

Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales

Elba Sangronis¹ y María Alejandra Rebolledo²

Universidad Simón Bolívar - Caracas, Venezuela

RESUMEN. En este estudio se determinó fibra dietética total (FDT), soluble (FDS) e insoluble (FDI) en cereales y productos derivados de su procesamiento así como también en productos comerciales a base de cereales, que se encuentran en el mercado nacional y que son promocionados como fuente de fibra. Se empleó el método enzimático-gravimétrico de Prosky. Los resultados se expresaron como g/100g de producto. Se encontraron valores de FDT para cereales y productos derivados de su procesamiento en un rango de 1.18% y 89.10%, constituyendo los extremos el arroz pulido y el afrecho de maíz, respectivamente. Para los productos comerciales, el rango varió entre 3.73% para las galletas de arroz integral y ajonjolí y 34.96% para el cereal de desayuno All Bran. La FDI siempre dio valores mayores que la FDS. Basado en este hecho, se hizo una comparación entre los valores de FDI y los de Fibra Detergente Neutro (FDN) presentados en la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela y en la literatura, encontrándose que la FDI siempre da valores mayores que la FDN y los coeficientes de correlación (r) estadísticamente significativos a una $P < 0.05$ fueron 0.096 para los cereales y productos derivados de su procesamiento y 0.91 para los productos comerciales a base de cereales promovidos como fuente de fibra.

SUMMARY. Soluble and insoluble dietary fiber in cereals and processing by-products and commercial cereal products. In the following study, dietary fiber, insoluble (IDF), soluble (SDF) and total (TDF) were determined in cereals and by-products and in commercial cereals products which are found in the national market and promoted as a source of fiber. The Prosky's enzymatic-gravimetric method was used. Results were expressed as g/100g wet basis. Total dietary fiber in cereals and by-products showed a range from 1.18% (poshed rice) to 89.10% (corn bran). For the commercial cereal products, the TDF values varied from 3.73% (rice-sesame cookies) to 34.96% (Breakfast cereal named All Bran). The FDI values always were greater than the SDF values. Based on this fact, FDI values were compared with NDF (Neutral Detergent Fiber) values reported in the scientific literature and in the Venezuelan Food Composition Tables using a regression analysis. FDI values were always greater than NDF values and the correlation factor (r) was high and statistical significance to $P < 0.05$ for both food groups in study.

INTRODUCCION

La presencia de fibra dietética en los alimentos es de gran interés para los científicos que trabajan en el área de la salud y la nutrición, ya que se han reportado numerosos estudios epidemiológicos que relacionan el papel de la fibra en la dieta con desórdenes orgánicos, tales como: estreñimiento,

diverticulitis, cáncer de colon, obesidad, problemas cardiovasculares y diabetes. (1)

El término fibra dietética agrupa diversos componentes asociados con la pared celular de las plantas, y se puede expresar en forma de fibra dietética total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS), cuando se emplee alguno de los métodos enzimático-gravimétrico desarrollados, entre los cuales se encuentra el método oficial AOAC (2) (3).

La importancia de informar sobre el contenido de estas fracciones radica en el hecho de que los componentes asociados a cada una de ellas se le ha atribuido diferentes efectos fisiológicos y distintas propiedades físico-químicas; por lo tanto, es imperiosa la necesidad de disponer de esta informa-

1 Profesor Agregado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.
2 Biología, Estudiante del Postgrado de Maestría en Ciencia de los Alimentos, Universidad Simón Bolívar.

ción para ser usada por los profesionales del área de la salud quienes hacen recomendaciones dietéticas de ingesta de fibra a fin de prevenir o mejorar algún trastorno fisiológico.

Adicionalmente, existe la necesidad de mejorar la información existente en las Tablas de Composición de Alimentos de América Latina, que en la mayoría de los casos contienen sólo valores de fibra cruda. En el caso particular de Venezuela, en la revisión más actualizada de la Tabla de Composición de Alimentos (4) aparecen únicamente valores de fibra insoluble (Fibra Detergente Neutro o FDN).

