

Aspectos fisiológicos y nutricionales de la fibra dietética

Mercedes Schnell

Desde los estudios de Mc Cance y Lawrence (1) se propone que los carbohidratos en los alimentos están constituidos por dos fracciones, la disponible y la no disponible, dependiendo de si son digeridos y absorbidos en el intestino humano. En el mismo trabajo se sugiere que la fracción no disponible forma parte de la pared celular de los vegetales. Posteriormente Cleave (2) y Cleave y Campbell (3) entre otros, describen que en los países subdesarrollados hay una baja incidencia de algunas enfermedades como la diabetes. Sin embargo, es en 1971 cuando Painter y Burkitt (4) presentan la evidencia experimental que hace posible proponer que la remoción de la fibra dietética de los alimentos es la responsable de la aparición de estas enfermedades, de lo cual se desprende que su presencia en el alimento es protectora. Originalmente se definió a la fibra dietética, de acuerdo a Trowell, como aquella porción del alimento, derivada de la pared celular de las plantas, que no es digerida por el humano. Posteriormente el mismo autor (5) modifica su definición para incluir otros compuestos y hoy en día, aún se considera que fibra dietética es la suma de la lignina y los polisacáridos de origen vegetal no digeridos por las secreciones endógenas del tracto digestivo humano. Es decir que la fibra dietética es un carbohidrato que está presente en el alimento pero que no es utilizado de la misma forma que los carbohidratos digeribles. Es evidente que se trata de un conjunto de compuestos de naturaleza variada con características fisicoquímicas diferentes. Esto explica que alimentos con un contenido similar de fibra dietética produzcan diferentes efectos fisiológicos. Muchos estudios relacionan la presencia de fibra dietética en los alimentos con la respuesta glicémica que provocan, se resumen los más clásicos.

I- Efectos fisiológicos de la fibra dietética.

1- Experimentos donde se practican Curvas de Tolerancia Glucosada en presencia de fibra dietética.

a- Estudios agudos con fibras purificadas.

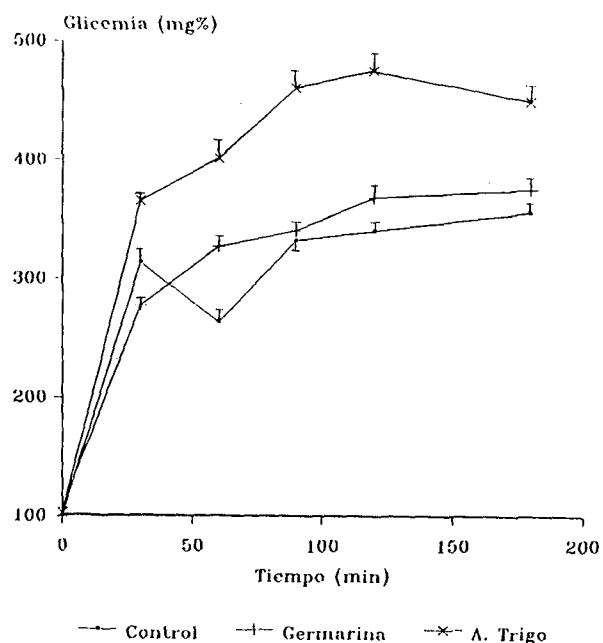
Diversos estudios demuestran, en pacientes diabéticos y sujetos sanos, que al practicar curvas de tolerancia glucosada utilizando soluciones que contengan fibra dietética del tipo insoluble (6) o soluble (7, 8, 9, 10) se produce un aumento menor de los niveles de glucosa e insulina plasmática que cuando se hace una curva de tolerancia glucosada control. Hoy en día se acepta que la presencia de fibra dietética del tipo soluble en la solución de glucosa disminuye la respuesta glicémica e insulínica tanto en animales (11, 12) como en sujetos sanos (13) y pacientes diabéticos.

b- Estudios crónicos con fibras purificadas.

i- Efecto de la fibra dietética insoluble.

