



EL PAPEL DE LA FIBRA EN LAS ENFERMEDADES CRÓNICO-DEGENERATIVAS

*Una aportación
del Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's®*

Querétaro, Qro
México, 2012



CONTENIDO

PRÓLOGO

Doctor Enrique Ríos Espinosa

V

INTRODUCCIÓN. PERSPECTIVAS DEL CONSUMO DE FIBRA PARA LA SALUD

Doctora Joanne L. Slavin

3

PRIMERA PARTE. EL PAPEL DE LA FIBRA EN EL MANEJO DE LA OBESIDAD

Efecto gastrointestinal y metabólico de la ingestión de fibra dietética

Doctor Jorge Luis Rosado Loría

11

El papel de la fibra en la saciedad

Doctora Kathryn Greaves

19

El papel de la fibra en la flora intestinal

Doctor Pedro Gutiérrez Castrellón

25

SEGUNDA PARTE. LA RELACIÓN DE LA FIBRA CON LA DIABETES Y LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Efecto de la fibra sobre el índice glucémico

Doctora María del Pilar Milke García

35

Implicaciones de la fibra en el metabolismo colónico

Doctora María Guadalupe Flavia Loarca Piña

43

Fibra y granos enteros: biomarcadores, respuesta inflamatoria y síndrome metabólico

Doctor Roger Clemens

51

EPÍLOGO

Perspectivas de la investigación en nutrición en México

Doctor Silvestre Frenk Freud

63

LOS AUTORES

69

PRIMERA EDICIÓN, 2012

Editor responsable:

ENRIQUE RÍOS ESPINOSA

Coordinación editorial:

ALEJANDRO DEL VALLE MUÑOZ

Mesa de redacción:

TANIA AGUILAR LÓPEZ,

ANA LAURA GONZÁLEZ FABRE,

GABRIELA GAONA VILLARREAL,

THELMA LÓPEZ MARTÍNEZ.

D.R.© 2012, INSTITUTO DE NUTRICIÓN Y SALUD KELLOGG'S®

<http://www.insk.com/>

Kilómetro 1 Carretera Campo Militar S/N Col. San Antonio de la Punta; CP: 76135, Querétaro, Qro.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, sea cual fuere el medio, sin el consentimiento por escrito del editor.

Las opiniones expresadas en este libro son responsabilidad exclusiva de sus autores y no necesariamente expresan la posición institucional de INSK.

PRÓLOGO

El contexto y los retos

Las enfermedades crónico-degenerativas en México, como en todo el mundo, han ido cobrando una importancia creciente por su frecuencia, alcance epidemiológico y por las consecuencias fatales que, sin dejar de lado su impacto económico y social, así como las graves mermas psicológicas y disfuncionales a que dan lugar.

Los problemas de salud crónico-degenerativos revisten enormes riesgos sistémicos, idiosincráticos y generan enormes gastos catastróficos que, a fin de cuentas, inciden en el desarrollo, el crecimiento económico y el progreso de las naciones.

Si bien es común hablar de que México, junto con otros países en desarrollo vive una notoria transición epidemiológica, no es menos cierto que también el país se encuentra inmerso en una muy marcada transición cultural que implica, en el caso de la alimentación y la salud, cambios de hábitos muy importantes, frente a los cuales es indispensable tomar medidas urgentes que impacten en todos los grupos sociales de la población.

Esta denominada transición cultural deriva sobre todo de un fenómeno característico de nuestro tiempo -la migración interna y externa- que sin duda ha modificado hábitos, costumbres y pautas alimentarias no siempre con buenos resultados. Como se sabe, la ingesta de carbohidratos, grasas y proteínas que rebasan una adecuada proporción o, bien, que inciden directamente en la conservación o cambio de dietas que históricamente se venían consumiendo a las denominadas dietas occidentales, obedece con mucho al proceso de la globalización.

De hecho un número importante de los estudios que se realizan desde la perspectiva político-económica, en realidad emplean la alimentación para reflexionar sobre la economía política del consumo, comercio y la globalización, pero no para centrar sus análisis en la nutrición o la salud.¹

De ahí la importancia de tener presentes, primero, las conductas no saludables que inciden en el sobrepeso y la obesidad que afecta a un número superior a 70% de la sociedad mexicana en diversos grados,

¹ Messer, E. Globalización y dieta: significados, cultura y consecuencias de la nutrición. En: Antropología y nutrición. Coedición de la Fundación Mexicana para la Salud y la Universidad Autónoma Metropolitana, U-Xochimilco. Editores: Miriam Bertran y Pedro Arroyo. México, 2006.

