

CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA Y DIGESTIBILIDAD DEL NITROGENO EN ALIMENTOS CENTROAMERICANOS: GUATEMALA¹

Enrique Acevedo² y Ricardo Bressani³

**Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
(INCAP),
Guatemala, Guatemala, C.A.**

RESUMEN

El presente estudio informa sobre el contenido de fibra dietética en cuatro grupos de alimentos de la América Central: cereales y productos; frijol crudo y procesado; verduras crudas y procesadas y alimentos farináceos, como la papa, yuca y plátano. Además de proporcionar información sobre fibra soluble e insoluble, se dan a conocer datos sobre digestibilidad de la proteína *in vitro*. El contenido de fibra dietética total de los productos de harina de trigo varió de 1.62 a 2.83% en base fresca, con la excepción del pan integral que mostró un contenido de 7.57%. La tortilla de maíz acusó valores de 3.96 a 5.21% respecto a los frijoles, y los valores de frijol cocido y colorado fluctuaron entre 6.36 y 7.00% independientemente del color; sin embargo, el frijol refrito mostró valores de 15.28 a 17.58%. Las verduras contienen cantidades de fibra dietética total, de 1.51 a 4.34%, y los tubérculos, entre 1.31 y 2.86%.

Manuscrito modificado recibido: 22-10-90.

- 1 Este trabajo fue financiado por el Programa Bean Cowpea Título XII (CRSP); ROCAP/AID; Chemical Center de Succia, y General Foods.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas del INCAP.
- 3 Coordinador de Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, (INCAP). Apartado Postal 1118, Guatemala, Guatemala, C.A.

INTRODUCCION

La fibra dietética se conoce como el material de los alimentos que es resistente a la hidrólisis enzimática en el sistema digestivo de los vertebrados (1, 2). La fibra dietética proviene de los alimentos de origen vegetal, y está formada principalmente de celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas y lignina (3). Estos compuestos, al ser ingeridos, inducen efectos químicos y fisiológicos tales como: reducción de la respuesta glicémica (4), reducción de los niveles de colesterol sanguíneo (5, 6), aumento del peso de la excreta fecal (5), y la fijación de iones metálicos (7). Estas cualidades de la fibra dietética han sido útiles en el tratamiento de algunas enfermedades como diabetes, trastornos cardiovasculares, constipación y diverticulitis, a través de una ingesta adecuada de ella (8-10). Por tales razones, cada vez se hace más necesario para los nutricionistas, dietistas y médicos conocer el contenido de fibra de los alimentos, dato que desafortunadamente no se encuentra disponible en las tablas de composición de alimentos utilizadas actualmente en América Latina. Asimismo, la industria de alimentos también ha demostrado interés en esta información para fines de formulación de productos y reclamos comerciales. Por otro lado, es un hecho bien conocido que las dietas habituales de las poblaciones en América Latina se basan en alimentos de origen vegetal, que son precisamente los vehículos de la fibra dietética.

Debido a que muchos alimentos de origen vegetal deben ser procesados para su consumo, es importante saber si se producen cambios en el contenido de los compuestos no digestibles en dichos alimentos, y si estos cambios pueden tener algún efecto sobre su valor nutritivo. Algunos investigadores han demostrado un incremento en el contenido de fibra dietética, cruda o cocida (11, 12).

Por consiguiente, los objetivos de este trabajo fueron: 1) Determinar el contenido de fibra dietética de los alimentos básicos del área centroamericana, crudos o procesados y 2) Evaluar el método enzimático utilizado para este propósito, con miras a determinar si puede ser aprovechado para obtener información acerca de la digestibilidad aparente del nitrógeno presente en los mismos.

MATERIAL Y METODOS

El estudio aquí comentado se llevó a cabo en cuatro grupos de muestras: cereales, leguminosas, verduras y tubérculos.

Cereales

Se recolectaron muestras procesadas de harina de trigo de diferentes productos de panadería, en un supermercado de la ciudad de Guatemala, que representa los alimentos de harina de trigo de mayor consumo. En cuanto al arroz, se usó arroz pulido, el cual se adquirió en supermercados. Una porción del mismo se sometió a cocción en agua y luego fue deshidratado con aire a 60 C y después molida. En

el caso del maíz, se procesaron cuatro muestras del grano para su consumo en forma de tortillas en el hogar de una familia del área rural de Guatemala. Las muestras de maíz crudo se sometieron a cocción en agua con hidróxido de calcio durante 55 a 60 minutos; se dejaron reposar por el término de 12 a 14 horas para luego lavarlas y convertir el maíz nixtamalizado en masa, utilizando un molino de discos. Parte de la masa se convirtió en tortillas y seguidamente, tanto la masa como la tortilla, fueron deshidratadas según se indicó antes.

