

# Desarrollo y evaluación de un panqué enriquecido con harina de algodón

Marisa Guerra<sup>1</sup>, Marisela Granito<sup>2</sup>, Carlos Pérez<sup>1</sup>

**RESUMEN** En Venezuela, los problemas nutricionales, específicamente la desnutrición caloricoproteica, se ha acentuado en los últimos años. Una posible solución lo constituye el enriquecimiento de alimentos con fuentes de proteínas, como las que contiene el residuo o torta de la extracción del aceite de las semillas de algodón. En este trabajo se caracterizaron las harinas de algodón obtenidas industrialmente y se utilizó hasta en un 15% en un panqué enriquecido, susceptible a ser utilizado en la merienda escolar. Se seleccionó el panqué de vainilla con 45% de harina de algodón debido a que la aceptabilidad a nivel de laboratorio fue de 97%. Se probó en una escuela con 1.009 niños de distintas edades, la aceptabilidad fue de 97%. Se concluyó que este producto, que suministra 395 kcal y 13 g de proteína por cada 100 g, podría ser utilizado para mejorar el aporte caloricoproteico de la merienda escolar. *An Venez Nutr* 1992;5:53-8

**PALABRAS CLAVE:** Harina de algodón, alimento enriquecido, suplementos, merienda escolar, panqué.

## Introducción

La incorporación de harinas de algodón, con bajo contenido de gosispol, en la formulación de alimentos para consumo humano, data de hace más de 50 años. En Estados Unidos se comenzó a comercializar este producto en 1939 bajo el nombre de Proflo. Se utilizaba básicamente para mejorar las características funcionales de los productos de panadería. En la actualidad se sigue vendiendo como sustrato para fermentación y para otros usos industriales (1).

En 1964 un comité conjunto FAO-WHO-UNICEF estableció las características sanitarias y de calidad que deben tener las harinas de algodón aptas para consumo humano (2).

A principios de 1960, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), desarrolló un producto de bajo costo y altamente proteico, la Incaparina, la cual contenía 38% de harina de algodón (3).

En 1975 Harden y Yang, con el objeto de demostrar la calidad nutricional y funcional de las harinas de algodón, sustituyeron 18,8% de harina de trigo por harina de algodón, en la fabricación de panes (4).

McPherson y Suh-Yun, suplementaron tortillas de maíz con 10%, 15% 20% y 25% de harina de algodón LCP, encontrando que esta puede ser incorporada exitosamente

a productos como tortillas, tacos y enchiladas, sin que sus características organolépticas se vean afectadas (5). También en ese mismo año, Buckle estudió la incorporación de texturizados de algodón a guiso de carne, galletas, salsa para pasta y panucha de chocolate, logrando buena aceptabilidad tanto a nivel de adultos, como en un grupo de 600 niños de una escuela local (6).

Hayes y col. en 1978 estudiaron la calidad proteica de formulaciones de alimentos populares como galletas, pan integral, coladas y papillas. Las galletas resultaron ser el producto de mayor aceptación, llegándose a una tolerancia de sustitución del 25% de harina de algodón en las formulaciones (7).

Paralelo a estos estudios, en Estados Unidos se comienza a comercializar hojuelas de semilla de algodón

1. Universidad Simón Bolívar, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Sartanejas - Estado Miranda. Venezuela.
2. Universidad Simón Bolívar, Núcleo del Litoral. Departamento de Tecnología de Servicios. Municipio Vargas, Distrito Federal. Venezuela.

Solicitar copias a: Dra. Marisa Guerra. Universidad Simón Bolívar. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Apdo. 89000. Caracas 1080.

sin glándulas, bajo el nombre de Cot-N-Nuts. Se autoriza su venta en 1976 y se especifica que tanto las hojuelas como la harina de algodón pueden ser utilizadas como aditivos en alimentos, siempre que el gosispol libre no exceda de 450 ppm (1).

En 1985 Crowley y Gorton demuestran que Cot-N-Nuts puede ser usado exitosamente en productos horneados y preparaciones a base de carnes, mientras que las harinas proteicas de algodón pueden reemplazar parcialmente la harina de trigo en galletas, pan y "brownies" (8). Se ha encontrado que la adición de harina de algodón a este tipo de productos reduce la absorción de grasa, mejora las reacciones de oscurecimiento y retrasa el desarrollo de rancidez (9).

Resultados similares reporta Morris en 1986, quien usando niveles de sustitución de 10%, obtiene un pan blanco rico en proteínas y con 1/3 menos de calorías que el pan convencional. Además de discutir el uso potencial de los ingredientes derivados de la semilla de algodón en alimentos, los presenta como elementos altamente proteicos y como una rica fuente de fibra (10).