aunque no siempre en términos de una obesidad severa y, de igual forma, visualizar la importancia de la diabetes que es la primera causa de muerte en el país, en general, seguida por las enfermedades cardiovasculares y los tumores malignos.²

Si consideramos en un trazo muy general el problema de la diabetes, por su estrecha relación con la obesidad, el estilo de vida y la alimentación, la situación se torna verdaderamente alarmante. En sus Perfiles estadísticos, correspondientes al número 6 de las Series monográficas, la Secretaría de Salud señala claramente que la diabetes, de ser un problema de salud poco frecuente pasó a convertirse, en la actualidad, en el primer problema de salud pública del país. Su evolución, a lo largo de un amplio periodo que recorre el siglo XX y alcanza hasta nuestros días, demuestra con precisión su comportamiento ascendente, asimismo afecta a todos los grupos de edad y su presencia se constata prácticamente en todas las poblaciones del país.³ Para algunos autores, si bien se trata de un problema de alcance universal, tiene mucho peso el factor étnico que ocasiona una mayor predisposición al deterioro metabólico.⁴

En suma, la diabetes es responsable de 12% de todas las muertes en el país y cuando se considera su impacto según género, se reporta que las tasas de mortalidad son mayores en mujeres que en hombres (62.5 y 55.0 por cada 100 000 habitantes respectivamente).⁵ Por supuesto, su asociación con otros problemas de salud como la hipertensión arterial, la obesidad –que ya se ha señalado– la hipercolesterolemia, así como con hiperlipidemias mixtas, y otros riesgos de orden cardiovascular, hace evidente su presencia en el llamado Síndrome Metabólico, lo que se reveló con la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC) que ha venido realizando la Secretaría de Salud desde los años noventa.⁶ Más adelante en el año 2000, la Encuesta Nacional de Salud (ENSA) corrobora la dimensión del problema y arroja una prevalencia de 8.2%.⁷

²Narro, R. J. Rezagos y retos de la salud. En: La salud de los mexicanos en el siglo XXI: un futuro con responsabilidad de todos. Ed. Fundación Mexicana para la Salud. México, 2005.

³Urbina, F.M. et al. La experiencia mexicana en salud pública. Biblioteca de la Salud, FCE. México, 2006.

⁴Página editorial. Childhood obesity: an emerging public health problem. The Lancet, 357 (I):1999 (2001).

⁵Comisión Mexicana sobre Macroconomía y Salud: Macroconomía y salud. Invertir en salud para el desarrollo. Biblioteca de la salud. FCE. México, 2006

⁶SSA. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas. Dirección general de Epidemiología, Subsecretaría de Coordinación y Desarrollo. México, 1992-1993.

⁷SSA. Encuesta Nacional de Salud. Instituto Nacional de Salud Pública. Primera edición. México, 2003.

Posteriormente, ya en el marco del Sistema Nacional de Encuestas en Salud, se diseña y aplica otro instrumento que ha resultado fundamental: las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición cuyos objetivos se han centrado, como lo establece la propuesta para la realización de la más reciente (2012), entre otros aspectos, en aportar información actualizada sobre las condiciones de salud y nutrición de la población; identificar avances y retos; brindar información sobre la expansión de los programas y definir las prioridades de salud para el próximo sexenio 2013-2018. A partir de sus resultados finales y la jerarquización de los respectivos hallazgos, que aún se encuentran en proceso de análisis, se precisarán aún más los aspectos considerados.

Sin embargo, la ENSANUT llevada a cabo en 2006, cuyos objetivos fueron: 1. Estimar la frecuencia y distribución de indicadores positivos de salud, factores de riesgo de enfermedad, estado nutricio y deficiencias de nutrientes, enfermedades (agudas y crónicas), lesiones y discapacidad en los ámbitos nacional, regional, urbano y rural, y para cada una de las entidades federativas en México; 2. Contribuir a la evaluación de programas y políticas que inciden en la salud de la población; 3. Identificar y conocer los factores ambientales, socioeconómicos, culturales y de estilos de vida asociados con la salud y las enfermedades estudiadas; 4. Identificar los indicadores de calidad de los servicios de salud, a través de la medición de la percepción de calidad de la población general, así como 5. Identificar los factores relacionados con la accesibilidad y utilización de los servicios de salud, en sus resultados arrojó, específicamente en el Suplemento sobre obesidad, las siguientes conclusiones generales:

- México ocupa el primer lugar del mundo en índices de obesidad infantil y el segundo en adulta.
- Las causas de mortalidad más frecuentes en nuestro país están asociadas a la obesidad y al sobrepeso –situación que afecta al 70 % de la población– en particular la diabetes, los problemas cardiovasculares y el cáncer.
- La obesidad disminuye 6 años el promedio de vida de las mujeres y 7.2 años el de hombres; que alrededor de 4 millones y medio de niños de entre cinco y once años tiene sobrepeso y que en la última década, el sobrepeso tuvo un incremento de 77% en menores que se encuentran en este rango de edad.
- De continuar estas tendencias, en 2015 la obesidad puede representar una carga financiera superior a los 100 mil millones de pesos, de los cuales 70 mil corresponderían a gastos médicos.⁸

⁸SSA. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Suplemento Obesidad, factor de prevención. Elaborado por Suplementos Corporativos | M.M.G. Communications, Inc. México, 2012.

En suma, como reiteradamente se ha señalado, los malos hábitos alimentarios y la escasa actividad física son el primer paso para desarrollar obesidad, diabetes e hipertensión arterial.

Precisamente, en el caso de la hipertensión arterial -el otro grave problema de salud relacionado, aunque indirectamente para algunos, con los procesos ligados a la nutrición, particularmente por el sobrepeso y la obesidad- sabemos que ha sido una de las principales causas de muerte en el país y que mantiene una tendencia creciente.⁹

Su comportamiento en el contexto nacional es muy variable, pero su presencia es un hecho constatable. De acuerdo con los datos recabados por la Comisión Mexicana de Economía y Salud, este padecimiento, conocido como el "asesino silencioso", causó el mayor número de muertes al interior del país en el año 2000 en el estado de México (1,222) y el menor en Quintana Roo (14). En Baja California 35% de las personas padecen esta enfermedad, mientras que sólo 23% en el estado de Puebla; la media nacional es 30.05%. Entidades como Chiapas y Oaxaca, que son de las más pobres, presentan una prevalencia de esta enfermedad muy baja: 23% y 24% respectivamente.

Para esa fecha, el Distrito Federal presentó un nivel muy bajo: 26%.¹⁰ Todo lo anterior sin considerar los padecimientos relacionados a la hipertensión como las enfermedades isquémicas del corazón y los accidentes cerebrovasculares.

El Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's® y el 15º Simposio de la Fibra

Con la celebración del 15º Simposio de la Fibra, efectuado en la Ciudad de México el 27 de septiembre de 2011, el Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's® dio cauce a la reflexión y al diálogo para trazar las bases de una visión somera, pero integral, respecto al papel de la fibra en términos de su consumo; de su impacto en el problema de la obesidad y, por supuesto, de la relación de la fibra con la diabetes y las enfermedades cardiovasculares.

⁹ INEGI/SSA.CGPE, Dirección general de Información y Evaluación del Desempeño.

¹⁰ Secretaría de Salud. 2002.

Este Simposio se realizó en el contexto del 5º Aniversario de nuestro Instituto, que se celebró con dos eventos muy importantes. El primero de ellos, el 15º Simposio de la Fibra y el segundo, la tercera entrega de Apoyos a Proyectos de Investigación de Nutrición- APIN 2011. En esa ocasión, se contó con la participación de destacados expertos nacionales e internacionales, quienes expusieron el estado del arte y la relación que guarda la fibra con las enfermedades crónico-degenerativas.

Además de los destacados participantes, quiero resaltar que en tan importante ocasión se contó con la presencia de la Dra. Celeste Clark, Vicepresidente Senior de Políticas Públicas, Relaciones Externas y Jefe de Sustentabilidad de Kellogg Company, y la Maestra en Ciencias Chris Lowry, Vicepresidente Internacional de Nutrición de Kellogg Company.

Entre los expertos invitados participaron la Dra. Joanne Slavin, reconocida profesora e investigadora de la Universidad de Minnesota; el Dr. Jorge Luis Rosado Loría, Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Querétaro; la Dra. Kathryn Greaves, Investigadora en Ciencias de la Nutrición para Kellogg Company; el Dr. Pedro Gutiérrez Castrellón, Director de Investigación del Instituto Nacional de Pediatría y Presidente de la Red Cochrane México; la Dra. María Guadalupe Flavia Loarca Piña, Profesora-Investigadora de la Universidad Autónoma de Querétaro, la Dra. María del Pilar Milke García, Nutrióloga Clínica e Investigadora del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y, finalmente, el Dr. Roger Clemens, Profesor Adjunto de la Universidad del Sur de California.

Como se mencionó antes, el Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's® celebró su quinto aniversario cumpliendo con su cometido de difundir ampliamente información sobre alimentación y nutrición entre la sociedad, así como estimular la investigación científica en nutrición y salud, realizada por especialistas mexicanos, otorgando fondos para su desarrollo y, de esta manera, contribuyendo a mejorar la salud de la población.