Leguminosas de Grano

Se adquirieron en el mercado tres muestras de frijol color negro, rojo y blanco. Después de limpiar los granos, éstos se sometieron a cocción en autoclave a 16 lb de presión durante 20 minutos, usando una proporción agua:frijol de 3:1. Después de separar el total en tres porciones, una de ellas se licuó agregándole 25 ml de aceite vegetal/100 g de frijol crudo. Una vez bien homogeneizado el aceite en el frijol, éste se calentó en una sartén durante 15 minutos para obtener la preparación llamada frijoles colados; la tercera porción fue procesada igual que la segunda, pero se le agregó 50 ml de aceite/100 g de frijol y luego se calentó en la sartén durante 30 minutos para obtener los frijoles volteados o refritos. Una vez procesadas las muestras se deshidrataron y molieron. Las dos muestras con el agregado de aceite fueron desgrasadas con hexano antes del análisis por fibra dietética.

Verduras

Las muestras de verduras también se adquirieron en un mercado local, recolectándolas al azar de distintos proveedores. Dependiendo del estilo de venta, se obtuvieron por lo menos seis unidades o 0.5/kg de material fresco. Parte de las muestras crudas se cortó en trocitos de aproximadamente 0.5 cm², los cuales fueron deshidratados durante 16 horas en un horno a 60°C y luego molidos a 60 mallas. El mismo procedimiento se aplicó para preparar las muestras cocidas, lo que se hizo por cocción en agua, siendo entonces procesadas para análisis como ya se indicó para las otras muestras.

Alimentos Farináceos

Tres productos fueron adquiridos en los mercados: patata, yuca y plátano. La patata se evaluó por su contenido de fibra dietética, con y sin cáscara, cruda y cocida. Respecto a la yuca, a ésta se le eliminó la cáscara y sólo se evaluó la parte comestible, tanto cruda como cocida en agua caliente. En el caso del plátano, luego de eliminar la cáscara, parte fue cocida, y la otra parte rodajada y frita en aceite. Una vez procesadas, todas las muestras se deshidrataron y molieron para analizar su contenido de humedad y fibra dietética.

Las determinaciones de fibra dietética soluble, insoluble y total se llevaron a cabo siguiendo el método de Asp *et al.* (13), utilizando

para las hidrólisis enzimáticas: Termamy 120L (Novo, Dinamarca), pepsina 10,000 N.F./mg (ICN, Cleveland, Ohio), y pancreatina 4xUSP (Sigma Co., St. Louis, MO), y un sistema Fibertec E (Hoganas, Suecia) para el filtrado de las fracciones de fibra. El contenido de nitrógeno de las muestras se determinó por el método de Kjeldahl, utilizando para el caso, el sistema Tecator 10-30 (Hoganas, Suecia). El cálculo de la digestibilidad *in vitro* de nitrógeno fue realizado comparando el nitrógeno de la muestra inicial con la suma del nitrógeno presente en las fracciones soluble e insoluble de la fibra dietética, y usando la siguiente fórmula: $(\frac{N.F.S. + N.F.I.}{N \text{ muestra}}) \times 100 - 100$. Tanto el análisis de cenizas como el de humedad se llevaron a cabo siguiendo el método de la AOAC (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se exponen los contenidos de fibra dietética (FD) del trigo y del arroz y sus productos. En lo referente a los diferentes tipos de pan y galletas, se encontró que la mayoría posee valores similares de FD. Entre éstos el pan dulce y la galleta champurrada⁴ son los alimentos de menor contenido en fibra dietética total. Como era de esperar, el pan integral acusó un valor aproximadamente tres veces más alto que el pan elaborado con harina refinada de trigo. Con excepción de la galleta champurrada, el contenido de fibra insoluble en todos los productos de panadería, fue mayor que el de la soluble. El arroz cocido, por el contrario, presentó valores de 0.5%, que son bastante menores que los del arroz crudo y que los valores en los productos de trigo. Los resultados en el caso del maíz y en sus productos de procesamiento alcalino (la masa y la tortilla), se dan a conocer en la Tabla 2. Los datos en base seca indican que la FDT disminuyó de maíz a masa, para luego aumentar en la tortilla, lo que confirma resultados obtenidos por otros investigadores (15, 16). Los valores más bajos en la masa posiblemente se deban en gran parte a la eliminación de la cáscara, causada por el hidróxido de calcio y por el lavado posterior con agua. Asimismo, el aumento de FDT de masa a tortilla se debe muy probablemente a las reacciones que pueden ocurrir entre la proteína y los carbohidratos al cocinar la masa en el comal. Se ha indicado que los resultados son similares en el proceso de horneado de la masa de harina de trigo, a pan (11, 12). En base natural, la tortilla contiene más FDT, por lo indicado anteriormente y por contener menor humedad que la masa.

