

- 5) Estudios preliminares indican que la canavalia tierna cocida suplementa eficientemente a la tortilla.

ESTUDIOS EN MARCHA

- 1) Optimización de los procesos para tostar y freir la semilla tierna de la canavalia.
- 2) Estudios de utilización de la semilla tierna en combinación con otros alimentos y productos.
- 3) Análisis químico y utilización de la vaina sin semilla y la planta.

CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA DE ALIMENTOS CENTROAMERICANOS

E. Acevedo* y R. Bressani*

INTRODUCCION

Fibra dietética es conocida como el material de los alimentos que son resistentes 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 inducen un número de efectos químicos y fisiológicos al ser ingeridos, tales como una reducción de la respuesta glicémica (4), una reducción de los niveles de colesterol sanguíneo (5,6), un aumento del peso de la excreta fecal (5), así como la fijación de iones metálicos (7). Estas cualidades de la fibra dietética han sido útiles en el tratamiento de algunas enfermedades como diabetes, enfermedades cardiovasculares, constipación y diverticulitis, a través de una ingesta adecuada de ella (8,9,10). Por tales razones se hace cada vez más necesario para nutricionistas, dietistas y médicos conocer el contenido de fibra de los alimentos, los que desafortunadamente no se encuentran disponibles en las tablas de composición de alimentos utilizadas actualmente en América Latina. Asimismo, la industria de alimentos ha demostrado interés en esta información para fines de formulación de productos y reclamos comerciales. Por otro lado, es bien conocido que las dietas habituales de las poblaciones en América Latina se basan en alimentos de origen vegetal, que son los vehículos de la fibra dietética.

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

* Científico, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Apartado Postal 188, Guatemala, C.A.

Los principales objetivos de este trabajo fueron por lo tanto: determinar el contenido de fibra dietética de los alimentos básicos crudos y procesados del área centroamericana y evaluar si el método enzimático utilizado para este fin puede ser aprovechado para obtener información acerca de la digestividad aparente del nitrógeno presente en los alimentos.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en 4 grupos de muestras: cereales, leguminosas, verduras y tubérculos.

Cereales

Muestras de harina de trigo procesadas en diferentes productos de panadería, se recolectaron en un supermercado de la ciudad de Guatemala, y representa los alimentos de harina de trigo de mayor consumo. Con respecto al arroz, este fue arroz pulido adquirido en supermercados. Una porción del arroz fue cocida en agua y luego deshidratada con aire a 60°C y molida. En el caso del maíz cuatro muestras del grano fueron procesados en tortillas en el hogar de una familia del área rural de Guatemala. Las muestras de maíz crudo fueron cocidos con hidróxido de calcio en agua por 55 a 60 minutos, luego se dejaron reposar por 12-14 horas para luego lavarlos y convertir el maíz nixtamalizado en masa con un molino de discos. Parte de la masa se convirtió en tortillas. Tanto la masa como la tortilla, fueron deshidratadas como se indicó anteriormente.

Leguminosas de Grano

Tres muestras de frijol de color negro, rojo y blanco fueron adquiridos en el mercado. Después de limpiarlo se sometió a cocción en autoclavea 16 lbs de presión por 20 minutos usando una proporción agua/frijol de 3 a 1. Después de separar el total en 3 porciones, una de ellas fue licuada agregándoles 25 ml de aceite vegetal/100g de frijol cocido. Una vez bien homogenizado el aceite en el frijol estos fueron calentados en una sartén durante 15 minutos para obtener la preparación frijoles colados, la tercera porción fue procesada igual que la segunda, sin embargo, se les agregó 50 ml de aceite/100g de frijol y se calentaron en la sartén por 30 minutos para obtener los frijoles volteados o refritos. Una vez procesados, las muestras fueron deshidratadas y molidas. Las dos muestras con el agregado de aceite fueron desgrasados con hexano antes del análisis por fibra dietética.