En este trabajo, el objetivo fue determinar FDT, FDI y FDS en cereales y en productos derivados de su procesamiento, que son empleados adicionalmente como ingredientes de una serie de alimentos industrializados, los cuales están en el mercado y son promocionados como fuente de fibra.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo con tres tipos de muestras cereales y productos derivados de su procesamiento y alimentos elaborados a base de cereales y promocionados como fuente de fibra.

Los cereales y los productos derivados de su procesamiento fueron en casi todos los casos donados por las siguientes empresas según fuera el cereal a analizar: REMAVENCA (maíz), Arrocera Las Mercedes (arroz) y Mocama (trigo). El resto de las muestras se adquirieron en supermercados del área capitalina. Se analizaron dos muestras de cada producto, tomadas en fechas distintas en un período de seis meses. Se reportan los valores promedios.

En todas las muestras analizadas se molió completamente el contenido del envase a una granulometría de 0.5 mm empleando un molino Arthur Thomas modelo 547-A. Seguidamente, se les determinó humedad a 70°C y 25 mm Hg. Aquellas muestras como la granola y el germen de maíz, cuyo contenido de grasa era mayor del 10%, fueron desgrasadas previamente con hexano en un aparato Soxhlet.

En el residuo seco, se procedió a hacer la determinación de fibra dietética insoluble (FDI) y soluble (FDS) empleando el método oficial AOAC (2) (3). La fibra dietética total (FDT) se calculó mediante la suma de los valores experimentales de FDI y FDS. Para la hidrólisis enzimática, se emplearon una α -amilasa termoestable, una proteasa y una amiloglicosidasa (Sigma Co., St. Louis, Mo.). Para la filtración, se usaron crisoles Pyrex de porosidad #2-C (ASTM 40-60) y celite libre de cenizas como ayudante de filtración. La determinación de proteínas de las muestras se hizo por Kjeldahl y la de cenizas por incineración en la mufla a 50°C. Los análisis se realizaron por duplicado para cada una de las muestras en estudio.

Los datos experimentales de Fibra Dietética Insoluble (FDI) fueron comparados y correlacionados estadísticamente con los datos de Fibra Detergente Neutro (FDN) publicados en la literatura usando Análisis de Regresión Lineal para un nivel de significancia de 0.05 (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se presenta el contenido de fibra en diferentes cereales y productos derivados de su procesamiento, los cuales contienen un porcentaje de FDT que varía entre 1.18% y 89.10% (base húmeda). El afrecho de maíz fue el producto con mayor contenido en FDT (89.10%), valor parecido al publicado por Anderson & Bridges (6) que fue de 85.19%. Resalta el alto valor del afrecho de trigo (44.36%), valor similar a lo publicado por Mongeau & Brassard (7) (48.4%) y Prosky, Asp, Schweizer y De Vries (3) (41.52%). También es importante destacar el valor elevado del afrecho de arroz, destinado a alimentación humana, con un excelente potencial no sólo como fuente de minerales y vitaminas (8) sino también como fuente de fibra (9). Además, cabe señalar en esta tabla, el predominio marcado de FDI sobre la FDS en los cereales y productos de la molienda, excepto en el caso de la cebada perlada en la que se obtuvo una relación aproximada de 2:1, lo cual permite considerarla como una buena fuente de fibra tanto insoluble como soluble. Para el arroz pulido también se encontró la misma relación pero con valores muy bajos por lo que no puede considerarse fuente de fibra. Prosky, Asp, Schweizer y De Vries (3) encontraron valores de 0.75% (FDI) y 0.19% (FDS), siendo la relación FDI:FDS de 4:1.

