

REVITECA

Revista en
Tecnología
y Ciencia
Alimentaria

Publicación Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos * Volumen 7- 2000 *

ISSN 1022-0321

EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS ENZIMÁTICOS COMO FUENTE DE INVERTASA PARA ELABORAR JARABE RICO EN FRUCTOSA A PARTIR DE BANANO



Incidencia de *Listeria monocytogenes* en camarón fresco (*Penaeus brevisrostris*, *Solenocera agassizi* y *S. florea*) que se expenden en el Área Metropolitana de San José

Se analizaron 130 muestras de camarón pequeño (*Penaeus brevisrostris*, *Solenocera agassizi* y *S. florea*), provenientes de 26 expendios (5 de cada uno en diferentes oportunidades) localizados en el Área Metropolitana de San José, con el fin de establecer la presencia de *Listeria monocytogenes* y *Listeria* spp. Trece de los lugares de venta estaban localizados en el Mercado Central o sus alrededores y 13 en el resto del área. Se encontró *L. monocytogenes* en 85 de las muestras (65,4%) y 96 presentaron *Listeria* spp. (73,8%).

(ver pág. 8)

Determinación de la composición físico-química y de la digestibilidad *in vitro* de dos variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Estimación del contenido de pectina y celulosa en el residuo indigerible

El propósito de este estudio fue determinar, mediante un estudio de digestibilidad *in vitro*, la porción indigerible presente en dos variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. consumidas en Costa Rica y cuantificar en dicha porción, dos de los principales polisacáridos no almidonosos causantes de flatulencia: pectina y celulosa. Se determinaron además, las principales características

(ver pág. 13)

Composición químico- nutricional de "snacks" procesados en Costa Rica

Se determinó la composición nutricional de "snacks" o bocadillos producidos en Costa Rica a fin de contar con información sobre la composición de alimentos nacionales. Se seleccionaron 19 productos, con base en su disponibilidad en el mercado y el volumen de producción. La composición proximal se determinó mediante los métodos oficiales del AOAC. La energía se estimó con bomba calorimétrica y la fibra dietética por el método gravimétrico enzimático de Lee. Se aplicó la *t* de Student para comparar la composición de los "snacks" extruidos con queso y sin queso. El valor energético de los "snacks" osciló entre 519 y 718 kcal/100g (2180 y 3005 kJ/100g).

(ver pág. 18)

Composición de alimentos en Costa Rica: un diagnóstico

Se efectuó un diagnóstico en las instituciones nacionales que generan y utilizan los datos sobre la composición química de los alimentos con el propósito de identificar los alimentos analizados, los métodos analíticos, los usos y las limitaciones de las tablas de composición de alimentos. Para la recolección de los datos se enviaron 60 formularios estructurados, los cuales se distribuyeron a informantes de 46 instituciones, obteniéndose un 67% de respuesta.

(ver pág. 26)

Revista anual publicada por el
Centro Nacional de Ciencia y
Tecnología de Alimentos

Directora del CITA

Gisela Kopper Arguedas

Editor

Lic. Vera García Cortés

Consejo Editorial

M. Sc. Gisela Kopper Arguedas

M. Sc. Ruth De la Asunción Romero

Ph. D. Ana Ruth Bonilla Leiva

Lic. Vera García Cortés

Diseño de Portada

Lic. Ricardo Quirós Castro

Diagramación

Guiselle Cascante Salazar

La responsabilidad de los trabajos firmados es de sus
autores y no del CITA, excepto cuando se indique
expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa o procedimiento
patentado no supone su aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden
reproducirse libremente siempre y cuando se haga
mención expresa de su procedencia y se envíe copia al
Consejo Editorial.

Correspondencia por canje y suscripciones Universidad
de Costa Rica - Centro Nacional de Ciencia y Tecnología
de Alimentos REVITECA
San José - Costa Rica
Email: cita@cita.ucr.ac.cr.
Tels. 207-3467 / 207-3431 / 207-3457 / 207-4212 / 207-4701

La presente edición de REVITECA es patrocinada por
la Fundación para la Investigación Agroindustrial
Alimentaria (FIAA).