En la Tabla 3 se dan a conocer los contenidos de fibra dietética de las distintas preparaciones de frijoles (*Phaseolus vulgaris*), más consumidas en Centroamérica. Tanto los frijoles negros como los blancos y los rojos, son los alimentos con el mayor contenido de FDT de todos los analizados en nuestro estudio. Llama la atención que a mayor

4 Galleta típica guatemalteca a base de trigo suave y manteca vegetal.

TABLA 1

**CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO DE
CEREALES Y PRODUCTOS DE CEREALES CONSUMIDOS EN CENTROAMERICA
(Expresado en g/100 g)**

	Fibra insoluble	Fibra soluble	Fibra dietética total		Digestibilidad <i>in vitro</i> %
			base seca	base fresca	
<i>Productos de trigo</i>					
Pan pirujo*	2.13	1.29	3.42	2.36	80.4
Pan francés	2.21	0.77	2.98	2.41	77.6
Pan integral	7.16	2.38	9.54	7.57	76.9
Galletas champurradas	0.71	0.98	1.69	1.62	49.6
Pan dulce	1.26	1.10	2.36	2.00	66.7
Pan sandwich	2.65	1.33	3.98	2.83	78.4
<i>Arroz</i>					
Arroz crudo	2.71	0.83	3.54	3.10	65.9
Arroz cocido	1.97	0.24	2.21	0.50	67.6

* Pan de trigo duro, similar al pan francés.

TABLA 2

FIBRA DIETETICA EN MAIZ CRUDO, MASA DE MAIZ Y TORTILLAS DE MAIZ
(Expresada en g%)

Variedad		Fibra insoluble	Fibra soluble	Fibra dietética total		Digestibilidad <i>in vitro</i> %
				base natural	base seca	
Sta. Apolonia	crudo	13.03	0.89	12.31	13.92	50.1
	masa	5.12	1.80	2.36	6.92	55.7
	tortilla	7.72	2.30	5.21	10.02	74.2
Xetzac	crudo	14.65	1.20	13.87	15.85	49.4
	masa	6.28	2.17	2.88	8.45	53.6
	tortilla	5.25	2.11	4.19	7.36	65.6
Costeño	crudo	13.63	N.D.	11.95	13.63	44.2
	masa	9.17	N.D.	3.13	9.17	53.4
	tortilla	8.28	1.17	4.53	9.45	57.3
Azotea	crudo	10.91	0.89	10.60	11.80	45.8
	masa	4.72	1.29	2.05	6.01	53.6
	tortilla	6.23	1.39	3.96	7.62	55.9

N.D. = No detectado.

TABLA 3

**CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO DE FRIJOLES
Y SUS PREPARACIONES CONSUMIDAS EN CENTROAMERICA
(Expresado en g/100g)**

Muestra	% fibra insoluble	% fibra soluble	% fibra dietética total		Digestibilidad <i>in vitro</i> %
			base seca	base natural*	
Frijol blanco cocido	20.51	4.14	24.65	6.36	69.9
Frijol blanco colado	24.68	3.14	27.82	6.48	50.5
Frijol blanco refrito	24.72	2.57	27.29	15.28	37.8
Frijol rojo cocido	22.87	3.08	25.95	6.69	64.5
Frijol rojo colado	27.18	2.88	30.06	7.00	48.4
Frijol rojo refrito	28.12	3.27	31.39	17.58	36.1
Frijol negro cocido	22.64	4.13	26.77	6.91	64.9
Frijol negro colado	25.41	2.18	27.59	6.43	34.3
Frijol negro refrito	27.73	2.48	30.21	16.92	44.3

* Como se consume.