En Venezuela las harinas de algodón se obtienen como un sub-producto de la extracción del aceite, por el método de pre-prensa solvente. Los contenidos de gosispol libre y total de estas harinas son superiores a los límites permitidos para humanos, por lo que sólo son utilizadas para consumo animal. Sin embargo, se ha encontrado que modificando los niveles de humedad y temperatura a la salida de las prensas y entradas a los acondicionadores, se pueden obtener harinas de algodón aptas para consumo humano (11). Esta metodología fue adaptada para la realización del presente trabajo, utilizando la infraestructura de dos industrias a los fines de obtener en el país harinas aptas para consumo humano.

En esta investigación, se plantearon como objetivos caracterizar las harinas de algodón obtenidas por el proceso pre-prensa solvente modificado, e incorporarlas en diferentes proporciones para enriquecer un panqué, que es un producto de amplia aceptación entre la población escolar.

### Materiales y métodos

Las harinas de algodón utilizadas se obtuvieron en una industria aceitera nacional (COPOSA), en la cual, para la extracción del aceite, se usó el proceso de pre-prensa solvente modificado. Dichas modificaciones se hicieron con el objeto de obtener una harina apta para el consumo humano y se basaron principalmente en disminuir las temperaturas de prensas y acondicionadores hasta en 80-100 °C y aumentar los niveles de humedad a la salida de las prensas y entrada a los acondicionadores hasta en 12-14%. La recolección de las muestras se hizo en bolsas de polietileno a la salida de la prensa y del desolventizador.

Las muestras de harina de algodón fueron molidas a través de un tamiz de 0,5 mm, previo a los análisis, los cuales se realizaron por triplicado.

Los análisis proximales se realizaron siguiendo la metodología del AOAC (12). El contenido de gosispol libre y total se determinó mediante el método oficial reportado en AOCS (13). La lisina disponible se determinó usando el método reportado por Kakade y Liener (14). Para las determinaciones del nitrógeno soluble en NaOH, 0,02 N, se siguió el procedimiento de Lyman, Chang y Couch (15). Las determinaciones de color se hicieron en un colorímetro Gardner XL-23 triestímulo, utilizando como patrón una placa blanca con valor conocido de  $Lo=92,83$ . Se realizaron tres tipos de análisis microbiológicos para determinar la calidad de las harinas: recuento total, recuento de coliformes y recuento de hongos, según métodos recomendados por ICMSF (16).

Una vez caracterizadas las harinas, se procedió a probar a nivel de laboratorio la formulación de un panqué usando proporciones de harina de algodón de 4,5%, 5%, 10% y 15%. El resto de las materias primas utilizadas en las formulaciones (harina de trigo, huevos, leche descremada, azúcar, cacao, margarina, etc.), fueron adquiridas en el comercio local. Se escogió un panqué por ser éste un producto de alto consumo entre niños en edad escolar. Se probaron dos formulaciones: un panqué de vainilla y otro de chocolate. Los productos obtenidos fueron sometidos a análisis sensorial utilizando un panel de laboratorio de 8 jueces y una escala hedónica (17). En base a los resultados obtenidos, se seleccionó la mejor formulación, la cual fue producida a nivel industrial (empresa "Panqué Once-Once"). Con esta producción (10.000 unidades) se realizaron pruebas de aceptabilidad a nivel institucional mediante una prueba de concepto (17). Dadas las características del producto se decidió realizar las pruebas en una escuela pública de educación primaria de la localidad. Para ello, a un total de 1.009 niños, agrupados por edades, se les suministraron unidades del producto durante seis días consecutivos en seis oportunidades diferentes. La aceptabilidad se midió por grupo. Se cuantificó la proporción de alimento consumido en relación con la cantidad ofrecida.

La calidad nutricional del alimento desarrollado se midió en forma de eficiencia proteica (PER). Para ello se usaron seis ratas (tres machos y tres hembras) de la raza Sprague Dawley de peso no mayor de 50 g y de 21 días de edad. Las ratas se mantuvieron en jaulas individuales durante 28 días, donde se le suministró comida y bebida "ad libitum". Las dietas formuladas a partir del material a ser evaluado, contenían 10% de proteínas, 6% de una mezcla de aceites, 4% de sales minerales y 1% de una mezcla de vitaminas. El porcentaje se completó con almidón de maíz y Solvitax. Simultáneamente se mantenía en grupo control. Se hizo control de peso interdiario,

y al final, se evaluó el incremento de peso y la dieta consumida. A partir de los resultados se determinó la ganancia de peso por rata y por día y el incremento de peso por proteína consumida (13). Con estos mismos ensayos se determinó la digestibilidad aparente según el método de Allison y col. (18).

