



Brinde salud a sus alimentos de manera natural

Fibregum, es una fibra vegetal con propiedades bifidogénicas. Resultado del exudado natural del árbol de acacia y purificada por medios físicos,

Fibregum es un arabinogalactosacárido y contiene más del 80% de fibra soluble (Método AOAC). Su alta capacidad bifidogénica y su excelente tolerancia gastrointestinal, han sido evaluados tanto en estudios *in Vitro* como *in Vivo*

Fibregum puede ser empleada en un gran número de aplicaciones, con numerosas propiedades y ventajas tecnológicas,

Fibregum es la mejor selección de fibra bifidogénica natural, para el desarrollo de productos saludables.



Magdalena 20 Col. Del Valle
México, D.F. C.P. 03100
Tels. 5687 5828, 5687 4879
5536 8383, 5148 3098
5148 3099 Fax: 5543 4145



Av. Pompéia 2289 CEP 05023-
001 São Paulo SP Brasil
Tel./Fax: (55) (11) 3862 2028

Metabolismo Colónico de la Fibra

P. García Peris, I. Bretón Lesmes, C. de la Cuerda Compes y M. Cambor Álvarez
Sección de Nutrición Clínica y Dietética.

La fermentación colónica de la fibra produce ácidos grasos de cadena corta, con funciones importantes a nivel del colon, y a nivel sistémico. Los efectos que a nivel de proliferación bacteriana se generan confieren los efectos prebióticos.



Resumen

En los últimos años cada vez más se considera al colon como un órgano central de la digestión. En él tiene lugar la fermentación bacteriana de aquellos sustratos, fundamentalmente hidratos de carbono, que escapan de la digestión por las enzimas humanas en el intestino delgado. De ellos, la fibra ocupa un lugar preferente. Como resultado de esa fermentación colónica se producen ácidos grasos de cadena corta, con funciones importantes a nivel del colon (disminución del pH, efecto trófico, producción de energía, etc.), y a nivel sistémico, (metabolismo lipídico, glucémico, etc.). No más importantes que éstas son los efectos que a nivel de proliferación bacteriana produce ese mismo metabolismo colónico de la fibra y que le confiere a ésta efectos prebióticos. (Nutr Hosp 2002, 17:11-16)

Introducción

La digestión luminal de los alimentos es realizada por las enzimas gástricas y pancreáticas fundamentalmente. La digestión de membrana se lleva a cabo por los enzimas (disacaridasas y peptidasas), presentes en las vellosidades del enterocito. Después se realiza la absorción y utilización de los diferentes nutrientes por nuestro organismo. Parecería por tanto que el colon no tiene ningún papel desde el punto de la digestión y absorción de nutrientes.

El colon es un órgano fundamental en la digestión de todos aquellos nutrientes que escapan a la digestión por las enzimas digestivas en el intestino delgado. La flora bacteriana colónica produce enzimas capaces de digerir carbohidratos y proteínas, que escapan del proceso de digestión común en el intestino delgado.

Este proceso de digestión como se produce en condiciones anaeróbicas, se le denomina fermentación. Podríamos afirmar

que la principal función de la flora colónica, por tanto, es la fermentación de los sustratos no digeridos y del moco producido por el epitelio intestinal. Sustratos susceptibles de ser fermentados en el colon.

El mantenimiento del equilibrio intestinal requiere que en el colon se fermenten a diario 60g de materia orgánica fundamentalmente hidratos de carbono. Dado que la ingesta media de fibra está alrededor de 20 g, nos encontraríamos con un déficit de 40 g que denominamos "carbohydrale gap". Efectivamente, además de los polisacáridos no almidónicos (fibra tradicional dietética), que representan entre el 15 a 30 g/día, dependiendo de la ingesta dietética, debemos tener en cuenta el almidón resistente, que aportaría entre 15 a 20 g/día, azúcares no absorbibles, entre 2 a 10 g/día, y los oligosacáridos entre 2 a 6 g/día. Además, y como se mencionó anteriormente, existe cierta cantidad de proteínas que escapan a la digestión en el intestino delgado y que viene a representar entre 5 a 12 g/día.