TABLA 4
CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO DE ALIMENTOS
CONSUMIDOS EN CENTROAMERICA
 (Expresado en g/100g)

Muestra	Fibra insoluble	Fibra soluble	Fibra dietética total		Digestibilidad <i>in vitro</i> %
			base seca	base fresca	
Rábano crudo <i>(Raphanu sativus)</i>	23.32	1.41	24.73	1.51	73.7
Rábano cocido	36.07	4.72	40.82	1.65	71.8
Zanahoria cruda <i>(Daucus carota)</i>	19.55	10.92	30.47	3.83	83.9
Zanahoria cocida	24.41	16.04	40.45	3.32	82.6
Repollo crudo <i>(Brassica oleracea,</i> <i>var. Capitata)</i>	23.01	1.81	24.82	2.61	95.9
Repollo cocido	40.97	12.16	53.13	2.16	84.8
Brócoli crudo <i>(Brassica oleracea,</i> <i>var. Botritis)</i>	26.52	2.24	28.76	3.31	80.6
Brócoli cocido	28.81	6.03	34.84	3.13	66.9
Apio crudo <i>(Apium graveolens)</i>	29.87	2.49	32.36	2.51	75.1

Espinaca cruda					
<i>Spinacea oleracea)</i>	29.75	5.23	34.98	2.65	72.2
Espinaca cocida	37.99	4.25	42.24	2.98	58.7
Berro crudo					
<i>(Nasturtium officinale)</i>	30.03	1.19	31.22	1.51	87.8
Berro cocido	43.18	3.04	46.22	1.95	76.5
Yerbamora cruda					
<i>(Solanum nigrum)</i>	28.52	1.49	30.01	4.34	80.7
Yerbamora cocida	30.46	4.16	34.62	2.74	58.4
Chipilín cocido					
<i>(Crotalaria longirostrata)</i>	32.61	2.44	35.05	3.24	71.2
Acelga cocida					
<i>(Beta vulgaris,</i> <i>var. Cicla)</i>	38.46	6.37	44.83	2.29	62.1
Arveja cruda					
<i>(Pisum sativum)</i>	19.92	2.29	22.21	5.49	90.2
Arveja cocida	29.58	3.33	32.91	5.38	71.6
Arveja china cruda					
<i>(Pisum sativum)</i>	15.47	0.67	16.14	1.98	91.9
Arveja china cocida	27.15	3.27	30.42	1.89	78.9
Ejote cocido					
<i>(Phaseolus vulgaris)</i>	37.59	7.29	44.88	2.07	61.8

procesamiento, mayor es su contenido de fibra, por lo que los frijoles volteados (refritos) de los tres tipos de frijol, acusan los valores más altos. El incremento en FDT del frijol crudo a frijol frito es probable que ocurra en forma similar a lo ya indicado para el maíz a tortilla. Los contenidos de FDT en los frijoles, tal como se consumen, muestran valores más altos en los frijoles fritos que los cocidos y colados, debido, además de lo indicado, a la pérdida de humedad que ocurre en el proceso.

El contenido de FDT de los vegetales más consumidos en el área centroamericana por su parte, se expone en la Tabla 4. Los datos señalan que el contenido en FDT es muy similar entre ellos cuando se consideran en base fresca. De estos alimentos, únicamente las arvejas y la zanahoria son los que presentan los mayores contenidos de fibra dietética en base natural.

Los tubérculos analizados se detallan en la Tabla 5, notándose que la papa acusa los mayores contenidos de FDT y, como era de esperar, la papa cocida con su cáscara mostró un valor más alto de FDT que aquélla sin cáscara.

En la mayoría de los casos en que se analizó la muestra cruda y cocida, se encontraron valores más elevados en la cocida que en la cruda. Esto se observa fácilmente comparando los valores calculados en base seca, pero dicho fenómeno no es tan evidente en base fresca, ya que los contenidos de agua difieren en los alimentos procesados. El aumento del contenido de compuestos no digestibles informados para las muestras procesadas, puede atribuirse ya sea a una pérdida de sólidos del alimento hacia el agua de cocción, o bien a la formación de nuevos compuestos no digestibles en el alimento, como resultado del procesamiento. Esta segunda posibilidad pareciera apoyarse en el hecho de que todos aquellos alimentos fritos, es decir, que fueron procesados con aceite y, por ende, a más altas temperaturas, acusan mayores contenidos de fibra dietética que los crudos y cocidos.