También se evaluó la calidad nutricional del producto mediante el cálculo del valor proteico NDpCal% a partir de un normograma desarrollado por Miller y Payne en 1961 (19).

## Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se puede observar la composición proximal y contenidos de gopipol y lisina correspondientes a una harina obtenida a partir del proceso tradicional de extracción por pre-prensa solvente y a una harina producto de la extracción por pre-prensa solvente modificada. El contenido de proteína en ambos casos fue superior a 30%, por lo que pueden ser consideradas como una materia prima importante para aumentar el contenido proteico de algunos alimentos (9).

**Cuadro 1**  
Composición proximal. Niveles de gopipol y lisina de las harinas de algodón analizadas

Determinación	Muestras	
	A	B
Humedad (%)	11,6	7,2
Fibra cruda (%)	7,40	8,70
Proteína (N×6,25) (%)	31,20	38,20
Gopipol total (%)	1,45	1,45
Gopipol libre (%)	0,04	0,06
Lisina total (g/100 g PROT)	5,00	5,00
Lisina disponible (g/100 g PROT)	1,70	1,30
Nitrógeno soluble en soda (%)	50,60	50,50

- A: Harina obtenida a partir del proceso tradicional de extracción por pre-prensa solvente.  
B: Harina obtenida a partir del proceso modificado de extracción por pre-prensa solvente.

Con respecto a los niveles de gopipol libre se observó una evidente disminución, obteniéndose valores inferiores a 0,055%, máximo permitido por la FAO-WHO para una harina destinada al consumo humano. La lisina disponible también disminuyó, ratificándose así lo propuesto por Bressani y col. con respecto a que el gopipol se une al grupo —amino de la lisina disminuyendo así su biodisponibilidad (21). El porcentaje de nitrógeno soluble se determinó a objeto de detectar un posible sobretratamiento térmico en las muestras. El resultado encontrado no superó el 50% (Cuadro 1), por lo que se concluyó que el tratamiento térmico había sido lo suficientemente drástico como para bajar la solubilidad de las proteínas, disminuyendo en consecuencia su factibilidad de uso en la formulación de alimentos líquidos.

En relación a los análisis microbiológicos (Cuadro 2) las harinas utilizadas cumplieron con las especificaciones establecidas por el comité conjunto WHO-FAO-UNICEF para harinas de algodón destinadas para el consumo humano, excepto por el recuento de hongos, el cual resultó superior a dichas especificaciones.

**Cuadro 2**  
Análisis microbiológico de las harinas de algodón

Determinación	Muestras	
	A	B
Recuento	$1,3 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
Hongos	$4,6 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$
Coliformes	0	0

- A: Harina obtenida a partir del proceso tradicional de extracción por pre-prensa solvente.  
B: Harina obtenida a partir del proceso modificado de extracción por pre-prensa solvente.

Expresado en UFC/g (Unidades formadoras de colonias por gramo).

En los Cuadros 3 y 4 se puede observar la fórmula seleccionada y la composición proximal del producto desarrollado. La fórmula que se presenta corresponde al panqué de vainilla, en el que se puede llegar hasta un máximo de incorporación de harina de algodón de 5%. A partir de esta cantidad el color del producto se ve afectado, por lo que niveles superiores a 10% y 15% sólo pueden ser añadidos al panqué de chocolate. Para el panqué de vainilla se logró sustituir el uso de harina de trigo en un 12% y a este nivel se aumentó el contenido de proteína en un 4,4% en relación al producto comercial desde 9% hasta 13% (Cuadro 4). De lo anterior se desprende, que la

**Cuadro 3**  
Ingredientes de la fórmula para elaborar el panqué

Ingredientes	g/100 g
Harina de trigo	35,9
Harina de algodón	4,5
Azúcar	33,0
Margarina	21,0
Leche descremada	4,4
Huevos	0,4
Vainilla	0,6
Polvo leudante	0,2

**Cuadro 4**  
Composición proximal del panqué

Análisis realizados	g/100 g
Humedad	22,50
Grasa	20,73
Proteína	13,00
Fibra	3,14
Cenizas	1,63
Carbohidratos	39,00

inclusión de harina de algodón en la formulación del panqué no sólo mejora la calidad del producto tradicional, aumentando la proteína casi en un 50%, sino que permite sustituir una pequeña porción de harina de trigo que se importa en un 100%.