El Primer Simposio de Fibra se realizó en 1987, y desde entonces se ha llevado a cabo cada dos años con el objetivo de difundir y analizar entre profesionales de la salud, los más recientes descubrimientos de la fibra dietética y sus efectos en la salud humana.

Los propósitos de estos eventos han sido abrir espacios de comunicación entre profesionales de la nutrición y la salud, compartir información científica actualizada sobre la importancia



del consumo de la fibra dietética y plasmar los principales hallazgos, propuestas y reflexiones.

En las siguientes páginas se presentan los artículos que reúnen estas últimas aportaciones que hace suyas el Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's® para vertirlas en este volumen. Cierra el libro un trabajo del Dr. Silvestre Frenk que nos ha parecido pertinente incluir porque representa un punto de vista diferente y, sin duda, de gran relevancia para los lectores interesados en el tema de la nutrición, las enfermedades crónicas y la fibra.

Doctor Enrique Ríos Espinosa

INTRODUCCIÓN

PERSPECTIVAS DEL CONSUMO DE FIBRA PARA LA SALUD

A continuación presento una revisión acerca de la fibra dietética. Por más de 30 años me he dado a la tarea de investigar sobre la fibra, conociéndola un poco más y sabiendo que todavía existen algunos obstáculos para que la población consuma lo suficiente en su dieta.

De inicio, el concepto de fibra alude a un nutriente conformado por carbohidratos y lignina, que no es digerible y tampoco es fácil de cuantificar. La fibra, como otros nutrientes, entra al organismo a través de la ingestión de cereales, leguminosas, verduras y frutas.

En cuanto a la cantidad de fibra que debe consumirse, en Estados Unidos tenemos un parámetro de 25 gramos diarios como valor recomendado, que es similar a los niveles que manejan varios países. Las fibras dietéticas, que contienen carbohidratos y lignina, como se mencionó anteriormente y que son definidas así por el Instituto de Medicina, se encuentran como parte de los alimentos antes citados, y tienen efectos fisiológicamente reconocidos, como su acción laxante, la atenuación de glucosa en sangre y la normalización de colesterol. Además, pueden facilitar el manejo del peso (por su efecto de saciedad, la baja absorción de elementos de alto contenido calórico y la consecuente pérdida de peso), mejorar el control de la presión arterial y otras condiciones acerca del ambiente intestinal que trataremos más adelante. En Estados Unidos se pueden hacer declaraciones en productos de avena, centeno y psyllium sobre sus propiedades para disminuir los niveles de colesterol.

Por otro lado, tenemos algunas fibras, denominadas funcionales –de acuerdo a la clasificación del Instituto de Medicina-, que son carbohidratos aislados o puros que confieren efectos fisiológicos benéficos y que tratamos de incluir intencionalmente dentro de la alimentación.

En la década de los 80, dentro de la posición de la Asociación Americana de Dietistas (hoy Academia de Nutrición y Dietética de los Estados Unidos), se empezaron a desarrollar estudios científicos en los que se discutía la relevancia de que la fibra fuera soluble o insoluble y se consideró este factor como el elemento básico para determinar sus efectos fisiológicos. Cuando se trata de precisar qué es soluble e insoluble, se tiene que pensar cuáles son los alimentos que tienen los mayores volúmenes de insolubilidad y solubilidad, pero es necesario saber también cuáles son las fibras que la gente necesita consumir.

Doctora Joanne L.
Slavin

De acuerdo al enfoque de ciertos estudios, si me preguntaran cuál es la mejor fibra, tendría que responder que depende de las características de cada una. Es importante recordar que aproximadamente 25% de la fibra que encontramos en un alimento es soluble y el resto es insoluble.

No obstante, existen otras propiedades que son parámetros importantes, como su capacidad de fermentación o su viscosidad, según sugieren estudios más recientes. Existen muchas maneras de realizar un análisis de viscosidad para determinar cuáles son las fibras que son más viscosas, y un análisis de la fermentabilidad, para saber también cuánto de esta fibra se descompone y se puede desechar con más facilidad.

Se abordará un poco más sobre las razones por las que es necesario incluir la fibra dentro de nuestra dieta, de por qué también se requiere aumentar el consumo de fibra o por qué es importante eliminar la obesidad.