Los datos recabados para la digestibilidad *in vitro* de nitrógeno a través del método enzimático, son comparables a los notificados en la literatura, especialmente los correspondientes a los frijoles (17, 18). En general, los valores de digestibilidad *in vitro* obtenidos en este estudio, son menores que los que se obtienen con animales de experimentación, lo que podría deberse a que una parte de la fibra dietética es fermentada por la flora intestinal de los animales, permitiendo así una mayor absorción del nitrógeno *in vivo* que la observada en los experimentos *in vitro* (19). Respecto al maíz y sus productos de consumo, se nota un incremento en la digestibilidad *in vitro* de maíz crudo a tortilla, lo que es difícil de explicar. Ortega, Villegas y Vosal (20) encontraron en digestibilidades *in vitro* con pepsina valores de 88, 82, 91 y 79 para maíz crudo, nixtamal, masa y tortilla, respectivamente, los cuales son más elevados que los informados en este estudio. Por el contrario, Serna-Saldívar *et. al.* (16) en estudios con pepsina, informaron una digestibilidad *in vitro* de 43.8% para el maíz crudo, 21.5% para el nixtamal y 24.0% para la tortilla. Los resultados *in vivo* con ratas fueron de 86.2, 29.3 y 81.5% para maíz crudo, nixtamal y tortilla, en ese orden. Estos datos indican la necesidad de refinar el

TABLA 5

**CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO DE ALIMENTOS
CONSUMIDOS EN CENTROAMERICA
(Expresado en g/100g)**

Muestra	Fibra insoluble	Fibra soluble	Fibra dietética total		Digestibilidad <i>in vitro</i> %
			base seca	base fresca	
Papa cruda con cáscara <i>(Solanum tuberosum)</i>	6.52	1.22	7.74	1.63	70.6
Papa cruda sin cáscara	5.56	1.71	7.24	2.86	75.2
Papa cocida con cáscara	9.05	2.44	11.49	1.71	79.9
Papa cocida sin cáscara	7.13	2.29	9.42	2.07	82.5
Yuca cruda <i>(Manihot esculenta</i> var. Crantz)	6.52	0.15	6.67	1.79	—
Yuca cocida	8.82	2.16	10.98	2.11	—
Plátano crudo (maduro) <i>(Musa paradisiaca)</i>	6.11	1.89	8.00	1.74	—
Plátano cocido (maduro)	6.12	2.51	8.63	1.31	—
Plátano frito (maduro)	6.55	2.28	8.83	2.05	—

método enzimático con pepsina, ya que la técnica de múltiples enzimas utilizada por tales autores dio resultados similares a los obtenidos con las ratas. Por el contrario, en el frijol, los productos con mayor procesamiento mostraron las menores digestibilidades *in vitro*. Los resultados de digestibilidad de productos de frijol *in vivo*, con humanos, han demostrado este hallazgo (18). En cuanto a las verduras, la digestibilidad *in vitro* es relativamente alta, con ciertas excepciones, en particular en las verduras cocidas. Es interesante también considerar que el nitrógeno presente en el plátano, así como el contenido en la yuca, parecieron no ser utilizables, ya que en algunos casos hasta un 100% de nitrógeno inicial de la muestra se recuperó en las fracciones de la fibra dietética. A partir de los datos de digestibilidad *in vitro* sería factible concluir que el enfoque sugerido en este documento puede ser válido. Sin embargo, sería necesario llevar a cabo antes, algunos análisis de digestibilidad *in vivo* a fin de confirmar la validez del enfoque, lo que ya fue sugerido por Asp *et al.* (13). Por otro lado, se reconoce que la información aquí expuesta tiene varias limitaciones que podrán enmendarse al incrementar el número de análisis por muestra, en particular para las verduras y alimentos farináceos. En estos alimentos, el estado fisiológico y edad de la parte vegetativa constituyen un factor importante para establecer el contenido de fibra dietética.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la cooperación técnica del Sr. Hugo Paz, técnico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