Evaluación de dos sistemas enzimáticos como fuente de invertasa para elaborar jarabe rico en fructosa a partir de banano

Ana Ruth BONILLA-LEIVA
Alan GONZALEZ-CARVAJAL

1

Incidencia de *Listeria monocytogenes* en camarón fresco (*Penaeus brevis*, *Solenocera agassizi* y *S. florea*) que se expenden en el Área Metropolitana de San José

Cira ZÚÑIGA-PÉÑA
Elizabeth VARGAS-FAGRÉ
Vera GARCÍA-CORTÉS

8

Determinación de la composición fisicoquímica y de la digestibilidad *in vitro* de dos variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Estimación del contenido de pectina y celulosa en el residuo indigerible

Floribeth VÍQUEZ-RODRÍGUEZ
Ana Ruth BONILLA-LEIVA

13

Composición químico-nutricional de "snacks" procesados en Costa Rica

Marielos MONTERO-CAMPOS
Adriana BLANCO-METZLER
Mireya FERNÁNDEZ-PIEDRA

18

Composición de alimentos en Costa Rica: un diagnóstico

Mireya FERNÁNDEZ-PIEDRA
Adriana BLANCO-METZLER
Mónica LOIS-MARTÍNEZ
Aurelia ÁVILA-RAMÍREZ
Ana M. FOURNIER-ZEPEDA
María de los A. MONTERO-CAMPOS

26

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y DE LA DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL COMÚN *Phaseolus vulgaris* L. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE PECTINA Y CELULOSA EN EL RESIDUO INDIGERIBLE

Floribeth VÍQUEZ-RODRÍGUEZ*, Ana Ruth BONILLA-LEIVA*

ABSTRACT

PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF TWO COMMON BEAN *Phaseolus vulgaris* L. VARIETIES. PECTIN AND CELLULOSE CONTENT IN THEIR INDIGESTIBLE RESIDUE

The purpose of this study was to determine, by means of an *in vitro* digestibility study, the indigestible fraction present in two different varieties of common beans *Phaseolus vulgaris* L. cultivated in Costa Rica, Brunca (black beans) and Chirripó (red beans). Pectin and cellulose content in the indigestible residue (IR) was also determined, as well as the most important physical (size and water adsorption ratio) and chemical characteristics (protein, fat, ash, and carbohydrate content). Both varieties were similar in size ($p > 0,05$). Black beans showed a greater water adsorption ratio; greater protein content, lesser carbohydrate content and fat than red beans ($p < 0,05$). Ash content was similar in both varieties ($p > 0,05$). The IR found in black and red beans was 59,1 and 59,8 % m/m, respectively. Red beans had more pectin (5,2 %) than black beans (4,4 % m/m) ($p < 0,05$). Cellulose content in black beans IR was 13,0 and 11,7 % m/m in red beans ($p > 0,05$).

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar, mediante un estudio de digestibilidad *in vitro*, la porción indigerible presente en dos variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. consumidas en Costa Rica y cuantificar en dicha porción, dos de los principales polisacáridos no almidonosos causantes de flatulencia: pectina y celulosa. Se determinaron además, las principales características físicas (tamaño y tasa de adsorción de agua) y químicas (contenido de proteínas, grasa, cenizas y carbohidratos) de las dos variedades analizadas, Brunca (negra) y Chirripó (roja). Ambas, son similares en tamaño ($p > 0,05$). Los frijoles negros tienen una tasa de adsorción de agua mayor que los rojos, un mayor contenido de proteínas y un menor contenido de carbohidratos y grasa en comparación con los rojos ($p < 0,05$). Ambos presentaron contenidos de cenizas similares ($p > 0,05$). El contenido de residuo indigerible (RI), encontrado en el frijol negro y rojo fue de 59,1 y de 59,8 % m/m, respectivamente ($p > 0,05$). El frijol rojo contiene más pectina (5,2 %) que el negro (4,4 % m/m) ($p < 0,05$). El contenido de celulosa fue de 13,0 para el negro y de 11,7 % m/m para el rojo ($p > 0,05$).