Con respecto a la avena en hojuelas, la relación FDI:FDS fue 1:4, igual a lo encontrado por Pak, Ayala, Vera, Pennacchiotti y Araya (10) para la variedad *Pony Baer* pero diferente a la variedad *Eva Baer*, cuya relación fue 1:2. En el trabajo de Prosky, Asp, Schweizer y De Vries (3), la relación fue de 1:1. El contenido de FDT para la avena en hojuelas (14.84%), fue mayor a lo presentado en otros trabajos previos: 11.7% (10), 7.1% (9) y 11.3% (3). Para el afrecho de avena, el valor obtenido de FDT de 18.96% fue comparable al señalado por Kahlon, Saunders, Chow, Chiu y Betschart (11) que es de 18.60%.

En la Tabla 2, se presentan valores de humedad, FDI, FDS y FDT de productos comerciales elaborados a base de cereales integrales o que llevan en su formulación productos de procesamiento de los cereales como aporte de fibra, circunstancia ésta que es usada para promocionarlos como fuente de ella. Se puede observar que los valores varían entre 3.73% para las galletas de arroz integral y ajonjolí y 34.98% para el cereal de desayuno All Bran. Este último valor es algo mayor al reportado por Frolich & Hestangen (30.74%) (12), como era de esperarse, los valores más altos corresponden a los cereales de desayuno elaborados con cereales integrales y otros ingredientes como pasas, almendras y maní (Ver Tabla 3), los cuales aumentan su aporte de fibra dietética total. Además, destacan los altos valores de FDT de la granola (11,31%) y de la cotufa (10.04%). El mañoco y el casabe son productos a base de yuca, por lo cual pareció interesante determinar su contenido de FDT (8.19% y 4.00%, respectivamente) por tratarse de alimentos sustitutivos de productos a base de cereales (4).

TABLE 1
HUMEDAD Y FIBRA DIETETICA INSOLUBLE (FDI), SOLUBLE (FDS) Y TOTAL (FDT) DE
CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS DE SU PROCESAMIENTO

Producto	Humedad	g/100 g de producto		
		FDI	FDS	FDT
Arroz integral	12.20	5.20	0.83	6.03
Arroz pulido	10.60	0.79	0.39	1.18
Afrecho de arroz	8.80	26.66	2.28	28.94
Harina precocida de arroz	11.40	2.59	1.09	3.68
Avena en hojuelas	7.90	11.36	3.12	14.48
Afrecho de avena	3.80	16.11	2.85	18.96
Harina de avena	8.20	3.59	0.64	4.23
Maíz amarillo integral	11.35	17.65	1.84	19.49
Maíz amarillo pilado	11.95	6.73	0.82	7.55
Maíz blanco pilado	12.20	3.93	0.53	4.46
Harina precocida maíz blanco	10.10	1.77	0.65	2.42
Harina precocida maíz amarillo	11.25	3.24	0.88	4.12
Germen desgrasado de maíz	11.40	31.83	4.46	36.29
Afrecho de maíz	3.75	67.23	21.87	89.10
Harina trigo (74% Extracción)	10.10	2.02	0.19	2.21
Harina de trigo integral	12.00	19.31	0.10	19.41
Germen tostado de trigo	5.80	8.83	2.76	12.59
Afrecho de trigo	10.80	41.49	2.87	44.36
Cebada perlada	9.50	5.77	2.74	8.51
Harina de cebada	8.15	3.59	0.97	4.56

TABLE 2
HUMEDAD Y FIBRA DIETETICA INSOLUBLE (FDI), SOLUBLE (FDS) Y TOTAL (FDT) DE
PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE CEREALES

