



SECCIÓN ARTÍCULOS DE REVISIÓN  
REVISTA CENTRO DE ESTUDIOS EN SALUD  
Año 9 - VOL 1 - N° 11 - 2009

**LA INULINA COMO FUENTE DE FIBRA ALIMENTARIA Y SU RELACIÓN CON LA SALUD HUMANA**

Oscar Arango Bedoya,<sup>1</sup> Andrés Mauricio Hurtado B.,<sup>2</sup> Oswaldo Osorio M.<sup>3</sup>

Fecha de recepción: Mayo - 11/09 Fecha de aceptación: Mayo - 26/09

**RESUMEN**

La inulina es un oligosacárido no digerible que posee demostrados efectos sobre la salud. Muchos estudios han evidenciado que la inulina reduce el riesgo de arterioesclerosis, incrementa la biodisponibilidad de varios minerales, reduce el riesgo de enfermedades gastrointestinales, reduce los niveles de colesterol y triglicéridos y controla los niveles de glucosa en la sangre, reduce la liberación de toxinas y carcinógenos y estimula el sistema inmune. Dichos efectos, junto con la propiedad de proporcionar textura y mejorar las características reológicas y nutricionales de los alimentos, hacen que la inulina pueda ser considerada como un alimento funcional. En esta revisión bibliográfica se abordan los conceptos de fibra alimentaria, las características de la inulina y sus fuentes, su funcionalidad tecnológica y uso en la industria de alimentos, además de una descripción detallada sobre las evidencias de sus efectos benéficos en la salud humana.

**Palabras clave:** Inulina; fructooligosacáridos; fibra alimentaria; prebiótico.

- 
1. Ing. Agroindustrial, Esp. Desarrollo de Agroindustrias Rurales, M.Sc. Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Docente Facultad Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño, Pasto - Colombia oscar769@udenar.edu.co
  2. Ing. Químico, Doctor en Ciencia y Tecnología de Alimentos e Ingeniería Química. Docente Facultad Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Nariño, Pasto - Colombia. ahurtadob@hotmail.com
  3. Ing. Agroindustrial, Doctor en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Docente Facultad Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Nariño, Pasto - Colombia. Osorio\_oswaldo@hotmail.com

### ABSTRACT

Inulin is undigested oligosaccharide with demonstrable effects on health. Many studies have shown that inulin reduces the risk of arteriosclerosis and increases the bioavailability of several minerals. It also reduces the risk of gastrointestinal diseases and lowers levels of cholesterol and triglycerides in the serum. Besides, it controls the levels of glucose in blood, reduces the liberation of toxins and carcinogens, and stimulates the immune system. These effects allows inulin to be considered as functional food, along with the ability to add texture and improve rheological characteristics and nutritional properties of food.

This bibliographic review presents the concepts of dietary fiber concepts, inulin characteristics and sources, its technological functionality and use in the industrial food, and detailed description about its beneficial effects on human health.

**Key words:** Inulin; fructooligosaccharides; dietary fiber; prebiotics.

### INTRODUCCIÓN

La inulina es un fructooligosacárido presente en muchos productos vegetales, que por su estructura química es no digestible, pasando intacta por el intestino delgado sin ser absorbida. En el colon la inulina es fermentada por la acción de la microflora intestinal, siendo usada selectivamente por bacterias consideradas benéficas como las bífidobacterias y lactobacilos, por ello es considerada como un producto prebiótico.

En los últimos años se ha incrementado el uso de la inulina como ingrediente en la industria de alimentos, empleándose en reemplazo de grasas y como aporte de fibra, siendo estos productos publicitados como alimentos funcionales, es decir, que aparte de nutrir ejercen propiedades benéficas para la salud.

El objetivo de este artículo de revisión es realizar una descripción de la inulina como fuente de fibra alimentaria, su utilización como ingrediente en la industria de alimentos y sus efectos sobre la salud humana.