Por último, el moco intestinal representaría entre 2 a 3 g/día del total de sustratos fermentables en el colon. Si nos centramos en el aporte de hidratos de carbono fermentables, veremos por tanto que existen otros, a parte de los polisacáridos no almidón, definidos siempre como fibra dietética, y que también se comportan fisiológicamente como una fibra, dado que resisten la hidrólisis por los enzimas digestivos y son degradados por la mucosa colónica.

Concepto de fibra

En la actualidad resulta difícil unificar una definición exacta de la fibra. Incluso hay autores que han propuesto sustituir este término. Desde un punto de vista químico se puede definir la fibra como la suma de lignina y polisacáridos no almidónicos de la fibra. La definición clásica incluiría a la fracción de los alimentos derivada de la pared celular de las plantas y que resisten la



**La perfección en
los alimentos comienza
mucho antes de cocinar**



**En Comex tenemos la línea de pisos grado
alimentario más completa del mercado.**

Ultrapisos® es la marca de mayor prestigio para obtener un acabado altamente higiénico, ya que cumple los estándares y regulaciones sanitarias para áreas destinadas a la preparación de alimentos.

Comex Group.

Comex®

Industrial Coatings

Our technology. Your results.

hidrólisis por las enzimas digestivas humanas. Según los conocimientos actuales sobre la fermentación colónica y desde una perspectiva nutricional, se entiende el concepto de fibra como aquel término que hace referencia a diversos carbohidratos y la lignina, que resisten la hidrólisis por las enzimas digestivas humanas —pero que pueden ser fermentadas por la microflora colónica, y/o excretadas parcialmente por las heces.

Clasificación de la fibra

Al igual que el término fibra, la clasificación de la misma está en pleno debate. Según la definición anteriormente expuesta, podríamos incluir en este apartado a los polisacáridos no almidón, la inulina, los fructooligosacáridos (FOS), almidón resistente y la lignina. Aunque la lignina no es un polisacárido, sí se debería seguir considerando como fibra.

Polisacáridos no almidón: Los polisacáridos no almidón están constituidos por cientos de unidades de monosacáridos. Varían dependiendo del número y la variedad de monosacáridos, del orden en las cadenas de polímeros, del tipo de enlaces, etc.

Inulina y fructooligosacáridos: la inulina es un fructano, con un grado de polimerización de 2 a 60 ó más. Los fructooligosacáridos (FOS) se diferencian de la inulina, solo por la longitud de la cadena (2 a 20). La estricta definición de oligosacárido incluye una cadena con un grado de polimerización de 3 a 8 ó 3 a 10.

Tanto la inulina como los FOS se ha demostrado que resisten las enzimas digestivas humanas y se fermentan en el colon. Propiedades éstas similares a las de las fibras ya conocidas y que se han demostrado mediante test enzimáticos *in vitro*.

Almidón resistente: se les define como la suma de almidón y de los productos procedentes de la degradación de almidón que no son digeridos en el intestino delgado de los individuos sanos. Son también fermentados en el colon. Una pequeña proporción sin embargo, escapa incluso a esa degradación y se elimina por las heces. En la dieta española se estima una ingesta de 6 g/día, aunque la cantidad de almidón resistente formado, puede variar dependiendo de varios factores, como el contenido de agua de los alimentos, la temperatura, el tiempo de cocción, etc.

Lignina: la lignina comprende un grupo de compuestos polifenólicos de diversos pesos moleculares. Contribuye a dar rigidez a la pared celular de las plantas. Por tanto y desde el punto de vista de la capacidad de fermentación en el colon, podemos admitir que las pectinas, gomas, la inulina, los FOS, y algunos almidones resistentes, serían fibras con un alto grado de fermentación y las hemicelulosas, celulosa y lignina, fibras, escasamente fermentables. Por ejemplo del 80 al 90% de la

celulosa de la dieta es excretada por las heces. Hasta hace poco tiempo se ha venido clasificando a las fibras por su grado de solubilidad, en solubles e insolubles.

Esta clasificación hoy en día está comenzando a estar cuestionada. En general se acepta, aunque no de forma universal que la fibra soluble es viscosa y fermentable y la insoluble no viscosa y escasamente fermentable. Esto no es del todo cierto, ya que por ejemplo, la inulina y los FOS son solubles y fermentables, pero tienen una viscosidad muy baja.