El uso por tiempo prolongado de fuentes de fibra dietética como suplemento de la dieta está bien estudiado. Uno de los trabajos más citados es el de Brodrib de 1976 (14), donde se demuestra que la administración de afrecho de trigo, durante seis meses, a treinta y siete pacientes con enfermedad diverticular no sólo mejoró la función intestinal sino que disminuyó significativamente el pico glicémico que se obtiene postprandialmente. Los estudios de Muñoz y colaboradores (15) confirman, en voluntarios, que la ingestión de fibra dietética en forma de afrechos de trigo, maíz o soya, durante 30 días, mejora las curvas de tolerancia glucosada. Otros autores reportan que la presencia de este tipo de fibra no provoca modificaciones en la curva de tolerancia glucosada practicada a humanos o animales. Nuestros resultados muestran, en ratas, que la administración de una solución glucosada suplementada con afrecho de trigo provoca un aumento significativo en los niveles plasmáticos de glicemia (Grafico 1).

GRAFICO 1
Efecto agudo de la suplementación sobre la curva de tolerancia glucosada

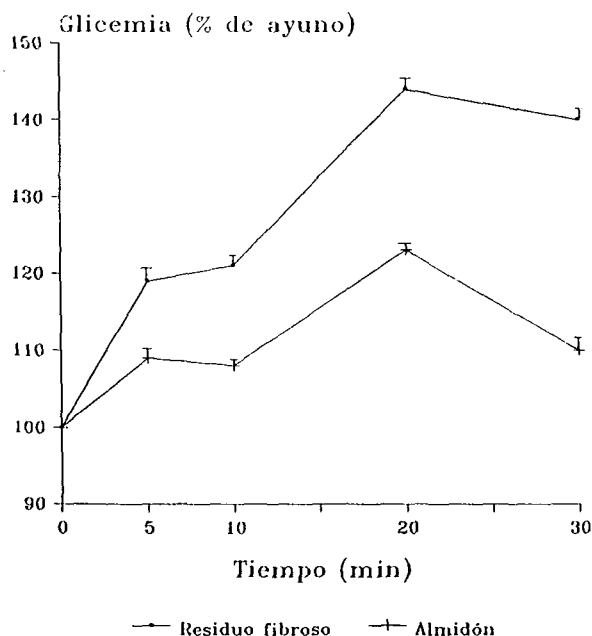


Los resultados son el promedio de 10 animales

Resultados similares han sido reportados por Cameron-Smith y colaboradores quienes obtienen un aumento significativo de los valores de la curva de tolerancia cuando la solución de glucosa se

suplementa con afrecho de trigo (11). Las diferencias entre los diversos laboratorios es probable que sean debidas tanto al tipo de cereal utilizado tal como lo proponen Judd y Truswell (16). Los autores sugieren que la variedad y madurez de la planta utilizada modifica la composición de la fibra dietética que la constituye. Otra explicación posible es que el procedimiento utilizado para la obtención de la fibra dietética en estudio sea responsable de las diferencias encontradas en distintos estudios. «In vivo» demostramos que al colocar una suspensión de residuo fibroso de *Phaseolus vulgaris* en asas intestinales de ratas los valores de glicemia eran mayores que los que se encontraban cuando se colocaba la cantidad de almidón equivalente al contenido en el residuo utilizado (Gráfico 2). Esto sugiere que el almidón contaminante del residuo presentaba una tasa de digestibilidad aparente mayor que la del almidón aislado de la harina preparada con la semilla precocida (17, 18). Tovar y colaboradores demuestran que cuando se administra harina de *Phaseolus vulgaris*, a ratas, el 60% del almidón que aparece en heces está constituido por amilosa retrogradada lo cual implica la presencia de almidón resistente (19).