Verduras

Las muestras de verduras también fueron adquiridas en un mercado local, recolectándolos al azar de distintos proveedores. Dependiendo del estilo de venta, se obtuvieron por lo menos 6 unidades 0.5/kg de material fresco. Parte de las muestras crudas, se cortaron en trocitos de aproximadamente 0.5 cm², los cuales fueron deshidratados por 16 horas en un horno a 60°C y molidas a 60 mesh. El mismo procedimiento se aplicó

para preparar muestras cocidas, lo cual se hizo por cocción en agua y 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 fibra dietética con y sin cáscara, cruda y cocida. Con respecto a la yuca, a esta se le eliminó la cáscara y solo la parte comestible fue evaluada, tanto cruda como cida en agua caliente.

En el caso del plátano, luego de la eliminación de la cáscara, parte fue cocida y otra parte rodajada y frita en aceite. Una vez procesadas todas las muestras fueron deshidratadas y molidas para el análisis de humedad y fibra dietética.

Las determinaciones de fibra dietética soluble, insoluble y total fueron hechas siguiendo el método de Asp y colaboradores (13) utilizando un Fibertec E (Hoganas, Suecia). El contenido de nitrógeno de las muestras se determinó por el método de Kjeldahl, utilizando para esto 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 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:

$$\frac{(NFS + NFI) \times 100 - 100}{N \text{ muestras}}$$

El análisis tanto de cenizas como de humedad se llevó a cabo según el método de la AOAC (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los contenidos de fibra dietética (FD) de trigo y arroz y sus productos. Con respecto a los diferentes tipos de pan y galletas se encontró que en la mayoría de los casos poseen valores similares de FD. Entre estos el pan dulce y la galleta champurrada, son los alimentos de más bajo contenido en fibra dietética total. Como era de esperarse, el pan integral reportó un valor aproximadamente tres veces más alto que el pan elaborado con harina refinada de trigo. Con la excepción de la galleta, la fibra insoluble fue mayor que la soluble. El arroz cocido, por el contrario, reporta valores de 0.5% que son bastante menores que los del arroz crudo y de los valores en los productos de trigo. Los resultados en el maíz y en sus productos de procesamiento alcalino, la masa y la tortilla se presentan en el Cuadro 2. Los datos indican que la FDT disminuyó de maíz a masa para luego aumentar en la tortilla. Esto confirma resultados obtenidos por otros investigadores (15,16). Los valores más bajos en la masa posiblemente se deben en gran parte a la eliminación de la cáscara causada por el hidróxido de calcio y por el lavado posterior con agua. El aumento de FDT de masa a tortilla se debe con mucha probabilidad a las reacciones que puedan ocurrir entre proteína y carbohidratos al cocinar la masa en

el comal. Resultados similares se han indicado que ocurren en el proceso de horneado de la masa de harina de trigo al pan (11,12).

El Cuadro 3 muestra los contenidos de Fibra Dietética de las distintas preparaciones de Frijoles (*Phaseolus vulgaris*), más consumidos en Centroamérica. Los frijoles, tanto negros como los blancos y rojos, son los alimentos con el mayor contenido de FD de todos los analizados en este estudio. Llama la atención que a mayor procesamiento, mayor es su contenido de fibra, por lo que los frijoles volteados (refritos), de los tres tipos de frijol reportan los valores más altos. El incremento en DFT de frijol crudo a frijol frito es probable que ocurra en forma similar a lo ya indicado para el maíz a tortilla.

El contenido de FD de los vegetales más consumidos en el área centroamericana, se muestran en el Cuadro 4. Los datos muestran que su contenido en FD es muy similar entre ellos, cuando se considera en base fresca. De estos alimentos únicamente las arvejas y la zanahoria son los que reportan los mayores contenidos de fibra dietética en base natural.

Los tubérculos analizados se muestran en el Cuadro 5 donde se puede notar que la papa reporta los mayores contenidos de FD y como era de esperarse, la papa cocida con su cáscara, mostró un valor más alto en FD que aquélla sin cáscara.

En la mayoría de los casos en que se analizó la muestra cruda y cocida, se encontraron valores más altos en las cocidas que en las crudas.