Producto	Humedad	g/100 g de producto		
		FDI	FDS	FDT
Galletas de arroz y ajonjolí	8.35	2.30	0.93	3.73
Galletas de avena	3.50	4.19	0.23	4.42
Galletas integrales dulces	2.10	4.88	1.07	5.95
Galletas integrales saladas	3.03	4.61	0.32	4.93
Pan integral	36.57	4.90	0.09	4.99
Pasta integral	8.80	5.41	1.53	6.94
Maíz Bran	10.80	8.55	0.11	8.66
Casabe	11.70	3.39	0.70	4.09
Mañoco	9.40	5.78	2.40	8.18
Cotufa	7.90	6.60	3.44	10.04
Arepa ligera	11.30	14.94	0.12	5.06
Granola	5.50	10.30	0.83	11.13
Corn flakes	5.70	0.69	0.39	1.08
Bran flakes	4.60	15.43	0.69	16.12
Raisin bran	7.60	12.63	0.75	13.83
Oat squares	7.90	8.04	0.60	8.64
All bran	4.00	34.17	0.79	34.96
Top form	5.30	3.86	1.27	5.13
Choco musli	6.25	3.38	0.88	4.26
Doble fibra	10.85	4.61	1.50	6.11

TABLA 3
INGREDIENTES DE ALGUNOS PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE
CEREALES Y PROMOVIDOS COMO FUENTE DE FIBRA

Producto	Ingredientes
Pan integral	Harina integral de trigo y manteca vegetal.
Pastas integrales	Harina de trigo integral y sémola.
Galletas integrales saladas	harina de trigo integral o afrecho de trigo, harina de trigo, malta, manteca vegetal, levadura y sal.
Galletas integrales dulces	Harina de trigo, harina de trigo integral, harina de maíz o arroz, azúcar, miel, manteca vegetal, jarabe de maíz, suero de leche, sal y leudantes.
Galletas de arroz y ajonjolí	Galletas crujientes de arroz integral y ajonjolí.
Galletas de avena	Harina de trigo, avena, huevos, azúcar y leudantes.
Granola	Avena, germen de trigo, afrecho de trigo, almendras, aceite de coco y suero de leche, mezclado con ayuda de melaza y horneados por pocos minutos.
Arepa ligera	Harina precocida de maíz blanco, afrecho y germen de trigo.
Mañoco	Torta de harina fermentada de yuca. Alimento indígena.
Casabe	Pan redondo, plano y delgado de harina de yuca.
Top form	Cereal de desayuno a base de maíz, avena, arroz, malta y melaza.
Choco musli	Cereal de desayuno a base de maíz, avena, arroz, frutas y chocolate.
All Bran	Cereal de desayuno a base de afrecho de trigo, jarabe de maíz, malta y sal.
Corn flakes	Cereal de desayuno a base de hojuelas de maíz, malta, sal y jarabe de maíz.
Oat squares	Cereal de desayuno a base de harina integral de avena y trigo, malta, melaza, sal.
Bran flakes	Cereal de desayuno a base de harina y afrecho de trigo, jarabe de maíz, malta, sal, azúcar.
Raisin Bran	Cereal de desayuno a base de afrecho de trigo, jarabe de maíz, pasas, azúcar, sal.
Doble fibra	Cereal mixto de avena, maíz y afrecho de trigo.
Maíz bran	Harina precocida de maíz blanco, afrecho de trigo y fibra de soya.

En la Tabla 4, se muestra una comparación entre los datos de FDI por el método de Prosky (2) (3) y los de la Tabla de Composición de Alimentos publicada por INN (4) y otros publicados por Mongeau & Brassard (7) y Barber, Barber & Llacer, 1982 (13), los cuales son valores de fibra insoluble determinados por el método de Fibra Detergente Neutro (FDN) (14) para cereales y productos derivados de su procesamiento. Se pudo observar que en todo los casos el valor reportado como FDN es siempre menor que el encontrado como FDI. Al tratar de averiguar la posible correlación entre las dos metodologías, se encontró un alto valor de $r=0.98$, estadísticamente significativo a una $P<0.05$ y cuya recta de regresión es $Y=1.06X+4.03$ (Ver Figura 1).