GRAFICO 2
Phaseolus vulgaris y curva de tolerancia glucosada



Los valores son la media de 10 animales

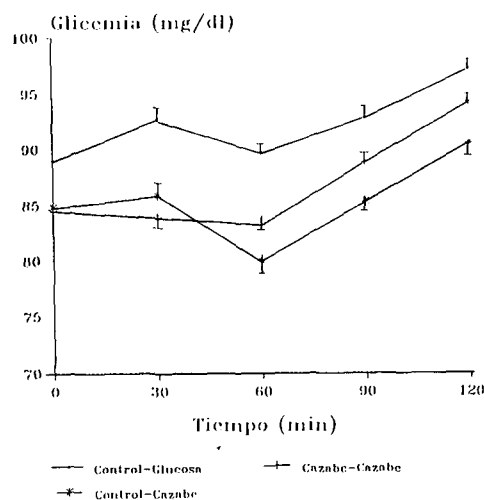
ii- Efecto crónico de la administración de fibra dietética soluble.

En pacientes diabéticos, se ha demostrado (20) que la administración de dietas ricas en fibra soluble durante diez días aplana la respuesta glicémica. Más recientemente, los trabajos de Jenkins y sus colaboradores (9, 10) demuestran que la administración, a pacientes diabéticos, durante veinte y seis días consecutivos de un pan que contenía 10 y 15% de goma guar disminuye tanto la glucosuria como el requerimiento insulínico. Hasta hoy en día se ha utilizado este pan y se ha demostrado que hay buena tolerancia y que no se producen trastornos en el metabolismo mineral de estos pacientes.

2- Efecto de la ingestión de alimentos ricos en fibra dietética sobre la absorción de glucosa.

Entre los trabajos clásicos donde se utilizan alimentos de uso común está el de Cohen (21) y el de Kiem y colaboradores (22) además de los múltiples trabajos de Anderson practicados en pacientes diabéticos (23, 24, 25). En estas publicaciones se demuestra una mejoría clínica y bioquímica importante de los pacientes. Los estudios de Anderson utilizaron dietas ricas en carbohidratos y pobres en grasas. Los glúcidos aportaban el 70% de la energía total de la dieta y los lípidos el 11%. Además, estas dietas contenían 40 gr de fibra dietética por cada 1000 Kcal. Los resultados demuestran que su uso crónico disminuye el requerimiento insulínico de los pacientes diabéticos delgados. Aun más, en un 60% de los pacientes la insulina fue descontinuada. Los estudios de Simpson y colaboradores (26) practicados en pacientes ambulatorios y los de Rivellesse y sus colegas (27), practicados en pacientes diabéticos mantenidos en salas metabólicas, corroboraron los resultados de Anderson. Por su parte Kay y colaboradores (28), demostraron que en diabéticos ancianos se producía el mismo efecto al administrar estas dietas. Recientemente Mani y colaboradores (29) estudiaron el efecto de la administración de alimentos de uso habitual en la India sobre la absorción de glucosa y también demuestran que el índice glicémico de estos alimentos varía de acuerdo al tipo de procesamiento utilizado en su preparación. En Venezuela y algunos países del Caribe se utiliza como sustituto del pan el cazabe que es un alimento fabricado con la yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz). Estudiamos un tipo de cazabe, proveniente de la región oriental de país, que es rico en almidón (77%) y contiene fibra dietética tanto soluble (3,4%) como insoluble (4,4%). Los resultados, en ratas, demuestran que la presencia de cazabe en la solución de glucosa a pesar de aumentar el contenido total de carbohidratos no provoca un aumento significativo en los valores de la curva de tolerancia glucosada (30). Más aún, su administración crónica sumada a la administración aguda también aplana la respuesta glicémica en estos animales (Gráfico 3).