Esto puede notarse con facilidad comparando los valores calculados en base seca. Este fenómeno no es tan evidente en base fresca debido a los diferentes contenidos de agua en los alimentos procesados. El aumento del contenido de compuestos no-digeribles reportado en las muestras procesadas, puede ser atribuido ya sea a una pérdida de sólidos del alimento hacia el agua de cocción, o bien a la formación de nuevos compuestos no-digeribles en el alimento, como resultado del procesamiento. Esta segunda posibilidad pareciera apoyarse en el hecho que todos aquellos alimentos fritos, es decir que fueron procesados con aceite y por ende a más altas temperaturas, reportan mayores contenidos de fibra dietética en comparación con los crudos y cocidos.

Los datos obtenidos para la digestibilidad in vitro de nitrógeno a través del método enzimático, son comparables a los reportados en la literatura, especialmente los que corresponden a los frijoles (17,18). En general, los valores de digestibilidad in vitro en este estudio, son menores que los obtenidos con animales de experimentación, lo cual, podría ser debido a que una parte de la fibra dietética es fermentada por la flora intestinal de los animales, lo que permitirían una mayor absorción del nitrógeno in vivo que la observada en los experimentos in vitro (19). Con respecto al maíz y sus productos de consumo, se nota un incremento en la digestibilidad in vitro de maíz crudo a tortilla, lo cual es difícil de explicar. Ortega y colaboradores (20) encontraron en digestibilidad in vitro con pepsina valores de 88, 82, 91 y 79 para maíz crudo, nixtamal, masa y tortillas respectivamente, los cuales son más elevados que los informados en este estudio. Por el contrario. Serna

Saldion y colaboradores (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. Estos datos indican la necesidad de refinar el método enzimático con pepsina, ya que el método de múltiples enzimas utilizado por esos autores dieron resultados similares a los de la rata. Por el contrario, en el frijol, productos con mayor procesamiento mostraron las menores digestibilidades in vitro. Resultados de digestibilidad de productos de frijol in vivo con humedad han demostrado este resultado (18). Con respecto a las verduras, la digestibilidad in vitro es relativamente alta con algunas excepciones, en particular en las verduras cocidas. Es interesante también que el nitrógeno presente en el plátano así como el presente en la yuca, parecieron no ser utilizables, ya que en algunos casos hasta un 100% del nitrógeno inicial de la muestra fue recuperado en las fracciones de la fibra dietética. Se puede concluir de los datos de digestibilidad in vitro que el enfoque sugerido en este documento puede ser válido. Sin embargo, sería necesario realizar algunos análisis de digestibilidad in vivo para confirmar la validez del enfoque. Lo cual, ya fue sugerido por Asp. et al (13). Por otro lado, se reconoce que la información presentada tiene varias limitaciones, que se podrán enmendar 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 es un factor importante en establecer el contenido de FD.

BIBLIOGRAFIA

- 1) TROWEL, H. 1976. Definition of dietary fiber and hypothesis that it is protective factor in certain diseases. Amer. J. Clin. Nutr. 29: 417-427.
- 2) TROWEL, M.C., D.A. T. SOUTHGATE, T.M.S. WULEVER, A.R. LEEDS, M.A. GASSVILL, D.J. A. JENKINS. 1976. Dietary Fiber redefined. Lancet 1; 967.
- 3) SELVENDRAN, R.R. 1984. The plant cell wall as a source of dietary fiber: chemistry and structure. Am. J. Clin. Nutr. 39: 320-337.
- 4) HALES, C.N. and RAUDLE, P.J. 1963. Effects of low carbohydrate diet and diabetes mellitus in plasma concentrations of glucose, non-esterified fatty acid and insulin, during oral glucose tolerance tests. Lancet 1: 790-794.
- 5) JENKINS, D.J. A.; REYNOLDS, D.; LEEDS, A. R. WALLER, A.L. and CUMMINGS, J.H. 1979. Hypocholesterolemic action of dietary fiber unrelated to fecal bulking effect. Amer. J. Clin. Nutr. 32:2430-2435.
- 6) JENKINS, O.J. A.; REYNOLDS, D.; SLAVIN, B.; LEEDS, A.R.; JENKINS, A. L. and JPSON E.M. 1980. Dietary fiber and blood lipids: Treatment of hypercholesterolemia with guar crisp bread. Amer. J. Clin. Nutr. 33:575-581.