INTRODUCCIÓN

Los frijoles son una fuente importante de proteínas y calorías. En la mayoría de los países de la región centroamericana, contribuyen con un 15 a un 25 % de la ingesta diaria de estos nutrientes. Es un producto que tradicionalmente ha estado en la dieta del costarricense, donde es consumido por el 96,7 % de los hogares (Ministerio de Salud, 1996). Son un recurso barato de fibra dietética, además de que son bajos en grasa y altos en carbohidratos complejos (Chau & Cheung, 1997; Gustafsson & Sanberg, 1995; Tovar, 1994; Cuauhtemoc & Paredes, 1993; Marques *et al.*, 1993; Hughes, 1991; Reddy *et al.*, 1984). No obstante su alto valor alimenticio, la digestibilidad de las leguminosas y por consiguiente su aceptabilidad se ve afectada por diversos factores antinutricionales, como son los inhibidores de tripsina y de α -amilasa, las hemaglutininas, los fitatos y

* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

los taninos, además de la presencia de compuestos causantes de flatulencia, como el almidón resistente, los oligosacáridos de la familia de la rafinosa y los componentes de la fibra dietética (Carmona *et al.*, 1996; Tovar, 1994; Annison & Topping, 1994; Nanna & Phillips, 1990; Englyst & Cummings, 1990; Englyst & Hudson, 1987; Tomkinson, 1986; Reddy *et al.*, 1984; Fleming, 1981). El sistema digestivo humano carece de las enzimas capaces de hidrolizar cierto tipo de compuestos que están presentes en las leguminosas, entre ellos, carbohidratos complejos como la pectina y la celulosa. Estos compuestos, al no ser digeridos ni absorbidos por el organismo, pasan al intestino grueso, donde son fermentados por las bacterias colónicas allí presentes, produciendo cantidades importantes de gas, diarrea y dolores abdominales, situación que provoca una menor utilización de los nutrientes y restringe la aceptación y el consumo de frijoles (Tovar, 1994; Borejszo & Khan, 1992; Nanna & Phillips, 1990; Tomkinson, 1986; Reddy *et al.*, 1984; Fleming, 1981).

En este estudio, se propuso determinar la porción indigerible y el contenido de dos importantes sustratos de fermentación colónica presentes en el RI de dos variedades de frijol consumidas en Costa Rica, celulosa y pectina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frijoles de las variedades Chirripó (rojos) y Brunca (negros), ambos procedentes de la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica, ubicada en Alajuela. Se utilizó un lote de 46 kg por variedad, cosechados en enero de 1998 y seleccionados mediante cuarteos consecutivos hasta obtener una muestra de 2 kg. Se empacaron en bolsas de polietileno de alta densidad, se sellaron herméticamente y se almacenaron a 5°C hasta su análisis.

Para determinar el tamaño, se tomaron al azar 16 frijoles de cada variedad y utilizando un Vernier, se midió el largo y ancho (mm). Para la estimación de la tasa de adsorción de agua se utilizaron 4 muestras de 200 g; cada una por triplicado. Dicha determinación se calculó como la razón entre la masa de frijoles después de 16 h de remojo, (relación 1:3, frijol:agua), sin el agua de remojo y la masa de frijoles antes del remojo. Para el

análisis de composición química, se utilizaron tres muestras triplicadas de 200 g, molidas en un molino (Cienceweare Micro Mill, Belt Art Products, New Jersey), dotado de un sistema de enfriamiento. Se determinó el contenido de sólidos, proteína, grasa, cenizas (% m/m), utilizando los métodos oficiales del AOAC (1999) y el contenido de carbohidratos, por diferencia.

Para la estimación del contenido de RI se realizó un estudio de digestibilidad *in vitro* en 5 muestras triplicadas de cada variedad de frijol. Se utilizó una combinación de los métodos descritos por Tomkinson (1986) y Kon *et al.* (1971), empleando las enzimas pepsina y pancreatina. Los frijoles se remojaron 16 h, se usó una relación 1:3, frijol: agua. Se eliminó el agua de remojo, y se sometieron a cocción en una olla de presión (15 lb/plg²) por 5 min, utilizando una relación 1:1, frijol: agua. Se homogeneizaron hasta obtener una pasta fina, la cual se deshidrató a 85°C, por 16 h. El análisis del contenido de RI se realizó a las muestras de frijol cocido, seco y morterizado.