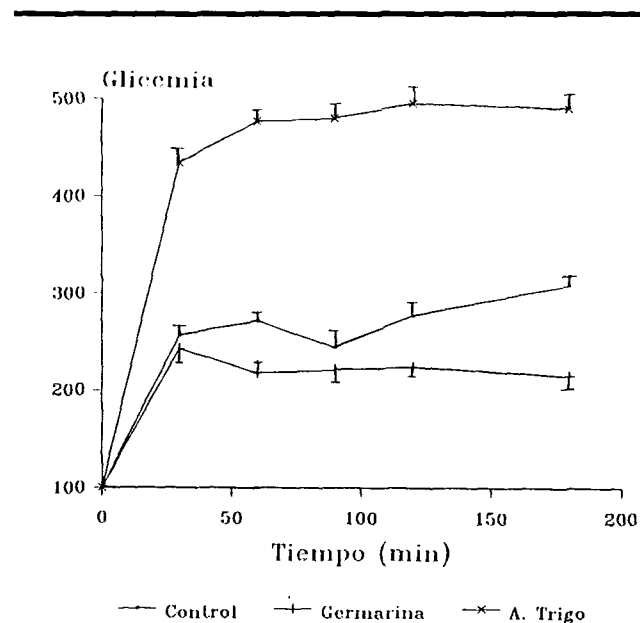
GRAFICO 3
Efecto del cazabe sobre la curva de tolerancia glucosada



Los valores son la media de 10 animales

Esta disminución, aunque no alcanza significación estadística, se hace importante si se toma en cuenta que cuando la solución de prueba contiene cañabe aumenta su contenido de almidón. Los resultados implican que este alimento debe ser estudiado cuidadosamente respecto a la digestibilidad de ese almidón pues podría ser útil como sustituto del pan en la dietas para los diabéticos ya que es un alimento de consumo habitual en esta región. La búsqueda de alimentos que provean energía y nutrientes a bajo costo se hace prioritaria para Latinoamérica y particularmente para Venezuela pues el deterioro de las condiciones socio-económicas ha conducido a una disminución importante en la capacidad adquisitiva de un alto porcentaje de la población. En este sentido se estudio el efecto de suplementar la dieta de ratas con un desecho de la industria del aceite. La Germarina^R es la harina obtenida de la torta remanente de la extracción del aceite de maíz y contiene germen, endospermo y pericarpio de maíz. El análisis proximal indica que está constituida por 50% de almidón y es rica en fibra dietética. Los resultados, Gráfico 4, muestran que, en ratas, la administración crónica de dietas suplementadas con Germarina^R, provoca un aplanamiento significativo de la curva de tolerancia glucosada, lo cual implica que la Germarina podría ser incorporada a los alimentos de consumo habitual y constituir una fuente de carbohidratos y fibra dietética (31).

GRAFICO 4
Efecto crónico de la suplementación
(% del valor en ayunas)



Los resultados son la media de 10 animales

La importancia de la presencia de almidón resistente en los efectos fisiológicos descritos en estos estudios, practicados con alimentos naturales, no ha sido dilucidada. Actualmente se discute si en el caso del almidón resistente estamos ante otro tipo de carbohidrato que por ser indigerible y por su comportamiento fisiológico puede considerarse una fibra dietética. Es así como Mani (29) replantea el estudio de los efectos de la combinación de legumbres con cereales en el tratamiento de pacientes diabéticos y sugiere que deben reevaluarse los resultados obtenidos por otros autores. Goodlad y

Mathers (32) demuestran que el tipo de cocción de los guisantes (*Pisum sativum*) modifica la proporción de almidón resistente en la dieta y por ende modifica la cantidad de glucosa disponible, suministrada por estos alimentos. También estos autores sugieren reevaluar las indicaciones para el paciente diabético. En el caso del maíz el trabajo de Granfeldt y colaboradores (33) demuestra que la disponibilidad del almidón de las arepas dependerá del tipo de maíz utilizado en su preparación.