### La fibra alimentaria

La fibra dietaria o fibra alimentaria es la parte de todo alimento vegetal que no puede ser digerida por el organismo. Con base en sus propiedades físicas y su efecto fisiológico en el organismo, la fibra dietaria se clasifica en fibra insoluble y fibra soluble. La fibra insoluble consiste principalmente en celulosa, hemicelulosa y lignina, es escasamente fermentable en el colon y se encuentra en el salvado de trigo, granos integrales y verduras. La fibra soluble comprende gomas, pectinas, almidones resistentes, inulina y fructooligosacáridos (FOS), es fibra con un alto grado de fermentabilidad y la contienen leguminosas como fríjol, la avena (principalmente el salvado), la cebada y algunas frutas<sup>1</sup>

Actualmente resulta imprescindible conocer el contenido de fibra en los alimentos debido a las normativas de información en el etiquetado. Debido a la clasificación de la fibra en “soluble” e “insoluble”, terminología basada en las metodologías tradicionales de determinación,<sup>2</sup> lo que hasta ahora había sido considerado como “fibra dietética total” no es tal, ya que no incluye

los fructanos, los cuales deben ser determinados por separado y luego sumados al contenido de fibra obtenido por los métodos tradicionales para obtener el contenido de fibra dietética total.<sup>3,4</sup>

Aunque los efectos exactos de la fibra de la dieta dependen del tipo y cantidad de fibra ingerida, la mayor parte de sus acciones afectan al intestino grueso. Los efectos mecánicos sobre el bolo fecal y el tránsito intestinal están dados por la fibra insoluble, la cual incrementa el tamaño del bolo fecal, por atrapamiento de agua a lo largo del tracto intestinal. El salvado es capaz de absorber hasta tres veces su peso en agua, este efecto produce un bolo fecal más suave y de mayor volumen.<sup>5</sup>

Cuando la fibra alcanza el intestino grueso es fermentada por las bifidobacterias y produce una gran variedad de compuestos que afecta el intestino y el sistema fisiológico: ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato, butirato) y lactato que juegan un papel importante en la regulación del metabolismo celular, así como en la división y diferenciación celular.<sup>6,7</sup>

### **Características de la inulina y los fructooligosacáridos**

La inulina está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces  $\beta$ -(2→1) fructosil-fructosa, siendo el término “fructanos” usado para denominar este tipo de compuestos.<sup>8</sup> Los enlaces del tipo  $\beta$ -(2→1) son los responsables de que los FOS y principalmente la inulina no sean digestibles como lo sería cualquier carbohidrato típico, permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal, pero son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal, lo que a su vez tiene como consecuencia que tengan un bajo valor calórico y una funcionalidad nutricional como fibra dietética.<sup>9,10</sup> El grado de polimerización (GP) se

usa para clasificar las moléculas de FOS y de inulina, presentando las primeras un GP menor a 10 y las segundas GP de 2 a 60.<sup>11</sup>

### **Fuentes de inulina**

Los FOS, pueden ser elaborados de manera natural por microorganismos, hongos y plantas. Artificialmente, pueden ser sintetizados a partir de la sacarosa gracias a la acción de la enzima fructofuranosidasa que se extrae de hongos como *Aureobasidium* sp., *Candida* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., y *Aspergillus niger*.

Hasta 36.000 especies diferentes de plantas contienen entre sus carbohidratos de reserva a diversos tipos de FOS.<sup>12</sup> Es común encontrar FOS en alimentos tales como el trigo, ajo, cebolla, cebada, maní, tomate, espárragos, puerros y hasta los bananos.

A nivel industrial las principales fuentes de inulina son la achicoria (*Cichorium intybus*), alcachofa (*Cynara scolymus*), alcachofa de Jerusalén (*Helianthus tuberosus*), alcachofa globo (*Cynara cardunculus*), yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y dalia (*Dahlia pinnata* Cav).<sup>13,14,15</sup>

Arango, et al.<sup>16</sup> realizaron un estudio para la optimización del proceso de extracción sólido-líquido, con agua caliente, de inulina a partir de raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poep. & Endl.)), planta silvestre que se encuentra en la región andina del sur de Colombia, Ecuador y Perú, varias combinaciones de tiempo, temperatura y relación solvente-materia prima fueron analizadas, encontrando un rendimiento óptimo de 20.7% de inulina bajo unas condiciones de extracción de 23 min a 82.2 °C y relación solvente-materia prima de 4.5 L/500 g.