Por otra parte ¿cómo se determina la fibra que debemos consumir? En Estados Unidos y Canadá se establecen 14 gramos de fibra al día con la finalidad de proteger a la población de enfermedades coronarias. Al revisar la literatura científica, encontramos que mientras más fibra se consume, menos enfermedades en el corazón se presentan, aunque, no existe evidencia para indicar si consumimos demasiada fibra. La única referencia en la que podemos pensar sobre un alto consumo de fibra es el conjunto de síntomas gastrointestinales que se presenten. Existen personas que consumen 50 a 60 gramos de fibra al día sin mayores consecuencias; aunque es sabido que si se consumen 80 gramos por día y de polidextrosa hasta 50 gramos podrían existir problemas digestivos que igualmente pueden ser consecuencia del consumo de ciertos azúcares, alcohol, o carbohidratos de baja digestión. El consumo de 25 a 38 gramos de fibra es la recomendación indicada para los Estados Unidos.

Beneficios de la fibra

Aunque este tema se abordará más adelante, cabe insistir en que la ingestión de fibra reduce el colesterol, impacta positivamente la secreción de insulina, disminuye los triglicéridos y la presión sanguínea.

Existen otras enfermedades sobre las que actúa la fibra, como la obesidad y el sobrepeso. En la Figura 1 podemos apreciar la relación de la fibra con el peso corporal¹. En los primeros tres círculos observamos cómo actúa la fibra; primero se habla de sus efectos intrínsecos. Si pensamos en las comidas típicas que contienen fibra, como verduras y leguminosas, sabemos que toma un poco más de tiempo consumirlas, ya que el masticar implica más consumo de energía y existen otros mecanismos que afectan la glucosa y la insulina; también existen efectos hormonales, que son numerosos.

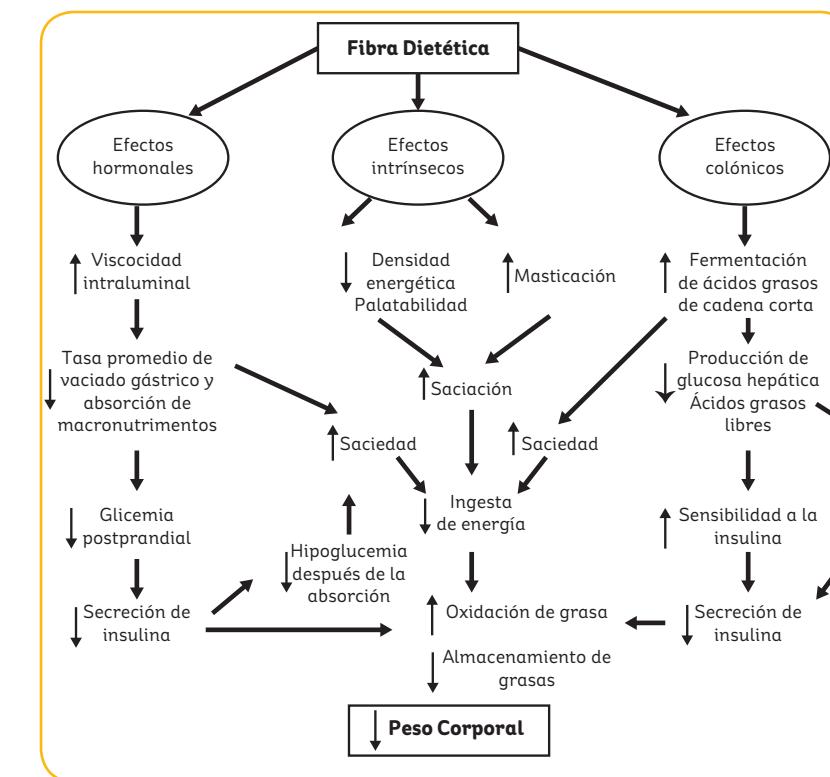


Figura 1.

Relación de la Fibra Dietética con el Peso Corporal

Diabetes

Existen enfermedades como la diabetes que afectan a gran parte de la población y se presume que el consumo de fibra dietética la previene. Algunas de las fibras viscosas como la del salvado de trigo se consideran que son las más efectivas para lograrlo pues la fibra baja los niveles de insulina y de glucosa. No debemos asumir que todas las fibras son efectivas para la diabetes e, incluso en muchos de los casos, los datos muestran que en realidad no tienen éxito para prevenir o controlar este padecimiento.

¹Pereira MA, Ludwig DS Dietary fiber and body-weight regulation. Observations and mechanisms.. Pediatr Clin North Am. 2001 Aug;48(4):969-80. Review

Estreñimiento

Los problemas de estreñimiento se relacionan con el movimiento intestinal; algunas madres hacen muchas preguntas sobre ello, pues nos dicen que sus hijos están constipados; muchos adultos viven también constipados y la razón de esto es que tienen malos hábitos, que no hacen ejercicio, y que existe un consumo muy bajo de fibra.