Mecanismos de acción de la fibra dietética

Resumiendo, en humanos, la ingestión de alimentos ricos en fibra dietética aumenta los niveles de saciedad y disminuye la ingestión de nutrientes. Además aplanan las curvas de glicemia e insulinemia (34). La presencia de fibra dietética en las comidas de prueba líquidas provoca una disminución de la velocidad de vaciamiento gástrico y se propone como parte del mecanismo de acción de la fibra dietética (35, 36). Cherbut y colaboradores (13) han demostrado que la presencia de fibra de remolacha y de espígula en la luz intestinal provoca una disminución de la frecuencia de contracción de la actividad estacionaria del intestino delgado y un aumento de la longitud de propagación y velocidad de la actividad propagada. Esta disminución en la actividad estacionaria podría disminuir el mezclado del contenido intestinal y disminuirían las corrientes de convección que acercan los nutrientes a la superficie absorbente. En este trabajo se demuestra que hay una correlación significativa entre la disminución de la motilidad y el aplanamiento de la curva de tolerancia glucosada que se obtiene al administrar una solución de glucosa suplementada con estas fibras dietéticas. Estos resultados sugieren que parte del mecanismo de acción de la fibra dietética soluble es su efecto sobre la motilidad intestinal. Además, el aumento en la velocidad de propulsión del contenido en este segmento intestinal incrementa este efecto pues disminuye el tiempo durante el cual hay contacto entre la glucosa a ser absorbida y el epitelio intestinal. Otro posible mecanismo de acción es la propiedad de las fibras dietéticas solubles de formar soluciones viscosas, aumentando la viscosidad del contenido intestinal y el grosor de la capa de agua no agitada del intestino lo cual aumenta la resistencia a la difusión y disminuye la velocidad de absorción de los nutrientes presentes en la luz intestinal (37, 38). También se ha sugerido que la presencia de fibra dietética en la luz intestinal disminuye la interacción entre los carbohidratos y lípidos con las enzimas intestinales responsables de su hidrólisis, lo cual puede disminuir la digestión de los mismos (39). Por otra parte, la actividad enzimática también puede modificarse por la presencia de fibra dietética a este nivel. Los estudios, *in vitro*, sugieren que las fibras no solubles inhiben la actividad lipolítica intestinal y las fibras del tipo soluble no la modifican (40). El secuestro, por la fibra dietética, de componentes presentes en la luz intestinal ha sido demostrado (41, 42). Específicamente respecto a los glúcidos, diversos estudios (39, 43, 44, 45, 46) sugieren que, *in vivo*, el afrecho de trigo aumenta la actividad de la alfa amilasa tanto a nivel intra pancreático como a nivel intestinal, lo cual explicaría el aumento de los valores de la curva de tolerancia glucosada practicada con soluciones que contienen afrechos. La pectina, en cambio, aumenta tanto la actividad proteolítica como la amilolítica pero solamente a nivel de la luz intestinal. Dado que la fibra dietética soluble aumenta la velocidad de propulsión del contenido intestinal podría ser que se provocara una disminución severa en la absorción de carbohidratos. Los estudios de Imaizumi (47) demostraron, en ratas, que este no es el caso, pues, la ingestión crónica de goma guar provocó un aumento de la superficie absorbente evitándose la malabsorción. La contribución del almidón resistente en estos efectos aún no está clara (48) y

pareciera que se abre un nuevo campo de estudio. Proyectos: CDCH M031585 y Remavenca, Industrias Polar Venezuela.