TABLA 4
COMPARACION ENTRE FIBRA DIETETICA
INSOLUBLE (FDI) Y FIBRA
DETERGENTE NEUTRO (FDN) DE CEREALES Y
PRODUCTOS DERIVADOS DE SU PROCESAMIENTO

Producto	g/100g de alimento	
	FDI	FDN
Arroz integral	5.20	4.40 ¹
Arroz pulido	1.30	1.20 ¹
Afrecho de arroz	26.70	15.50 ¹
Avena de hojuelas	11.40	5.60 ¹
Afrecho de avena	16.10	4.50 ¹
Germen de maíz	31.80	22.30 ²
Afrecho de maíz	67.20	62.70 ²
Harina de trigo (74% extracción)	2.00	1.97 ³
Harina de trigo integral	19.30	12.80 ³
Germen tostado de trigo	8.80	7.40 ³
Afrecho de trigo	41.50	35.00 ³
Cebada perlada	5.80	5.00 ¹

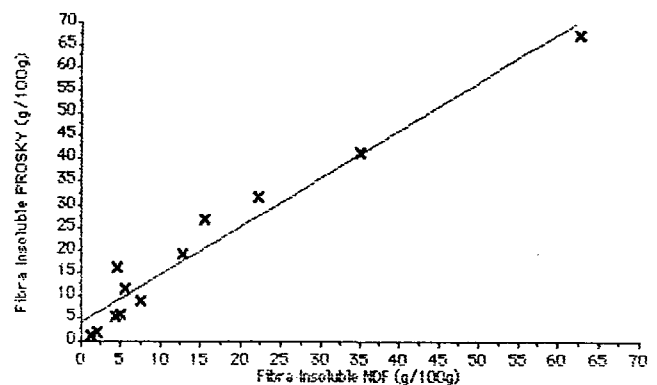
1 INN (1991)

2 Mongeau & Brassard (1982)

3 Barber, Barber & Llacer (1982)

FIGURA 1
Regresión lineal entre valores de fibra detergente
neutro (FDN) y fibra dietética insoluble (FDI)
de cereales y productos derivados
del procesamiento de cereales

$$Y = 1.06X + 4.03 \quad r = 0.98 \quad (p < 0.05)$$



En la Tabla 5, se presentan los valores de FDI determinados por el método de Prosky (2) (3) comparados con los de FDN presentados en INN (4) y Baker y Holden (15) para productos comerciales a base de cereales. Se observó que todas las muestras analizadas, a excepción de las galletas de arroz integral y ajonjolí y la cotufa, el valor de FDI es mayor que el valor de FDN. A pesar de ello, el valor de la correlación fue alto ($r=0.91$) y estadísticamente significativo a una $P<0.05$, cuya recta de regresión es $Y=1.13X+0.80$ (Ver Figura 2). De aquí, se puede concluir que aunque la determinación de FDN subestima los valores de fibra insoluble, a mayor valor de FDN, mayor valor de FDI determinado según la metodología oficial.

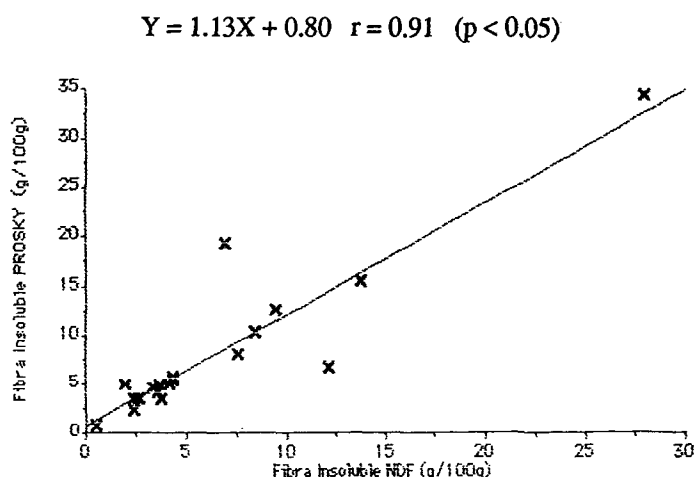
Los resultados presentados en este trabajo permitirán tener una información más completa sobre el aporte de fibra dietética total, insoluble y soluble de cereales y productos elaborados a base de ellos, con el fin de poder ser utilizados en la planificación de las dietas.