En Estados Unidos, 15% de la población se reporta con estreñimiento crónico, muy común en mujeres y adultos mayores, lo cual representa una carga importante para el sistema nacional de salud.

Laxación

Por el contrario, parte de la población considera que puede utilizar el efecto laxante de la fibra para perder peso. Los vegetarianos consumen entre 40 y 50 gramos al día de fibra y, aunque muchas personas están de acuerdo con esta idea, no contamos con información científica clara al respecto. Consideramos que otros factores como el estrés, el fumar, el ejercicio, el consumo de cafeína y rasgos de la personalidad pueden estar ocasionando la laxación.

Fermentación

Ahora me voy a referir a la importancia de la fermentación de la fibra dietética, aunque este tópico también será tratado más adelante. ¿Qué pasa con la fibra cuando llega al cuerpo? Es conocido que se fermenta dentro del intestino delgado y este fenómeno tiene varios efectos fisiológicos positivos. Algunas fibras ya muy fermentadas van a disminuir el pH en el colon, lo que permite la reducción de bacterias patógenas, y también se va a presentar en el colon una absorción de calcio mucho mayor. Por lo tanto, es necesaria la ingestión de fibra para incrementar la absorción de calcio y otros minerales.

Efectos diversos

Con relación a este tema quisiera hacer una serie de reflexiones que es necesario considerar acerca del consumo de la fibra. ¿Qué es lo que quiero comer? ¿Quiero perder peso? ¿Quiero tener cambios en la microbiota intestinal?

Es necesario definir cuál es el propósito específico del consumo de fibra, pues existen fibras con efectos distintos y lo importante es consumir fibras diversas. Por citar un ejemplo, la ingestión de fibra

puede ayudar a los pacientes hospitalizados con una microflora dañada por tratamientos médicos.

Hay datos muy interesantes también sobre la obesidad y el cambio en la microflora; los efectos distintos en cada individuo, en las personas que pierden peso o en pacientes con problemas en la microbiota intestinal.

Para finalizar, quisiera recordar que la fibra es un componente muy importante para la salud. Los alimentos y los nutrimentos deben estar considerados de acuerdo a lo que queremos para nuestro organismo, e incluir a la fibra como parte de ellos, tanto en cantidad como en la diversidad de sus fuentes, para consumir sus diferentes tipos y variedades.

En la Tabla 1 se muestra la incorporación de la fibra como ingrediente en los alimentos del mercado. Podemos apreciar diferentes fibras aisladas (funcionales) y los efectos benéficos que producen en el organismo, así como las fuentes de las que provienen.

Fibra aislada (fibra funcional)	Papel benéfico	Fuente primaria
Celulosa	Laxación	Alimentos de origen vegetal
Goma guar	Disminución de lípidos atenúa la glucosa en sangre	Guar (leguminosas)
Inulina / oligofructosa Fructooligosacáridos (FOS)	Prebióticos	Raíz de achicoria topinambur Sintetizados a partir de carbohidratos simples
β-glucano (β) y salvado de avena	Disminución de lípidos atenúa la glucosa en sangre	Avena y cebada
Pectina	Disminución de lípidos atenúa la glucosa en sangre	Alimentos de origen vegetal
Polidextrosa	Laxación	Sintetizados a partir de dextrosa (glucosa)
Psyllium	Laxación Disminución de lípidos en la sangre	Planta de psyllium
Dextrinas resistentes	Disminución de lípidos atenúa la glucosa en sangre	Maíz y trigo
Almidón	Laxación	Alimentos de origen vegetal
Fibra soluble de maíz	Laxación	Maíz

Tabla 1.

Beneficios de las
Fibras Funcionales



Para resumir, podemos asegurar que no todas las fibras son igualmente efectivas en su impacto para nuestra salud. Existen efectos demostrables de que una fibra no puede ser aplicable con los mismos objetivos que otras.

Hay que tomar en cuenta que consumir fibras como un acto aislado no necesariamente va a causar un efecto benéfico para nuestra salud de forma directa, pues también tenemos que aumentar la ingestión de calcio, la vitamina D y otros nutrientes; la fibra es sólo una parte del todo. Es indispensable comer frutas, verduras, leguminosas y cereales, así como otras fibras en combinación.

Por último, no quiero dejar de citar que existen investigaciones que ya se están realizando en Kellogg's® y giran en torno al estudio de diferentes tipos de fibra, de cómo éstas se transforman en energía e inciden sobre la saciedad, la laxación, el control sobre la glucosa, la reducción de lípidos y los efectos prebióticos.