Para la determinación del contenido de pectina presente en el RI, ésta fue extraída con agua caliente y oxalato de amonio. El extracto se trató con un ácido fuerte en caliente, produciéndose carboximetilfurfural. Mediante la adición de un compuesto fenólico se formó un complejo coloreado, cuya absorbancia se leyó a 520 nm. Se construyó una curva patrón de ácido galacturónico; el ámbito lineal de la misma fue de 10 a 40 ppm ($r^2 = 0,9997$). El límite de detección y de cuantificación fue de 1,146 mg/mL y de 3,821 mg/mL, respectivamente. El porcentaje de recuperación obtenido fue de 73,2%. Se utilizó este valor para recalcular el contenido de pectina.

La celulosa se extrajo siguiendo el método descrito por Tomkinson (1986). Se trató con ácido sulfúrico al 5% v/v en un baño a ebullición para disolver las hemicelulosas y gomas, las cuales fueron descartadas por filtración. La celulosa se disolvió empleando ácido sulfúrico al 72%. Mediante la adición posterior de ácido sulfúrico concentrado se obtiene hidroximetilfurfural; éste, por adición de fenol, resultó en un complejo coloreado, cuya absorbancia se leyó a 480 nm. Se construyó una curva patrón de glucosa para determinar el contenido de celulosa en el RI. El ámbito lineal de la curva de glucosa empleada en la determinación de celulosa fue de 10 a 50 ppm ($r^2 = 0,9992$). El límite de detección y de cuantificación para celulosa por este método fue de 0,0255 mg/mL y 0,085 mg/mL, respectivamente.

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el paquete estadístico SPSS. Se calculó el ANDEVA al 95% de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dos variedades de frijol mostraron tamaños similares (Cuadro 1), obteniéndose en promedio 10,9 mm de largo y 6,9 mm de ancho para los negros y 10,5 mm de largo y 6,7 mm de ancho para los rojos ($p > 0,05$). Los frijoles negros presentaron una tasa de adsorción de agua mayor (2,10) en comparación con los rojos, cuya tasa fue de 1,95 ($p < 0,05$).

Cuadro 1. Tamaño promedio y tasa de adsorción de agua* de dos variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L.

Característica	Frijol Negro (Brunca)			Frijol Rojo (Chirripó)		
	Media	Intervalo de confianza al 95%		Media	Intervalo de confianza al 95%	
Largo, mm	10,90	10,50	11,30	10,50	10,10	10,90
Ancho, mm	6,90	6,70	7,10	6,70	6,40	7,00
Tasa adsorción de agua	2,10	2,10	2,11	1,95	1,92	1,99

* después de 16 h remojo, relación 1: 3 frijol, agua

En un estudio desarrollado por Sambudi (1994), se encontró que los frijoles más pequeños son más duros de cocer, ya que tienen niveles más altos de calcio y magnesio y menores niveles de adsorción de agua. Según Bressani *et al.* (1981), un frijol de mayor tamaño tiene una tasa de adsorción de agua menor y un menor contenido de proteína, ya que acumula más carbohidratos. Los resultados encontrados en este estudio coinciden con los de estos autores, ya que los frijoles con un mayor contenido de proteína, son a su vez, los que presentan una tasa de adsorción de agua mayor. No se pudo establecer la correspondencia con respecto al tamaño, ya que las diferencias encontradas no son significativas ($p > 0,05$) (Cuadro 1).

La composición química de las dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) analizadas se presenta en el Cuadro 2, donde se puede observar que difieren en su contenido de proteína ($p < 0,05$), el frijol negro (Brunca) presentó un

contenido de proteína de 24,4 %, mientras que el rojo (Chirripó) de 21,8 % m/m. El negro tiene a su vez, una menor cantidad de carbohidratos, 69,8 %, mientras que en el rojo el valor obtenido fue de 71,3 % m/m ($p < 0,05$). El contenido de ceniza en ambas variedades es similar ($p > 0,05$), no así el contenido de grasa, donde se obtuvo un valor cercano al 3,0 % para el rojo y de 1,8 % para el negro ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Composición química (% m/m)* de dos variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L.