Dada la confusión actual sobre la forma de clasificar los diferentes tipos de fibra, la FAO/WHO propuso recientemente una nueva clasificación, basada en el grado de polimerización de la misma, y que incluía a los monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos, almidones y polisacáridos no almidón.

Más recientemente e intentando aunar todos los conocimientos actuales sobre la fibra (características químicas, funcionales, etc.), se ha propuesto otra clasificación, que exponemos en la figura 1 de la pág. 12.

Fermentación colónica de la fibra

El proceso de fermentación de la fibra en el colon es fundamental, gracias a él se produce el mantenimiento y el desarrollo de la flora bacteriana, así como de las células epiteliales. Como resultado de esta fermentación bacteriana, se produce hidrógeno, dióxido de carbono, gas metano, y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), acético, propiónico y butírico, en una proporción molar casi constante 60:25:20:16. Los AGCC se generan en el metabolismo del pirúvico producido por la oxidación de la glucosa a través de la vía glucolítica de Embden-Meyerhof.

Existen dos vías para la metabolización del piruvato. En una de ellas se genera propionato, a través del succinato. En la otra vía se convierte el piruvato en acetil.CoA que posteriormente es hidrolizado para formar acetato o reducido para producir butirato (figura. 2 pág. 12). La fermentación colónica de la fibra produce energía y su valor oscila entre 1 y 2.5 cal/g como es lógico el valor energético de la fibra dependerá de su grado de fermentabilidad.

De la misma manera no todas las fibras producen la misma cantidad de AGCC. Desde los ya clásicos trabajos de Wang, sabemos que si bien "*in vitro*", todos los substratos producen acetato, como producto final de su fermentación, las cantidades de propionato y butirato varían de unos a otros, como se muestra en la figura 3 (pág. 13)

Como podemos observar en dicha figura, el almidón origina cantidades importantes de butirato, mientras el butirato producido por la inulina y los FOS es bastante menor.

KERRY

*Con la experiencia para
hacer crecer su negocio*



Carne Análoga
Empanizadores y marinadores
Ingredientes para productos
cárnicos
Marinadores, rubs y glasés
Emulsificantes

Enzimas
Extractos de levadura
Fruitones® frutas en polvo
Goma arábica
Hidrocoloides
Ingredientes fermentados



Ingredientes dulces
Ingredientes de soya
Sabores
Nuggets de fruta
Quesos en polvo y quesos
enzimáticos



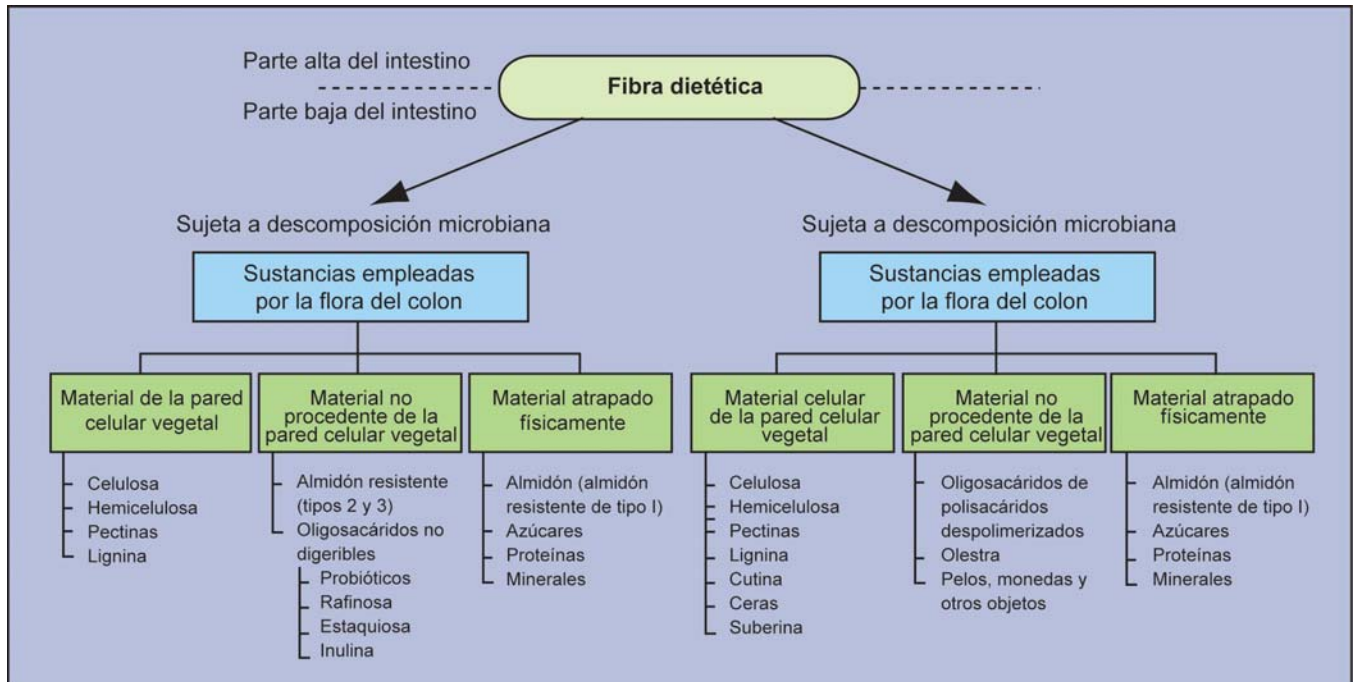
Productos para confitería
Productos para panificación
Proteínas especializadas
Sazonadores
Sazonadores lácteos
Sistemas de grasas en polvo