Del mismo modo, es necesario desarrollar protocolos creativos para determinar las diferencias entre la fibra dietética y las fibras funcionales.

PRIMERA PARTE

EL PAPEL DE LA FIBRA EN EL MANEJO DE LA OBESIDAD

EFFECTO GASTROINTESTINAL Y METABÓLICO DE LA INGESTIÓN DE FIBRA DIETÉTICA

Doctor Jorge Luis
Rosado Loría

Inicio el tema de la relación entre la estructura química de la fibra y su efecto fisiológico, comenzando con la hipótesis de lo que es la fibra. El concepto se inició en la década de los sesenta en el siglo pasado, con el grupo de investigadores de Denise Birket en Inglaterra y algunos otros equipos de trabajo; aunque hago notar que desde la Biblia ya se conocían los beneficios de la fibra. En el libro de Daniel 1: 8-16 se puede leer lo siguiente: "...Se encontraban más saludables después de comer sólo vegetales y agua que otros que consumían los manjares del rey Nabucodonosor". Como podemos apreciar, la fibra no es del todo nueva.

En cuanto a la definición de fibra, ésta abarca básicamente los polisacáridos y la lignina que están contenidos en los alimentos y que no son digeridos por las enzimas del tracto digestivo. Dentro de los sacáridos hay componentes que forman la estructura de la pared celular, que son principalmente los polisacáridos estructurales, como las celulosas, hemicelulosas y algunas pectinas; esto lo constituye, principalmente, la cascarilla de los cereales; este tipo de fibra es denominada insoluble.

Por otra parte tenemos a la fibra que se encuentra dentro de las células y que son polisacáridos no estructurales, como las gomas y los mucílagos, este tipo de fibra es llamada fibra soluble. Es importante tener presente estos datos ya que trataremos lo relativo a las propiedades químicas de las diferentes fibras y sus efectos en la salud.

Es necesario señalar que la fibra está compuesta de un gran número de sustancias y que es incorrecto atribuirle un efecto exclusivo al elemento fibra como tal, ya que está formado de muchos otros compuestos.

Las cuatro propiedades de la fibra

Las fibras tienen en común cuatro propiedades y tanto su efecto fisiológico, como su relación con las enfermedades se debe principalmente a ellas:

1. Retención de agua
2. Absorción de compuestos orgánicos
3. Intercambio de iones
4. Fermentabilidad por las bacterias del colon

En relación a la retención de agua, la fibra soluble es aquella que tiene esta capacidad, en este caso es el tipo de fibra contenida en las frutas y las verduras, que proveen de viscosidad y textura a las heces.

Hace algún tiempo en mi equipo de investigación realizamos un análisis sobre la capacidad de retención de agua y la capacidad de retención de grasa de algunas sustancias que se utilizan comúnmente como suplementos que se adicionan a los alimentos.

Como se observa en la Tabla 1, la capacidad de absorción de agua se presenta principalmente en los mananos, como el glucomanano y en el *Psyllium plantago*; pero también en el nopal deshidratado que tiene una capacidad importante de retener agua.

Quisimos indagar si eso estaba asociado con la grasa y observamos que no hay una asociación entre estas dos capacidades, a pesar de que en algunos si existe esta relación.

Tabla 1.

Capacidad de retención de agua y de grasa de los compuestos estudiados.	Tipo de fibra	Capacidad de absorción de agua	Capacidad de absorción de grasa
Salvado de trigo	3.4 ± 0.07	4.0 ± 0.05	
Glucomanano	33.1 ± 1.40	3.3 ± 0.08	
<i>Psyllium plantago</i>	27.7 ± 0.70	3.6 ± 0.02	
Nopal deshidratado	11.1 ± 0.17	3.7 ± 0.010	
Aislado de fibra de nopal	7.1 ± 0.20	4.5 ± 0.10	
Aislado de fibra de soya	7.1 ± 0.06	2.9 ± 0.03	

Es muy relevante la capacidad de la fibra para interactuar con algunas sustancias orgánicas. En la Tabla 2 podemos ver los ácidos biliares: el ácido cólico, glicocólico y taurocólico, y en la parte más inferior de la tabla, su comparación con la colestiramina, sustancia que se utiliza mucho en fármacos para inhibir la reabsorción de ácidos biliares. Algunas fibras, cuando menos *in vitro*, podrían llegar a tener esta funcionalidad, similar a la de un fármaco, aunque por supuesto, sin los efectos colaterales que éste pudiera tener.