TABLA 5
COMPARACION ENTRE FIBRA DIETETICA INSOLUBLE (FDI) Y FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN) DE PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE CEREALES

Producto	g/100g de alimento	
	FDI	FDN
Galletas de arroz y ajonjolí	2.30	2.40 ¹
Galletas de avena	4.20	3.50 ¹
Galletas integrales dulces	4.90	1.90 ¹
Galletas integrales saladas	4.60	3.30 ¹
Pan integral	4.90	3.60 ¹
Pasta integral	5.40	4.30 ¹
Casabe	3.40	3.70 ¹
Mañoco	5.80	4.30 ¹
Cotufa	6.60	12.10 ¹
Arepa ligera	4.90	4.10 ¹
Granola	10.30	8.40 ²
Corn flakes	0.70	0.50 ²
Bran flakes	15.40	13.70 ²
Raisin bran	12.60	9.40 ²
Oat squares	8.00	7.60 ²
All bran	34.20	28.00 ²
Top form	3.86	2.62 ¹
Choco musli	3.38	2.36 ¹

1 INN (191)
2 Baker & Holden (1981)

FIGURA 2
Regresión lineal entre valores de fibra detergente neutro (FDN) y fibra dietética insoluble (FDI) de productos comerciales a base de cereales, promocionados como fuente de fibra



REFERENCIAS

- Roth, H.P. & Nehlman, M.A. The role of dietary fiber in health. *Am J Clin Nutr.* 31:1-290, 1978.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemistry. *Official Methods of Analysis 15th ed.* Washington, D.C. The Association. 1988.
- Prosky L., Asp N., Schweizer T & J. DeVries. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J Assoc. Anal Chem* 7:1017-1023, 1988.
- I.N.N. Instituto Nacional de Nutrición. *Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico.* Publicación Nº 47. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela, 1991.
- Steel, R.G & J Torrie. *Bioestadística: Principios y procedimientos.* Primer edición Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia 1985.
- Anderson, J & S. Bridges. Dietary fiber content of selected foods. *Am J Clin Nutr* 47:440-447, 1988.
- Mongeau, R. & R. Brassard. A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber: comparison with AOAC total dietary procedure and Englyst's method. *J Food Sci* 51(5):1333-1336, 1986.
- Barber, S & C.B. de Barber. Rice Production and Utilization. Ch 12, in «Rice Bran: Chemistry and Technology». The AVI Publ. Company., Inc. Westport, U.S.A. 1980.
- Sangronis, E. y M. Sancio. Desarrollo y caracterización de galletas dulces a base de salvado de arroz. *Acta Científica Venezolana* 41(3):199-202, 1991.
- Pak, N., Ayala, C., Vera, G. Pennacchiotti, I, y H. Araya. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. *Arch. Latin Nutr* 40:440-451. 1990.
- Kahlon T.S., Saunders R.M.; Chow F.I., Chiu M.M. & A.A. Berschart. Influence of rice bran, oat bran and wheat bran on cholesterol and triglycerides in hamster. *Cereal chem* 67:439-442, 1990.
- Frolich W. & B. Nestaugen. Dietary fiber content of different cereal products in Norway. *Cereal Chem* 60:82-83, 1983.
- Barber S., Barber C.B. y M.J.D. Llacer. Componentes de la fibra dietética en trigo, harina y salvado. *Rev. Agroquim. Tecnol Aliment.* 22(3):431-440, 1982.
- A.A.C.C. American Association of Cereal Chemists. *Laboratory Methods INC.* St Paul, Minnesota. 1982.
- Baker D. & J M Holdern. Fiber in breakfast cereals. *J Food Sci.* 46:396-398, 1981.

Recibido: 02-10-1992
Aceptado: 05-04-1993