REFERENCIAS

1. McCance RA & RD Lawrence. The carbohydrate contents of foods. HMSO, London. Special report series of the Medical Research Council, No. 135; 1929.
2. Cleave TL. The neglect of natural principles in current medical practice. *J. Roy. Nav. Med. Serv.*, 42: 55-82. Citado por Kritchevsky, D. 1988. Dietary fiber. *Ann. Rev. Nutr.* 8: 301-328; 1956.
3. Cleave TL, GD Campbell & NS Painter. Diabetes, coronary heart thrombosis and the saccharine disease. 2nd (ed). Wright, Bristol. 1969.
4. Painter N S & DP Burkitt. Diverticular disease of the colon: A deficiency disease of Western civilization. *Br. Med. J.* 2: 450-4; 1971.
5. Trowell HC. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am J Clin Nutr.* 29: 417-27; 1976.
6. Jefferys & Mc Donald. The effect of dietary fiber on the response to orally administered glucose. *Proc. Nutr. Soc.* 33: 11A; 1973.
7. Jenkins DJA, AR Leeds, MA Gassull, TMS Wolever, DV Goff, KGMM Alberti & TDR Hockaday. Unabsorbable carbohydrates and diabetes: Decreased postprandial hyperglycaemia. *Lancet* ii: 172-4; 1976.
8. Jenkins DJA, AR Leeds, MA Gassull, B Cochet & KGMM Alberti. Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. *Ann. Intern. Med.* 86, 20-3; 1977.
9. Jenkins DJA, TMS Wolever, TDR Hockaday, AR Leeds, R Howarth, S Bacon, EC Apling & J Dilawari. Treatment of diabetes with guar gum. *Lancet* ii, 779-80; 1977.
10. Jenkins DJA, TMS Wolever, AR Leeds, MA Gassull, P Haisman, J Dilawari, DV Goff, GK Metz & KGMM Alberti. Dietary fibres, fibre analogues and glucose tolerance: Importance of viscosity. *Br. Med. J.* 1, 1392-94; 1978.
11. Cameron-Smith D, GR Collier & K O' Dea. Effect of dietary fibre on the viscosity of gastrointestinal contents and the acute glycaemic response in the rat. *Br. J. Nutr.* 71, 563-71; 1994.
12. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J. Am. Diet. Ass.* 93, 1446-47; 1993.
13. Cherbut Ch, SB Des Varannes, M Schnee, M Rival, JP Galmiche & J Delort-Laval. Involvement of small intestinal motility in blood glucose response to dietary fibre in man. *Br. J. Nutr.* 71, 675-85; 1994
14. AJM Brodribb & DM Humphreys. Diverticular disease. Three studies. *Br. Med. J.* 1: 424-30; 1976.
15. Munoz JM, HH Sandsted, RA Jacob, L Johnson & ME Mako. Effect of dietary fiber on glucose tolerance in normal men. *Diabetes* 28: 495-502; 1979.
16. Judd PA & AS Truswell. Dietary fiber and blood lipids in man. En: *Dietary fiber perspectives*. A.R. Leeds (ed). John Libbey. London. 1985.
17. Montilla I. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
18. Contreras L, C Melito, A Levi-Benshimol & M Schnell. Efecto in vitro de la lectina de *Phaseolus vulgaris* sobre la degradación de almidones por la α amilasa pancreática porcina. XLII Convención Anual de ASOVAC. 1992.
19. Tovar J, I M Bjorck & NG Asp. Incomplete digestion of legume starches in rats: A study of precooked flowers containing retrograded and physically inaccessible starch fractions. *J. Nutr.* 122, 1500-07; 1992.
20. Miranda PM & DL Horwits. High fiber diets in the treatment of diabetes mellitus. *Ann. Int. Med.* 88: 482-6; 1978.
21. Cohen AM, A Teitelbaum, M Balogh & J Groen. *Am J Clin Nutr.* 19, 59-61; 1966.
22. Kiehm TG, JW Anderson & K Ward. Beneficial effects of a high carbohydrate diet on hyperglycemic diabetic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 895-9; 1976.
23. Anderson JW. Dietary fibre in diabetes. En: *Medical Aspects of dietary fibre*. G.A. Spiller and R. Kay eds. Plenum Medical N.Y. 1980.
24. Anderson JW & K Ward. High carbohydrate, high fibre diets for insulin treated men with diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr.* 32: 2312-21; 1979.
25. Anderson JW. Dietary fibre: An overview. *Diabetes Care* 14: 1126-31; 1991.
26. Simpson HCR, S Lousley, M Geekie, RW Simpson, RD Carter, TDR Hockaday & JI Mann. A high carbohydrate leguminous fibre diet improves all aspects of diabetic control. *Lancet* i: 1-5; 1981.