www.kerry.com.br
www.kerrymexico.com.mx

ARGENTINA Tel: +54 (2322) 645 555
BRASIL Tel: +55 (19) 3765 5000 COLOMBIA Tel: +57 (1) 635 9001
EL SALVADOR Tel: + (503) 2223 9339 MÉXICO Tel: +52 (55) 5488 2326

Figura 1. Clasificación de fibra dietética propuesta por Ha MA



Metabolismo de las AGCC

Los principales ácidos grasos de cadena corta, acetato, propionato y butirato, obtenidos en la fermentación colónica de la fibra representan el sustrato energético fundamental del colonocito. Las concentraciones luminales de los mismos son altas en ciego y colon derecho, donde las concentraciones de la microflora también son altas, siendo los niveles de PH bajos en esta zona, 5.4-5.9, niveles que se van incrementando distalmente de 6.6 a 6.9.

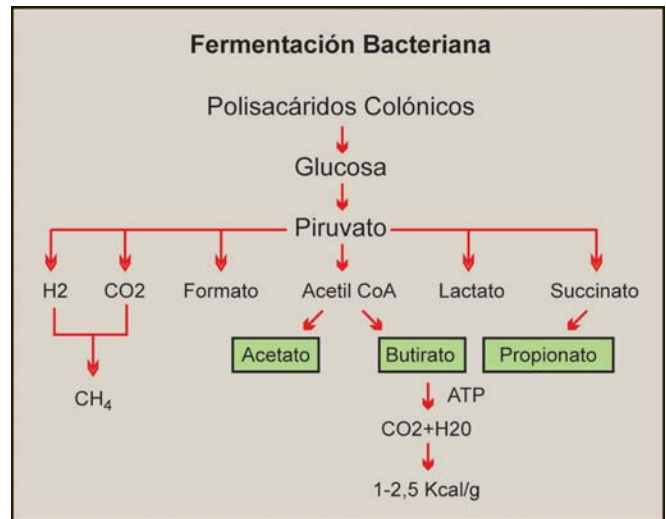
El butirato y los otros AGCC contribuyen en un 80% a los requerimientos energéticos del colonocito y en un 5-10% al total de los requerimientos energéticos del individuo. Una vez absorbidos son metabolizados por el epitelio colónico. Diversos estudios han demostrado que el orden de utilización de los AGCC por el colonocito es butirato > acetato > propionato. La mayoría del butirato (aproximadamente el 90%) y entre el 10 y el 50% del propionato es metabolizado por la mucosa colónica. El remanente del propionato y el acetato alcanzan el hígado.