SUMMARY

DIETARY FIBER CONTENT AND NITROGEN DIGESTIBILITY IN CENTRAL AMERICAN FOODS: GUATEMALA

The study herein reported presents information on the dietary fiber content of four food groups consumed in Central America. These are: cereals, grains and products; raw and processed beans; raw and processed vegetables, and starchy foods such as potatoes, cassava and plantain. Besides data on soluble and insoluble fiber, data on *in vitro* protein digestibility are included. The total dietary fiber content of the wheat flour products varied from 1.62 to 2.83% on a fresh basis, with the exception of whole-wheat bread, which showed a 7.57% content. The maize tortilla presented values ranging from 3.96 to 5.21% in respect to beans, and the values for cooked and raw beans fluctuated between 6.36 and 7.00%, independent of the color; however, fried beans reported values from 15.28 to 17.58%. Vegetables contained total dietary fiber values of 1.51 to 4.34, and the tubers, from 1.31 to 2.86%.

BIBLIOGRAFIA

1. Trowell, H. Definition of dietary fiber and hypothesis that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 417-427, 1976.
2. Trowell, H., D.A.T. Southgate, T.M.S. Wolever, A.R. Leeds, M.A. Gassuill & D.J.A. Jenkins. Dietary fiber redefined. *Lancet*, 1: 967, 1976.
3. Selvendran, R.R. The plant cell wall as a source of dietary fiber: Chemistry and structure. *Am. J. Clin. Nutr.*, 39: 320-337, 1984.
4. Hales, C.N. & P.J. Randle. Effects of low-carbohydrate diet and diabetes mellitus on plasma concentrations of glucose, non-esterified fatty acid, and insulin, during oral glucose-tolerance tests. *Lancet*, 1: 790-794, 1983.
5. Jenkins, D.J.A., D. Reynolds, A.R. Leeds, A.L. Waller & J.H. Cummings. Hypocholesterolemic action of dietary fiber unrelated to fecal bulking effect. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 2430-2435, 1979.
6. Jenkins, O.J.A., D. Reynolds, B. Slavin, A.R. Leeds, A.L. Jenkins & E.M. Jepson. Dietary fiber and blood lipids: Treatment of hypercholesterolemia with guar crisp bread. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33: 575-581, 1980.
7. Rendleman, J. & C.A. Grobe. Cereal complexes: Binding of zinc by bran and components of bran. *Cereal Chem.*, 59: 310-317, 1982.
8. Heaton, K.W. Dietary fiber in perspective human nutrition. *Clinical Nutr.* 37C: 151-170, 1983.
9. Trowell, H. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, 25: 926-932, 1972.
10. Anderson, J.W. Fiber and health: An overview. *Am. J. Gastroenterol.*, 81: 892, 1986.
11. Berry, C.S. Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with analytic enzymes during the determination of dietary fibre. *J. Cereal Sci.*, 4: 301-314, 1986.
12. Ranhotra, G. & J. Gelroth. Soluble and total dietary fiber in white bread. *Cereal Chem.*, 65: 155-156, 1988.
13. Asp, N.G., C-G Johansson, H. Hallmer & M. Siljestrom. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 31: 476-482, 1983.
14. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 14th ed. Washington, D.C., The Association, 1984.
15. Bressani, R., V. Benavides, E. Acevedo & M.A. Ortiz. Changes in selected nutrient content, protein and quality of normal and quality-protein maize during tortilla preparation. Accepted for publication in *Cereal Chemistry*, 1990.
16. Serna-Saldívar, S.O., D.A. Knabe, L.W. Rooney, T.D. Tanksley, Jr. & A.M. Sproule. Nutritional value of sorghum and maize tortillas. *J. Cereal Sci.*, 7: 83-94, 1988.
17. Braham, J.E. & R. Bressani. Effect of bean broth on the nutritive value and digestibility of beans. *J. Sci. Food Agr.*, 36: 1028-1034, 1985.
18. Navarrete, D.A. & R. Bressani. Protein digestibility and protein quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*) fed alone and with maize, in adult humans using a short-term nitrogen balance assay. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 1893-1898, 1981.
19. Fleming, S.E., D. Marthinsen, & H. Kuhrelein. Colonic function and fermentation in men consuming high fiber diets. *J. Nutr.*, 113: 2535-2544, 1983.
20. Ortega, E.I., E. Villegas & S.K. Vasal. A comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. *Cereal Chem.*, 63: 446-451, 1986.