27. Rivellesse A, A Giacco, S Genovese, G Riccardi, D Pacioni, PL Mattioli, & M Mancini. Effect of dietary fibre on glucose control and serum lipoproteins in diabetic patients. *Lancet* i: 447-50; 1980.
28. Kay RM. Dietary fiber. *J. Lipid Res.* 23: 221-42; 1982.
29. Mani UV, SN Pradhan, NC Mehta, DM Thakur, U Iyer & I Mani. Glycaemic index of conventional carbohydrate meals. *Br. J. Nutr.* 68: 445-50; 1992.
30. Schnell M, ME Carvajal & B Anchustegui. Effect of cassava bread supplementation on energy intake of rats. *Arch Lat Nut.* 43: 217-20; 1993.
31. Moros R & M Schnell. Germanina^R ¿Una nueva fibra dietética? XLII Convención Anual Asovac p. 180; 1992.
32. Goodlad JS & JC Mathers. Digestion of complex carbohydrates and large bowel fermentation in rats fed on raw and cooked peas. *Br. J. Nutr.* 67: 475-88; 1992.
33. Granfeldt YE, AW Drews & IME Bjorck. Starch bioavailability in arepas made from ordinary or high amylose corn. Concentration and gastrointestinal fate of resistant starch in rats. *J Nutr.* 123: 1676-84; 1993.
34. Haber GB, KW Heaton, D Murphy & L Burroughs. Depletion and disruption of dietary fiber. Effects on satiety, plasma glucose and serum insulin. *Lancet* ii: 679-82; 1977.
35. Holt S, RC Heading, DC Carter, LF Prescott & P Tothill. Effect of gel fibre on gastric emptying and absorption of glucose and paracetamol. *Lancet* i: 636-39; 1979.
36. Schwarz SE, RA Levine, A Singh, JR Scheidecker & NS Track. Sustained pectin ingestion delays gastric emptying. *Gastroenterology* 83: 812-17; 1982.
37. Elsenhans B, U Sufke, R Blume & WF Caspary. The influence of carbohydrate gelling agents on rat intestinal transport of monosaccharides and neutral amino acids in vitro. *Clin. Sci.* 59: 373-80; 1980.
38. Ershoff BH & AF Wells. Effects of guar gum, locust bean gum and carragenan on liver cholesterol of cholesterol fed rats. *Proc. Soc. Exp Biol Med.* 110: 580-82; 1962.
39. Isaksson G, I Lundquist & I Ihset. Effect of dietary fiber on pancreatic enzyme in vitro. *Gastroenterology* 82: 918-24; 1982.
40. Hendrick JA, T Tadokoro, C Emenhiser, U Nienaber & F Owen. Various dietary fibers have different effects on lipase catalysed hydrolysis of tributyrin in vitro. *J. Nutr.* 122: 269-77; 1992.
41. Vahouny GV, R Tombes, MM Cassidy, D Kritchevsky, & LL Gallo. Dietary fibers. VI. Binding of bile salts, phospholipids, and cholesterol from mixed micelles by bile acid sequestrants and dietary fibers. *Lipids* 15: 1012-18; 1980.
42. Vahouny GV, R Tombes, MM Cassidy, D Kritchevsky, & LL Gallo. Dietary fibers. VI. Binding of fatty acids and monoolein from mixed micelles containing bile salts and lecithin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 166: 12-16; 1981.
43. Schneeman BO. Effect of plant fiber on lipase, trypsin and chymotrypsin activity. *J. Food Sci.* 43: 634-35; 1978.
44. Schneeman BO. Acute pancreatic and biliary response to protein, cellulose and pectin. *Nutr. Rep. Int.* 20: 45-8; 1979.
45. Schneeman BO & D Gallaher. Changes in small intestinal digestive enzyme activity and bile acids with dietary cellulose in rats. *J. Nutr.* 110: 584-90; 1980.
46. Leclere C, D Lairon, M Champ & C Cherbut. Influence of particle size and sources of non starch polysaccharides on post prandial glycemia, insulinaemia and triglycerolaemia in pigs and starch digestion in vitro. *Br. J. Nutr.* 70: 179-88; 1993.
47. Imaizumi K & M Sugaro. Dietary fibre and intestinal lipoprotein secretion. En: *Dietary fibre: basic and clinical aspects*. Vahouny, G.V., Kritchevsky, D. edit. Plenum Press, N.Y. pp 287-308; 1986.
48. Schnell M & R Moros Efecto de la Germanina^R y algunos afrechos sobre la velocidad de tránsito intestinal y los lípidos plasmáticos de la rata. X Congreso Latinoamericano de Nutrición. 1994.