en la cáscara del tubérculo, tal como ha sido señalado para el ñame (Panigrahi y Francis, 1982), efecto que se reduce cuando se cocina o se pela el tubérculo. A pesar de encontrarse la mayor cantidad de factores antinutricionales en la cáscara, también hay una cantidad significativa en la porción comestible, como se demuestra en el Cuadro 5, donde se observa que tanto la razón proteínica neta como la conversión alimenticia en la malanga pelada mejoran significativamente con la cocción.

Los resultados de este experimento tienen implicaciones económicas con respecto al uso de la malanga en la alimentación animal al demostrar que es necesario algún tipo de proceso de cocción para lograr una utilización adecuada de la malanga, que va a significar un verdadero aumento en los costos para los propósitos mencionados. Sin embargo, en base a los rendimientos de producción de 6800 kg de materia seca/ha en El Salvador (Muriillo *et al.*, 1982) y de 59,0 t/ha de material húmedo en Guápiles, Costa Rica (Rodríguez, 1984), y teniendo en cuenta su gran adaptabilidad a suelos marginales, la malanga constituye un cultivo promisorio para la alimentación humana y animal.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en ratas con el propósito de investigar el efecto de diferentes tiempos de cocción y la presencia o no de cáscara sobre el valor nutricional de la malanga (*Colocasia esculenta*). Se prepararon tipos de harina, una con cáscara y otra sin cáscara, con tres diferentes tiempos de cocción para cada una de ellas, que fueron: 0, 10 y 20 minutos a 98 C. Se prepararon dietas que contenían 81% de harina de malanga, 11,5% de harina de soya, 5% de aceite de soya, 1% de aceite de hígado de bacalao y 1,5% de una mezcla de vitaminas y minerales. Se preparó una dieta con leche descremada como control. Se asignaron al azar ocho animales por dieta. Los animales se alojaron en jaulas individuales de tela metálica y tenían acceso *ad libitum* al agua y a la dieta. Se cuantificó la ganancia de peso y el consumo de alimento al inicio y final del período experimental que duró 10 días, según la técnica convencional de la razón de proteína neta (NPR).

Los resultados del estudio mostraron una mejora estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en el comportamiento de los animales cuando estos fueron alimentados con dietas a base de malanga cocida. La ganancia de peso observada fue de 13,6; 28,6 y 34,1 g/10 días para los animales alimentados con la malanga cruda, cocida por 10 y 20 minutos, respectivamente. Se encontró que la presencia de cáscara afectó el comportamiento de los animales, especialmente cuando la malanga se suministró cruda. La razón de proteína neta (NPR) observada fue de 2,5; 2,7 y 4,8 para los animales con dietas que contenían malanga con cáscara, sin cáscara y el control a base de leche descremada. Los resultados indican que la malanga contiene sustancias tóxicas o antinutricionales que son susceptibles a ser degradadas por un proceso de cocción entre 10 y 20 minutos a presión atmosférica. Asimismo, la información sugiere que estos compuestos tóxicos, se encuentran en mayor concentración en la cáscara del tubérculo.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1975. Official methods of analysis of the AOAC. 12 ed. Washington D.C., The Association.
- CLAPP, R.C.; BISSETT, F.H.; COBURN, R.A.; LONG, Jr. L. 1966. Cyanogenesis in manioc: linamarin and solinamarin. *Phytochem.* 5: 1323-1328.

- FICK, K.R.; MILLER, S.A.; FUNK, S.D.; McDOWELL, L.R.; HOURSER, R.H. 1976. Methods of mineral analysis for plants and animal tissue. Gainesville, University of Florida, Animal Science Department. p. irr.
- FISKE, C.H.; SUBBARROW, I. 1925. The colorimetric determination of phosphorous. *Journal of Biological Chemistry* 66: 375-400.
- FETUGA, B.L.; OLUYEMI, J.A. 1976. The metabolizable energy of some tropical tuber meals for chicks. *Poultry Science* 55: 868-873.
- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1972. Statistical methods in agricultural research. California, Little and Hills.
- MURILLO, B.; OLIVARES, M.; SILVA, L.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. 1982. Valor nutritivo del tubérculo de malanga (*Colocasia esculenta*) para cerdos y pollos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 31: 27-43.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. Washington, D.C., N.A.S. p. 37-43.
- PANIGRAHI, S.; FRANCIS, B. 1982. Digestibility and possible toxicity of the yam *Dioscorea alata*. *Nutrition Reports International* 26: 1007-1013.
- PELLET, P.L.; YOUNG, V.R. 1980. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Tokyo, Universidad de Naciones Unidas.
- PLUCKNETT, D.L.; DE LA PEÑA, R.S. 1971. Taro production in Hawaii. *World Crops* 23: 244-249.
- RODRIGUEZ, W. 1984. Aráceas comestibles en Costa Rica. *In* Congreso Agronómico Nacional (6, 1984, San José). San José. Colegio de Ingenieros Agrónomos. V.2., p. 87-107.
- WONG, Jaw-Kai. 1983. Taro; a review of *Colocasia esculenta* and its potentials. Honolulu, University of Hawaii Press. 355 p.