El propionato será utilizado como sustrato para la gluconeogénesis 30 y el acetato será metabolizado, dando lugar a glutamina y cuerpos cetónicos acetoacetato y β hidroxibutirato. Estos alcanzarán el intestino delgado, siendo los principales sustratos energéticos del enterocito, fundamentalmente, la glutamina.

Sin embargo, el orden de utilización de todos estos sustratos por el colonocito, según se ha demostrado en estudios "in

vitro" es butirato > acetoacetato > glutamina > glucosa. El acetato es el AGCC que en mayor concentración se encuentra en sangre periférica.

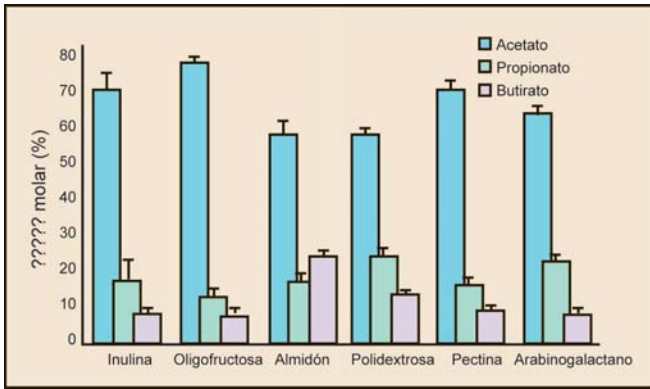
Figura 2. Fermentación bacteriana



Funciones de los ácidos grasos de cadena corta

Como resultado de lo anteriormente expuesto, con respecto a la fermentación bacteriana de la fibra y a la obtención de ácidos grasos de cadena corta, vemos que el metabolismo intrínseco de éstos va a dar lugar a que ejerzan una serie de acciones tanto a nivel local, en el colon, como sistémicas, al estar involucrados como hemos visto en el metabolismo intermedio hepático.

Figura 3. Producción de ácidos grasos de cadena corta. Wang X.



Resumiendo algunos de estos efectos

A nivel del colon los AGCC disminuyen el pH intraluminal, estimulan la reabsorción de agua y sodio y potencian la absorción de cationes divalentes.

De los tres ácidos grasos de cadena corta, el butirato es el que tiene mayor efecto trófico sobre la mucosa. Los mecanismos por los cuales tiene lugar este factor trófico son, por aporte directo de energía, aumento del flujo sanguíneo del colon, incremento de la secreción pancreática, y de otras hormonas gastrointestinales y estimulación del sistema nervioso autonómico.

A nivel sistémico, los AGCC, van a regular el metabolismo lipídico y de la glucosa. En cuanto al metabolismo lipídico, se ha demostrado que el propiónico disminuye la síntesis hepática de colesterol, por inhibición de la actividad de la hidroximetilglutaril coenzima A. El acetato y el propionato regulan el metabolismo de la glucosa, en tanto que disminuyen la glucemia posprandial y la respuesta insulínica.

Entre las propiedades o acciones de los AGCC a distintos niveles vale la pena mencionar la relación que recientemente se ha demostrado entre el butírico y la producción de citocinas proinflamatorias. Como ya sabemos, la proteína citoplasmática NF-KB es un factor de transcripción que, en respuesta a determinados estímulos externos, es capaz de trastocar al núcleo y unirse a regiones concretas del promotor de numerosos genes, activando la transcripción de los mismos. Recientemente se ha podido demostrar que el butírico inhibe en cultivos colónicos humanos la producción de algunas citocinas proinflamatorias (TNF), modulando la actividad del factor de transcripción NF-KB.

En el futuro se podrán establecer las repercusiones clínicas que este hallazgo pueda tener, tal vez en relación con la etiopatogenia de algunas enfermedades como la enfermedad inflamatoria intestinal, entre otras. Otro aspecto a destacar es cómo el butirato también puede actuar como regulador de la



Agua purificada para siempre

Purificadores de agua por medio de luz ultravioleta

Calidad, Confianza, Garantía y Servicio

Equipos desde 4 hasta 4500 litros por minuto también contamos con:



- Portacartuchos
- Cartuchos Filtrantes
- Lámparas Germicida
- Filtros Multicama
- Filtros Carbón Activado
- Suavizadores
- Desmineralizadores
- Osmosis Inversa
- Generadores de Ozono
- Plantas Embotelladoras y mucho más...

www.instapura.com.mx





Tel: (777) 380-0791
info@instapura.com.mx
 Fax sin costo: 01800-202-3845
 Subida a Chalma 2044, Lomas Tetela
 62158, Cuernavaca, Mor. México

Somos Fabricantes



expresión de genes implicados en la proliferación y diferenciación del colonocito. En este sentido se ha propuesto que el butirato podría ejercer como mecanismo de defensa frente al cáncer de colon^{49, 50}.