De las formulaciones desarrolladas, se seleccionó el panqué de vainilla con 4,5% de harina de algodón porque la aceptabilidad a nivel de laboratorio fue de 97%.

En el Cuadro 5 se pueden observar los resultados de aceptabilidad del panqué a nivel institucional. Se presentan los resultados obtenidos en las seis oportunidades en que se suministró el producto con el propósito de evidenciar la aceptación después de una semana de consumo por los mismos escolares. Es de hacer notar que prácticamente no hubo variación en la aceptación del producto entre la primera y la sexta vez en que fue ofrecido. En todas las oportunidades la aceptación estuvo por encima de un 90%, sin embargo antes de pensar en incluir este producto en un programa nutricional debería extenderse

**Cuadro 5**  
Prueba de aceptabilidad a nivel institucional en las seis oportunidades en que fue administrado el panqué

Número niños	Edad (años)	Cantidad producto repartido (g)	Cantidad producto dejado (g)	Aceptabilidad (%)
<b>Semana 1</b>				
21	7-8	1.264,2	24,8	98,0
25	9-10	1.505,0	42,9	97,1
46	11-12	2.769,2	234,8	91,5
21	13-15	1.264,2	0	100,0
<b>Semana 2</b>				
91	7-8	5.478,2	192,4	96,5
93	9-10	5.598,6	333,5	94,0
47	11-12	2.829,4	29,6	99,0
11	13-15	662,2	0	100,0
<b>Semana 3</b>				
32	7-8	1.926,4	117,6	93,9
29	9-10	1.745,8	201,2	88,5
31	11-12	1.866,2	303,6	83,7
8	13-15	481,6	11,8	97,5
<b>Semana 4</b>				
69	7-8	4.153,8	77,3	98,1
33	9-10	1.986,6	80,0	96,0
30	11-12	1.806,0	0	100,0
15	13-15	903,0	7	99,2
<b>Semana 5</b>				
49	7-8	2.949,8	21,8	99,3
73	9-10	4.394,6	52,8	98,8
69	11-12	4.153,8	26,0	99,4
30	13-15	1.806,0	0	100,0
<b>Semana 6</b>				
30	7-8	1.806,0	15,6	99,1
85	9-10	5.177,0	83,5	98,4
59	11-12	3.551,8	36,4	99,0
12	13-15	722,4	0	100,0

el período de evaluación sensorial para verificar si los niños no muestran cansancio y tienden a rechazar el producto o a consumirlo en menor cantidad.

En cuanto a la calidad nutricional del panqué, éste aporta 395 kcal/100 g de producto, un NdPcal% de 9, un PER de 2,6, igual al de la caseína y una digestibilidad de 85,2% bastante alta si se compara con la de la caseína de 94%. Las proteínas provienen en un 70% de la harina de algodón, con lo que se mejora la cantidad y calidad de proteína del panqué. Estos resultados coinciden con los reportados por Forman y col., quienes encontraron digestibilidades proteicas altas al suplementar un alimento infantil a base de harina de arroz, con 15% de harina de algodón (9).

El producto desarrollado, panqué de vainilla y de chocolate, obtuvo gran aceptación entre la población a la cual fue suministrado, por lo que se concluye que podría ser utilizado para mejorar el aporte calórico-proteico de la merienda escolar.

## Referencias

- Lusas EW, Jividen GM. Glandless cottonseed: a review of the first 25 years of processing and utilization research. *J Am Oil Chem Soc* 1987;64:839-53.
- Bressani R, Elías LG. Development of new highly nutritious food products. En: *Man Good and Nutrition*. Cleveland, OH. CRC Press 1975;251-74.
- WHO-FAO-UNICEF. Quality and processing guide: cottonseed flour for human consumption. Protein Rich Food Program 1964;1-8. Food and Agric. Org of the Unit Nat Rome.
- Harden ML, Yang SP. Protein quality and supplementary value of cottonseed flour. *J Food Sci* 1975;40:75-7.
- McPherson CM, Suh-Yun LO. Evaluation of corn tortillas supplemented with cottonseed flour. *J Food Sci* 1976;41:1301-4.
- Buckle T. Incorporación de texturizados de algodón a productos de alto consumo en Colombia. *Arch Lat Nutr* 1976;28:20-3.
- Hayes RE, Wadsworth JL, Spadaro JJ. Corn and wheat based blended food formulations with cottonseed of peanut flour. *Cer Foods World* 1978;23:548-51.
- Crowley AM, Gorton L. Baking with cottonseed kernels: high in protein, flavor and function. *Bak Dig* 1985;59:34-6.
- Forman L, Mathews S, Clay King C. New food, feed uses for glandless cottonseed. *Inform* 1991;2:737-9.
- Morris C. New protein bread contains cottonseed flour. *Food Eng* 1986;58:49-50.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico de Alimentos (PADT). SPI2. Producción de harina de semilla de algodón para consumo humano. Apartes del informe. Bogotá 1980:7-8.
- Association of Official Agricultural Chemists Official methods of analysis of the AOAC. 14th ed Washington, DC 1984:211-6.