- 7) RENDLEMAN, J. 1982. Cereal complexes: binding of zinc by bran and components of bran. *Cereal Chem.* 59:310-317.
- 8) HEATON, J.W. 1983. Dietary fibre in perspective human nutrition. *Clinical Nutr.* 37 C: 151-170.
- 9) TROWELL, H.C. 1972. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* 25:926-932.
- 10) ANDERSON, J.W. 1986. Fiber and Health: An overview. *Am. J. Gastrointerol.* 81:892.
- 11) BERRY, C.S. 1986. Resistant starch: Fermentation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amiestrytic enzymes during the determination of dietary fiber. *J. Cereal Sci.* 4:301.
- 12) RANHUTRA, G. and J. GELROTH. 1988. Soluble and Total Dietary Fiber in white Bread. *Cereal Chem.* 65: 155-156.
- 13) ASP, N.G., JOHANSSON, H. HALLMER, M. SILJESTROM. 1983. A rapid enzymatic method for assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agr. adn Food Chem.* 31: 476-482.
- 14) A.O.A.C. Official Methods of Analysis.
- 15) BRESSANI, R.V. BENAVIDES, E. ACEVEDO Y M.A. ORTIZ. Changes in Selected Nutrient content, protein and quality of normal and Quality. Protein Maize during tortilla preparation. (submitted to publication).
- 16) SERNA-SALDIVAR, S.U., D.A. KNUBE, L.W. ROONEY, T.D. TANKSLEY Jr. and A.M. SPROULE. 1988. Nutritional Value of Sorghum and Maize Tortillas. *Jour. Cereal Sci.* 7: 83-94, 1988.
- 17) BRAHAM, J.E.; BESSANI, R. 1985. Effect of bean broth on the nutritive value and digestibility of beans. *J.Sci. Food Agr.* 36:1028-1034.
- 18) NAVARRETE, D.A. and R. BRESSANI. 1981. Protein digestibility of common beans fed alone and with maize in adult humans using a short term nitrogen balance assay. *Amer. J. Clin. Nutr.* 34:1893-1898.
- 19) FLEMING, S.E.; HARTHIRESON, D.; and KUHRELEIN, H. 1983. Colonic function and fermentation in men consuming high fiber diets. *J. Nutr.* 113: 2535-2544.
- 20) ORTEGA, E.I., E. VILLEGAS and S.K. VASAL. 1986. A comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. *Cereal Chem.* 63: 446-451.

Cuadro 1. Contenido de Fibra Dietética y Digestibilidad de Nitrógeno de Cereales y Productos de Cereales Consumidos en Centroamérica g/100 g.

	%FI	%FS	%FDT		D in V %
			BS	BF	
Productos de Trigo					
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
Galleta champurrada	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
Arroz					
Arroz crudo	2.71	0.83	3.54	3.10	65.9
Arroz cocido	1.97	0.24	2.21	0.50	67.6

FI = Fibra Insoluble
 FS = Fibra Soluble
 FDT = Fibra Dietética Total
 BS = Base Seca
 BF = Base Fresca
 D in V = Digestibilidad In Vitro

Cuadro 2. Fibra Dietética en Míaz Crudo, Masa de Míaz y Tornillas de Maíz.

Variedad	FI	FS	FBF	TBS	D In V
Sta Apolonia Crudo	13.03	0.89	12.31	13.92	50.1
Masa	5.12	1.80	6.29	6.92	55.7
Tortilla	7.72	2.30	9.18	10.02	74.2
Xetzac Crudo	14.65	1.20	13.87	15.85	49.4
Masa	6.28	2.17	7.59	8.45	53.6
Tortilla	5.95	2.11	7.19	8.06	65.6
Costeño Crudo	13.63	N.D.	11.95	13.63	44.2
Masa	9.17	N.D.	8.27	9.17	53.4
Tortilla	8.28	1.17	8.70	9.45	57.3
Azotea Crudo	10.91	0.89	10.60	11.80	45.8
Masa	4.72	1.29	5.50	6.01	53.6
Tortilla	6.23	1.39	6.88	7.62	55.9

N.D. = No Detectado
 FI = Fibra Insoluble
 FS = Fibra Soluble
 FBF = Fibra Base Fresca
 TBS = Total Base Seca
 D In V = Digestibilidad In Vitro.