### **La inulina en la industria de alimentos**

Legalmente la inulina y los FOS son considerados como ingredientes y no como aditivos

alimentarios. En la mayoría de los países, fueron aceptados como ingredientes GRAS (*generalmente reconocido como seguro*) por el FDA desde 1992, lo cual indica que pueden usarse sin restricciones en formulaciones alimenticias incluso en las destinadas para infantes.<sup>17</sup> Para propósitos de etiquetado nutricional le han sido asignados valores calóricos en un rango de 1,0 – 1,5 Kcal/g.<sup>18, 19</sup>

Los FOS poseen características que los hacen muy apropiados para la industria de alimentos, resisten a los tratamientos térmicos, son considerados libres de calorías, su sabor es neutral, no son cariogénicos, no precipitan,<sup>20</sup> no participan de las reacciones de Maillard,<sup>21</sup> son altamente estables y soportan pH por encima de 4 y temperaturas superiores a 140°C.<sup>22, 23</sup>

La inulina es considerada como un ingrediente funcional en la industria de alimentos, su uso incluye la sustitución de grasa (salsas, quesos, yogures, helados, postres, productos cárnicos),<sup>24, 25, 26</sup> reducción de valor calórico (chocolates y otros productos bajos en azúcar),<sup>27, 28</sup> capacidad de retención de agua (productos de panadería, flanes, pudines, postres),<sup>29, 30, 31</sup> emulsificación (margarinas) y en general es usada para modificar la textura y viscosidad de los alimentos.<sup>32</sup>

### Efectos sobre la salud

La inulina tiene características de prebiótico. Un prebiótico es definido como aquel componente no digerible de los alimentos, que resulta beneficioso para el huésped porque estimula selectivamente el crecimiento y/o la actividad de un tipo de bacterias que mantienen una buena función e integridad del colon.<sup>33</sup>

Los efectos fisiológicos de la fibra dietética soluble provienen en gran medida de su fermentación colónica, que produce lactato y ácidos grasos de cadena corta, el consecuente descenso en los niveles de pH permite un medio apropiado

para el desarrollo de la flora bifidogénica y limita el crecimiento de aquella considerada como patógena.<sup>34</sup> La disminución del número de bacterias nocivas tiene como consecuencia una reducción de metabolitos tóxicos como amonio, indol, fenoles y nitrosaminas.<sup>35, 36</sup>

Bouhnik,<sup>37</sup> demostró que una ingesta de FOS en dosis de 12,5 g/día durante tres días (dosis clínicamente toleradas), producen una reducción en el conteo de anaerobios totales en las heces y disminución de pH, de la actividad de nitrorreductasas, de las concentraciones de bilis ácida y de los niveles séricos de colesterol total y lípidos.

El consumo de inulina y sus derivados evidenció un incremento en la absorción de calcio en humanos, acompañado de un aumento en la densidad de masa ósea y reducción de riesgo de osteopenia y osteoporosis.<sup>38, 39, 40, 41</sup> En adolescentes, la dosis necesaria para observar esos resultados fue 8 g/día de inulina durante 8 semanas.<sup>42, 43</sup> También se demostró el efecto positivo de la inulina y sus derivados en la absorción de magnesio.<sup>44</sup>

Con relación a los efectos de la inulina y los FOS sobre el metabolismo de los lípidos Davidson et al.<sup>45</sup> realizaron un experimento con individuos cuyos niveles de lípidos estaban levemente alterados, observando una disminución de 8,7% en la concentración de colesterol total y de 14,4% en la concentración de colesterol LDL, después de la ingesta de 18 g por día de inulina. En otros estudios también se describen los efectos de la inulina con relación a la reducción de los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos en la sangre.<sup>46, 47</sup>

Numerosas investigaciones en modelos experimentales con animales han revelado que dietas suplementadas con inulina y sus derivados tienen propiedades anticarcinogénicas, observándose reducción significativa de tumores, de lesiones precancerosas inducidas y de la metástasis.<sup>48, 49, 50, 51, 52</sup> Los mecanismos de acción

parecen estar relacionados con la formación de ácidos grasos de cadena corta, especialmente butirato, considerado agente potencialmente antineoplásico,<sup>53</sup> relacionados con el cáncer<sup>54</sup> y el efecto regulador en el sistema inmunológico por la acción prebiótica.<sup>55,56</sup>