13. Association of Official Agricultural Chemists. Official and tentative methods. American Oil Chemist Society. Chicago 1980:7-58 y 8-55.
14. Kakade ML, Liener IE. Determination of available lysine. *Anal Biochem* 1969;27:273-5.
15. Lyman CM, Chang WY, Couch JR. Evaluation of protein quality in cottonseed by chick growth and by a chemical index methods. *J Nutr* 1953;49:669-71.
16. ICMSF. Microorganisms in foods. Their significance and methods of enumeration. Toronto: University of Toronto Press 1978:5-13.
17. Watts BM, Ylimaki GL, Jeffery LE, Elías LG. Basic sensory methods for food evaluation. International Development Research Center, Ottawa, Canadá 1989;25-9.
18. Allison AB. Biological evaluation of protein. *Physiol Rev* 1955;35:644-9.
19. Tagle MA. Nutrition 73. Santiago de Chile: Imprenta Jerba 1973:69-81.
20. Akesson WR, Stahamann M. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *J Nutr* 1964;83:257-61.
21. Bressani R, Abuelo A, Gómez-Brenes R, Braham E. Efecto del gopisol libre de diferentes harinas de algodón sobre el crecimiento de ratas y niveles de lisina libre y gopisol libre en órganos, músculos y suero de animales. *Arch Lat Nutr* 1975;25:4-8.
23. Duggan E. The maintenance energy requirement of children: an estimated based on a study of children with infection associated underfeeding. *Am J Clin Nutr* 1986;43:870-78.
24. Rowland I. Impact of infection on the growth of children from 0-2 years in an urban West African community. *Am J Clin Nutr* 1988;47:134-38.
25. Chandra RR. Understanding immune function and the role of malnutrition. ASPEN 14<sup>th</sup> Clinical Congress. San Antonio, Texas 1990.
26. Lechtig A. Early malnutrition, growth and development. En: Gracey M, Falkner F. ed. Nutritional needs and assessment of normal growth. Nestlé Nutrition Workshop Series. New York: Vevey/Raven Press 1985;77:185-220.
27. Alizo WY. Evaluación del bajo peso al nacer como indicador en la vigilancia nutricional. Universidad Simón Bolívar. (Trabajo de Especialista). Caracas, 1991.
28. Mata L. Environmental factors affect nutrition and growth. En: Gracey M, Falkner F. ed. Nutritional needs and assessment of normal growth. Nestlé Nutrition Workshop Serie Vevey/New York: Raven Press 1985;7:165-84.
29. Georgieff MK, Hoffman BS, Pereira G. Effect of neonatal caloric privation on head growth and 1 year development status in preterm infants. *J Pediatr* 1985;107:581-87.
30. Amador M, Hermelo M. Cambios fisiopatogénicos durante la evaluación de la desnutrición proteico energética IV. *Homeorressis. Rev Cub Ped* 1985;57:629-48.

## Development and evaluation of an enriched cake with cottonseed meal

**ABSTRACT** In Venezuela the nutritional problem, specifically protein caloric malnutrition has grown for the last years. A possible solution to this problem is food enriched with proteins as the ones contained in leftovers or cake obtained from cottonseed oil extraction. This paper, besides characterizing industrially obtained meals through a standard modified process; an enriched pound-cake was formulated with them, which can be used as a school snack. An incorporating maximum of 15% of cottonseed meal could be used. The vanilla cake with a 4,5% of cottonseed meal was chosen because the level of acceptability was of 97%. Tests were undertaken at elementary school level with 1,009 children grouped according to their age. The acceptability found was similar to the one detected in laboratory; therefore it concluded that this product could be used to improve the school snack protein caloric intake. *An Venez Nutr* 1992;5:53-8

**KEY WORDS:** Cottonseed meal, enriched food, supplement, snack, cake.