Efecto prebiótico de la fibra

El término prebiótico fue introducido por Gibson y Roberfroid. Ellos definieron un prebiótico, como aquel componente no digerible de los alimentos, que resulta beneficioso para el huésped porque produce estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o de un número limitado de bacterias en el colon.

En este sentido los criterios para definir un prebiótico serán por tanto: resistencia a la digestión en intestino delgado, hidrólisis y fermentación por la microflora colónica y estimulación selectiva del crecimiento de bacterias en el colon.

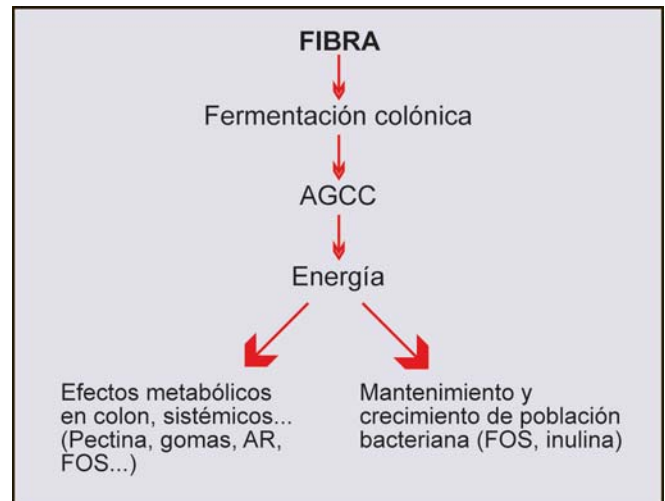
Como hemos visto hasta ahora la fermentación colónica de la fibra da lugar a AGCC, con la repercusión ya mencionada de los mismos a nivel de trofismo, aporte energético para el colon, etc.

Hoy en día, sabemos que además algunas fibras desempeñan un papel primordial en el mantenimiento de la flora intestinal y que la cantidad de bacterias y su excreción por heces es directamente proporcional a la ingesta de fibra, tanto en animales como en humanos.

Algunas bacterias, por ejemplo *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y otras ácido lácticas son especies particularmente benefi-



Figuro 4. Propiedades de la fibra. Modificado de Roberfroid.



ciosas para la salud. Sin embargo, otras (*Clostridium perfringens* y *Escherichia coli*) son potencialmente patógenas por ser proteolíticas y producir toxinas. Resulta por tanto imprescindible evitar un desequilibrio de la flora intestinal por las implicaciones que para el huésped puede tener.

En los últimos años ha crecido el interés por la idea de que cierto tipo de fibras pueden estimular durante su fermentación, el crecimiento de ciertas bacterias intestinales, por lo que podrían incluirse dentro de los alimentos que consideramos con efectos prebióticos (figura 4), según la definición expuesta anteriormente.

De hecho, recientes estudios a nivel experimental han llamado la atención sobre el papel estimulante de la inulina y los FOS sobre la producción de Bifidobacterias.

En voluntarios sanos la suplementación de una dieta controlada con 15 g/día, de inulina o FOS durante 15 días, produce un incremento significativo de Bifidobacterias en heces, mientras disminuye la producción de *Bacteroides*, *Clostridium* y *Fusobacterias*. La trascendencia de estos hallazgos está por venir.

En el futuro, se establecerá seguro una relación clara ente la ingesta adecuada de fibras con efectos prebióticos, a través de su fermentación bacteriana en colon y la prevención de ciertas enfermedades como eczema atópico y alergias en general, e incluso el cáncer de colon^{63, 64}.

Fuente:

Nutrición Hospitalaria
España, 2002