## REFERENCIAS

1. Titgemeyer E, Bourquin L, Fahey G, Garleb K. Fermentability of various fiber sources by human fecal bacteria in vitro. *Am J Clin Nutr.* 1991; 5, 1418-1424.
2. Devries J, Prosky L, Li B, Cho S. A historical perspective on defining dietary fiber. *Cereal Food World.* 1999; 44; 367-369.
3. Coussement P. Inulin and Oligofructosa: safe intakes and legal status. *J Nutr.* 1999; 129; 1412-1417.
4. Madrigal, L.; Sangronis, E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 2007; 57, N°4.
5. Savino P. Nutrición y fibra. *Lecturas sobre nutrición, Fascículo 9, Asociación Colombiana de Nutrición Clínica* 1995.
6. Cummings, J. The large intestine in nutrition and disease. *Danone Chair Monograph.* Brussels, Belgium: Institut Danone. 1997.
7. Roberfroid, M. & Slavin, J. Nondigestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science Nutrition.* 2000; 40, 461-480.
8. Watherhouse A. Chatterton N. Glossary of fructans terms. En: *Science and Technology of Fructans.* Suzuki M., Chatterton N. (Editores). Boca Raton, USA: CRC Press; 1993. 369 pp.
9. Fagundes, R.L.M.; Costa, Y.R. Uso de alimentos funcionales en la alimentación. *Higiene Alimentaria.* 2003; 17 (108). 42-48.
10. Slavin J. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrients data bases. *J Food Com. Anal.* 2003; 16: 287-291.
11. Spiegel, J.E.; Rose, R.; Karabell, P. Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. *Food Technology.* 1994. 48, 85-89.
12. Roberfroid, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. *Critical Rev.Fd. Sci. Nutr.* 1993; 33, 103-148.
13. Ohyama, T. et al. Composition of storage carbohydrate in tubers of Yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Sci Plant Nutr.* 1990; 36 (1), 167-171.
14. Fukai, K. et al. Distribution of carbohydrates and related enzyme activities in Yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Sci Plant Nutr.* 1993; 39 (3), 567-571.
15. Goto, K. et al. Isolation and structural analysis of oligosaccharides from Yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Bios Biotech Biochem.* 1995; 59 (12), 2346-2347.
16. Arango, O., Fajardo, J., Cuaran, G. Extracción, cristalización y caracterización de inulina a partir de yacón (*smallanthus sonchifolius* (poep. & endl.)) para su utilización en la industria alimentaria y farmacéutica. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2008; 6 (8). 14 - 20.
17. Coussement P. Inulin and Oligofructosa: safe intakes and legal status. *J Nutr.* 1999; 129; 1412-1417.
18. Boeckner, L., Schnepf, M., Tunglund, B. Inulin: a review of nutritional and health implications. In: *Advances in Food and Nutrition Research.* 2001; 43, 1-63.
19. Flamm G, Glinsmann W, Kritchevsky D, Prosky L, Roberfroid M. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2001; 41: 353-362.
20. Molis, C. Digestion, excretion and energy value of fructooligosaccharides in health humans. *American Journal of Clinical Nutrition.* 1996; 64, 324-328.
21. Drevon, T., Bornet, F. Lês Fos: Actilight. In: *Multon, J. L. (Ed.). Le sucre, les sucres, les edulcorants et les glucides de charges dans les IAA.* Paris: Tec & DOC Lavoisier, 1992. p. 313-338.
22. Bornet, F. Non digestible sugars in food products. *American Journal of Clinical Nutrition.* 1994; 59, 7635-7695.
23. Franck, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British J. Nutr.* 2002; 87: 287-291.
24. Desmedt, A., Jacobs, H. Soluble fibre. In: *Guide to Functional Food Ingredients.* 2001. 112-140.
25. Mendoza, E., García, M., Casas, C., Selgas, M. Inulin as fat substitute in low fat dry fermented sausages. *Meat Science,* 2001; 57: 387-393.