Característica	Frijol Negro (Brunca)			Frijol Rojo (Chirripó)		
	Media	Intervalo de confianza al 95%		Media	Intervalo de confianza al 95%	
Sólidos totales	86,60	86,50	86,70	87,40	87,20	87,50
Humedad	13,40	13,30	13,50	12,60	12,50	12,80
Proteína	24,40	24,20	24,70	21,80	21,50	22,00
Grasa	1,80	1,60	2,10	2,95	2,70	3,20
Ceniza	3,91	3,90	3,92	3,86	3,70	4,00
Carbohidratos**	69,80	69,60	70,10	71,30	70,90	71,80

* base seca

**por diferencia

El contenido de RI en ambas variedades de frijol fue similar ($p > 0,05$). Los frijoles negros tienen en promedio un contenido de RI de 59,1 % y los rojos de 59,8 % (Cuadro 3). Navarrete (1999) encontró valores semejantes de RI en frijol negro de la misma variedad (Brunca), tratado bajo condiciones similares.

Cuadro 3. Residuo indigerible (% m/m)* presente en dos variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L.

Variedad de frijol	Media % m/m	Límites de confianza al 95 %	
Brunca (negro)	59,1	58,1	60,0
Chirripó (rojo)	59,8	58,4	61,1

* base seca, muestras cocidas, secas y morterizadas

Se encontró que los frijoles rojos tienen un mayor contenido de pectina que los negros ($p < 0,05$); los valores

correspondientes son de 5,2 para los rojos y de 4,4% para los negros (Cuadro 4). Según Gurr y Asp (1994) y Tomkinson (1986), las pectinas son altamente fermentables por las bacterias colónicas, por lo que es de esperar que los frijoles rojos produzcan más gas por fermentación de pectina que los negros. Los valores de fibra soluble presentes en frijol *Phaseolus vulgaris* reportados por Acevedo y Bressani (1990) y Pak *et al.* (1990) oscilan entre un 3,3 y un 5,8%. Al respecto, debe recordarse que la fibra soluble no se compone exclusivamente de pectina, sino de otros polisacáridos como gomas, mucílagos y ciertas hemicelulosas.

El contenido de celulosa presente en el RI se muestra en el Cuadro 4, con un valor de 13,0 % para los frijoles negros y de 11,7 % para los rojos ($p > 0,05$). Estos valores son muy similares a los encontrados por Tomkinson (1986) y Pak *et al.* (1990) en el frijol común.

Cuadro 4. Contenido de pectina y de celulosa (% m/m)* presentes en el residuo indigerible de dos variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L.

Característica	Frijol Negro (Brunca)			Frijol Rojo (Chirripó)		
	Media	Intervalo de confianza al 95%		Media	Intervalo de confianza al 95%	
Pectina**	4,40	4,20	4,50	5,20	5,00	5,40
Celulosa	13,00	11,30	14,70	11,70	10,20	13,20

* base seca

Tomkinson (1986) señala que la pectina presente en el frijol *Phaseolus vulgaris* es fermentable en alrededor de un 85 %, mientras que la celulosa lo es en aproximadamente un 60 %. De acuerdo a los valores encontrados, la celulosa contribuiría alrededor de dos veces más a la producción de flatulencia que la pectina, en las dos variedades estudiadas.