Cuadro 3. Contenido de Fibra Dietética y Digestibilidad de Nitrógeno de Frijoles y sus Preparaciones Consumidas en Centroamérica g/100 g.

Muestra	%FI	%FS	%FDT		D in V%
			BS	BF	
Frijol Blanco cocido	20.51	4.14	24.65	22.26	69.9
Frijol Blanco colado	24.68	3.14	27.82	25.37	50.5
Frijol Blanco Refrito	24.72	2.57	27.29	24.36	37.8
Frijol Rojo cocido	22.87	3.08	25.95	23.42	64.5
Frijol Rojo colado	27.18	2.88	30.06	27.39	48.4
Frijol Rojo Refrito	28.12	3.27	31.39	28.81	36.1
Frijol Negro cocido	22.64	4.13	26.77	24.06	64.9
Frijol Negro Colado	25.41	2.18	27.59	25.01	34.3
Frijol Negro Refrito	27.73	2.48	30.21	27.59	44.3

FI = Fibra Insoluble
 FS = Fibra Soluble
 FDT = Fibra Dietética Total
 BS = Base Seca
 BF = Base Fresca
 D In V = Digestibilidad In Vitrio

Cuadro 4. Contenido de Fibra Dietética y Digestibilidad de Nitrógeno de Alimentos Consumidos en Centroamérica g/100 g.

Muestra	%FI	%FS	%FDT		D In V%	
			BS	BF		
Rebano crudo (<i>Raphanu sativus</i>)	23.32	1.41	24.73	1.51	73.7	
Rabano 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> var. Capita)	23.01	1.81	24.81	2.61	95.9	
Repollo cocido	40.97	12.16	53.13	2.16	84.8	
Brocoli crudo (<i>Brassica oleracea</i> var. Botritis)	26.52	2.24	28.76	3.31	80.6	
Brocoli 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	42.25	2.98	58.7	
Berro crudo (<i>Nastiurtum 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	
Chipilin cocido (<i>Crotalaria longirostrata</i>)	32.61	2.44	35.05	3.24	71.2	
Acelga cocida (<i>Beta vulgaris</i> var. Cicla)	38.46	6.37	44.83	2.29	62.1	
Arveja cruda (<i>Pisum sativum</i>)	19.92	2.29	22.91	5.49	90.2	
Arveja cocida	29.58	3.33	32.91	5.38	71.6	
Arveja china cruda	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	

Cuadro 5. Contenido de Fibra Diética y Digestibilidad de Nitrógeno de Alimentos Consumidos en Centroamérica g/100 g.

	%FI	%FS BS	%FDT BF	D In V%	
Papa cruda con cáscara (<i>Solanum tuberosum</i>)	6.52	1.22	7.74	1.63	70.6
Papa cruda sin cáscara	5.56	2.44	11.49	2.86	75.2
Papa cocida con cáscara	9.05	1.68	7.24	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 (<i>Musa paradisiaca</i>)	6.11	1.89	7.99	1.74	---
Plátano cocido	6.12	2.51	8.63	1.31	---
Plátano frito	6.55	2.28	8.83	2.05	---

EFFECTO DE LA CASCARA SOBRE EL MECANISMO DE ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*)

L.F. de León*, R. Bressani y L.G. Elías

INTRODUCCION

El presente trabajo fue realizado con el objeto de determinar el papel que juega la cáscara sobre el mecanismo de endurecimiento del frijol y establecer los cambios físicos y químicos ocurridos tanto en el frijol con cáscara, como en el cotiledón y en la cáscara propiamente dicha, durante el almacenamiento. Con esto se pretende contribuir a aclarar el problema de endurecimiento del frijol, para posteriormente buscar mecanismos para tratar de resolver dicho problema.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

* Científico, División Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.