26. García, M., Cáceres, E., Selgas, M. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal of Food Science and Technology* 2006, 41, 1207-1215.
27. Moscatto J, Borsato D, Bona E, De Oliveira A, De Oliveira M. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *Int J Food Sci Technol* 2006; 41: 181-188.
28. Aragon L, Alarcón J, Cardarelli H, Chiu M, Isay S. Potentially probiotic and symbiotic chocolate mousse. *Food Sci Technol.* 2007; 40: 669 – 675.
29. O'Brien C, Mueller A, Scannell A, Arendt E. Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. *J Food Eng* 2003; 56: 265-267.
30. Wang J, Rosell C, Benedito C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem* 2002; 79: 221-226.
31. Brennam C, Kuri V, Tudorica C. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chem* 2004; 86: 189 – 193.
32. Shah, N. Functional foods from probiotics and prebiotics. *Food Technology.* 2001; 55, 46-53.
33. Hidaka H, Eida T, Tarizawa T y cols. Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and health. *Bifidobacteria Microflora* 1986; 5:37-50.
34. Valenzuela, A., Maiz, A. El rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. *Revista Chilena de Nutrición.* 2006; 33(2): 342-351.
35. Stephen A., Cummings J. Mechanism of action of dietary fibre in the human colon. *Nature* 1980; 284:283-4.
36. Fernández, B., Gassull M. Metabolismo colónico de la fibra: efectos fisiológicos y posibles indicaciones terapéuticas de los ácidos grasos de cadena corta. *Gastroenterol Hepatol* 1992; 15: 536-542.
37. Bouhnik, Y. Effects of fructo-oligosaccharides ingestion on fecal bifidobacteria and selected metabolic indexes of colon carcinogenesis in healthy humans. *Nuti. Cancer*; 1996; 26(1), 21-29.
38. Van Loo, J.; Cummings, J.; Delzenne, N.; Englyst, H.; Franck, A.; Hopkins, M.; Kok, N.; Mc Farlane, G. Functional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII – CT94-1094). *British Journal of Nutrition.* 1998; 81, 121-132.
39. Van Den Heuvel, E.G.H.M.; Muys T.; Van Dokkum, W.; Schaafsma, G. Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition.* 1999; 69, 544-548.
40. Greger J. Nondigestible carbohydrates and mineral bioavailability. *J Nutr* 1999; 129: 1434-1435.
41. Roberfroid M, Cumps J, Devogelaer J. Dietary chicory inulin increases whole-body mineral density in growing male rats. *J Nutr* 2002; 132: 3599-3602.
42. Abrams S, Griffin I, Hawthorne K, Liang L, Gunn S, Darlington G, Ellis K. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 471-476.
43. Bosscher D, Van Loo J, Franck A. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. *Int Dairy J* 2005; 16: 1092-1097.
44. Coudray C, Demigné C, Rayssiguier Y. Effects of dietary fibers on magnesium absorption in animals and humans. *J Nutr* 2003; 133: 1-4.
45. Davidson, M.H.; Maki, K.C.; Synecki, C.; Torri, S.A.; Drennan, K.B. Effects of dietary inulin in serum lipids in men and woman with hypercholesterolemia. *Nutrition Research* 1998; 18 (3), 503-517.
46. Carter, J., Hardmen, W., Heitman, D., Cameron, I. Type and amount of individual dietary fibers on: Serum lipid profiles, serum glucose concentration and energy intake in rats. *Nutrition Research* 1998; 18, 1743-1756.
47. Jackson, K., Taylor, G., Clohessy, A., Williams, C. The effect of the daily intake of insulin on fasting lipids, insulin and glucose concentrations in middle-aged men and women. *British Journal of Nutrition.* 1999; 82, 23-30.
48. Reddy, B., Hamid, R., Rao, C. Effect of dietary oligofructose and inulin on colonic preneoplastic aberrant crypt foci inhibition. *Carcinogenesis.* 1997; 18 (7), 1371-1374.
49. Taper, H., Roberfroid, M. Influence of inulin and oligofructose on breast cancer and tumor growth. *Journal of Nutrition.* 1999; 129, 1488-1489.
50. Buddington, K.; Donahoo, J.; Buddington, R. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. *The Journal of Nutrition.* 2002; 132 (3), 472-477.
51. Pietro A, Luceri C, Dolara P, Giannini A, Biggeri A. Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with

- the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. *Carcinogenesis* 2002; 23, 1953-1960.
52. Pool-Zobel, Beatrice L. Inulin-type fructans and reduction in colon cancer risk: review of experimental and human data. *The British Journal of Nutrition*. 2005; 93 (1), 73-90.
53. Gamet, L.; Davaind, D.; Denis-Poouxviel C.; Ramsey C.; Murat, J. Effects of short-chain fatty acids on growth and differentiation of the human colon cancer cell line HT 29. *Int. J. Cancer*. 1992; 52, 286-289.
54. Rowland, I.; Rumney, C.; Coutts, J.; Lievens, L. Effects of *Bifidobacterium longum* and inulin on gut bacterial metabolism and carcinogen-induced aberrant crypt foci in rats. *Carcinogenesis*. 1998; 19 (2), 281-185.
55. Erickson, K.L.; Hubbard, N.E. Probiotic immunomodulation in health and disease. *Journal of Nutrition*. 2000; 130, 403-409.
56. Wold, A.E. Immunologic effects of probiotics. *Scandinavian Journal of Nutrition*. 2001; 129, 76-85.