Los resultados obtenidos, bajo las condiciones de este estudio, muestran una porción considerable de frijol no digerido, en ambas variedades. Es importante conducir esfuerzos tendientes a mejorar la digestibilidad del frijol. La adición de enzimas hidrolíticas, pectinasas y celulasas, se vislumbra como una alternativa viable para reducir dos de los más importantes componentes del frijol común que causan flatulencia, la pectina y la celulosa.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, E. & BRESSANI, R. 1990. Contenido de fibra dietética y digestibilidad del nitrógeno en alimentos centroamericanos: Guatemala. Arch. Lat. Nutr. 40(3): 439-451.
- ANNISON, G. & TOPPING, D.L. 1994. Nutritional role of resistant starch: chemical structure and physiological function. Annu. Rev. Nutr. 14: 297-320.
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis. 16 ed. Association of Official Anal. Chem. Washington, DC.
- BOREJSZO, Z. & KHAN, K. 1992. Reduction of flatulence causing sugars by high temperature extrusion of pinto bean high starch fractions. J. Food Sci. 57(3): 771-777.
- BRESSANI, R., ELÍAS, L.G. & ESPAÑA, M.E. 1981. Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Lat. Nutr. 3(3): 551-570.
- CARMONA, A., BOURGUD, L., BERGE, G. & LEVY BENSHIMOL, A. 1996. Effect of black bean tannins on *in vitro* carbohydrate digestion and absorption. J. Nutr. Biochem. 7(8): 445-450.
- CUAUHTEMOC, M. & PAREDES, L. 1993. Hard to cook phenomenon in common beans. A review. Critical Rev. Food Sci. Nutr. 33(3): 227-231.
- CHAU, C.F. & CHEUNG, P.C.K. 1997. Effect of various processing methods on antinutrients and *in vitro* digestibility of protein and starch of two Chinese indigenous legume seeds. J. Agric. Food Chem. 45(12): 4773-4776.
- ENGLYST, H.N. & CUMMINGS, J.H. 1990. Non starch polysaccharides (dietary fiber) and resistant starch. In New developments in dietary fiber. Furda & Brine, eds. Plenum Press, New York. 205-225.
- ENGLYST, H.N. & HUDSON, G.J. 1987. Colorimetric method for routine measurement of dietary fiber as the non starch polysaccharides. A comparison with gas-liquid chromatography. Food Chem. 24: 63-76.

FLEMING, S.E. 1981. A study of relationships between flatus potential and carbohydrate distribution in legume seeds. J. Food Sci. 46:794-798.

GURR, M.I. & ASP, N.G. 1994. Dietary fibre. ILSI Europe Concise Monograph Series. ILSI Press. Washington, DC. 1-23.

GUSTAFSSON, E.L. & SANDBERG, A.S. 1995. Phytate reduction in brown beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Food Sci. 60(1): 149-156.

HUGHES, J.S. 1991. Potential contribution of dry bean dietary fiber to health. Food Technol. 45(9):122-126.

KON, S., WAGNER, J.R., BECKER, R., BOOTH, A.N. & ROBBINS, D.J. Optimizing nutrient availability of legume food products. J. Food Sci. 36: 635-639.

MARQUES, M.H., CASA NOVA, S., FERNÁNDEZ, M.L. & 1993. Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility. Arch. Lat. Nutr. 43(1): 66-72.

GOMES, A.M. 1993. Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility. Arch. Lat. Nutr. 43(1): 66-72.

MINISTERIO DE SALUD. 1996. Encuesta Nacional de Nutrición. Ministerio de Salud, San José, Costa Rica.

NAVARRETE, K. 1999. Evaluación del efecto del tamaño de partícula y cocción antes y después de la molienda del frijol *Phaseolus vulgaris* variedad Brunca, sobre la digestibilidad *in vitro* del almidón. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, San José.

NANNA, I.A. & PHILLIPS, R.D. 1990. Protein and starch digestibility and flatulence potential of germinated cowpeas (*Vigna unguiculata*). J. Food Sci. 55(1): 151-153, 183.

PAK, N., AYALA, C., VERA, G., PENNACCHIOTTI, I. & ARAYA, H. 1990. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. Arch. Lat. Nutr. 15(1): 116-125.

REDDY, N.R., PIERSON, M.D., SATHE, S.K. & SALUNKHE, D.K. 1984. Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates. A review. Food Chem. 13:25-68.

TOMKINSON, R.A. 1986. Studies on the indigestible and fermentable components of dry bean and cereal grains. Thesis M.Sc. Department of Crop and Soil Science, Michigan State University. Michigan.

TOVAR, J. 1994. Bioavailability of carbohydrates in legumes: digestible and indigestible fractions. Arch. Lat. Nutr. 44 (4-S): 36 S- 40 S.

RECONOCIMIENTO:

Esta investigación forma parte del "Programa colaborativo de apoyo a la investigación frijol/frijol ojo negro" (CRSP, siglas en inglés) financiado por la agencia internacional para el desarrollo (USAID). Grant N° DAN-G-SS-86-008-88.