% DE UNIÓN			
Fuente de fibra	Ácido cólico	Ácido glicólico	Ácido taurocólico
Cascarilla de arroz (grano grande)	17.4	11.1	17.7
Cascarilla de arroz (grano pequeño)	25.7	40.3	21.9
Cascarilla de trigo	17.8	10.7	17.3
Arroz entero	44.2	25.6	24.5
Trigo entero	14.8	14.1	4.2
Alfalfa	19.9	11.5	6.9
Celulosa	3.0	1.2	1.0
Lignina	43.7	30.9	22.1
Colestiramina	60.7	74.2	80.7

Tabla 2.

Capacidad de unión de diferentes tipos de fibra y colestiramina.

Resulta también muy importante considerar la capacidad de la fibra de retener o de intercambiar iones, ya que su ingestión tiene el potencial de disminuir la absorción de minerales. Hace más de quince años hicimos algunos estudios en donde comparamos la dieta rural con la dieta urbana y el resultado mostrado en la Tabla 3, fue que el contenido de fibra en la dieta rural era cuatro veces mayor pues ésta es una dieta basada en frijoles y tortilla, sin embargo estos alimentos también contienen ácido fítico, una sustancia capaz de secuestrar algunos minerales de importancia nutricional como el hierro, el magnesio, el calcio y el zinc. Generalmente el ácido fítico se encuentra en alimentos como granos y semillas, alimentos que adicionalmente contienen fibra.

Finalmente pudimos discernir cómo en la dieta rural, que tiene mayor contenido de fibra y ácido fítico, la absorción aparente de minerales es aproximadamente tres veces más baja que la dieta urbana que tiene una cantidad importante de fibra.

Tabla 3.

Ingestión de ácido fítico y fibra en 16 mujeres con dieta rural y urbana.			Dieta Rural	Dieta Urbana
	Fibra total g/día	40.2 ± 2.60	12.1 ± 0.90	
	Ácido fítico g/día	1.07 ± 0.09	0.07 ± 0.01	
	Ácido fítico umol/día	1.62 ± 0.14	0.09 ± 0.02	

En cuanto a la propiedad de la fibra para ser fermentada, sabemos que esta no se digiere en su paso por el intestino delgado, sino que llega al colon de manera intacta y es ahí donde se presenta el proceso de fermentación. Los productos de esta fermentación son ácidos grasos de cadena corta, especialmente cuatro: acético, propiónico, butírico y valérico. El acético y el propiónico se pueden ir al hígado, donde van a modificar el metabolismo de lipoproteínas, mientras que el ácido butírico se va a utilizar como un sustrato para fuente de energía de las células en el colon.

Las fibras que más se fermentan son las fibras solubles; nuevamente la fibra de las frutas y de las verduras. La cascarilla de los cereales, las celulosas y las hemicelulosas son mucho más resistentes a la degradación bacteriana.

La asociación de estas cuatro propiedades fisicoquímicas es relevante para el análisis de algunas enfermedades, de modo que podemos preguntarnos ¿Qué tipos de componentes de la fibra están actuando? ¿Es la fibra soluble o insoluble? ¿Cuál es la respuesta fisiológica? La retención de agua por ejemplo, está asociada a la viscosidad del contenido intestinal, lo que modifica el peso de las heces y la velocidad del vaciamiento gástrico. La absorción de compuestos orgánicos tiene que ver principalmente con la interacción y excreción de ácidos biliares, y quizás de algunos carcinógenos.

De igual forma la capacidad de intercambio de cationes está asociada principalmente con un mayor aumento en la excreción de minerales y finalmente en la degradación bacteriana, teniendo que ver con la producción de ácidos grasos, la disminución del pH, la flatulencia y el aumento en el peso de las heces.

De esta manera, con la ingestión de fibra se incrementan la masa y suavidad de las heces, la frecuencia de defecación, el tiempo de vaciamiento gástrico, el crecimiento bacteriano y como vamos a ver más adelante, la sensibilidad a la insulina y la saciedad. Por otro lado, se reducen la absorción de colesterol, la reabsorción de sales biliares, la respuesta glucémica de los alimentos y puede tener efecto sobre los triglicéridos.

PRIMERA PARTE

La ingestión de fibra y las enfermedades

Vamos a comentar ahora cuál es la consecuencia de algunos de estos fenómenos en las enfermedades. Me voy a enfocar más al síndrome metabólico, a las enfermedades cardiovasculares, a la diabetes y a la resistencia a la insulina la cual a su vez se ve afectada por la obesidad, especialmente de tipo abdominal.

Obesidad

¿De qué manera se puede relacionar la fibra con la obesidad? La manera más importante en la que está vinculada es con la disminución en la densidad calórica; las dietas altas en fibra son dietas que tienen un contenido calórico más bajo y ésta es su principal contribución. También puede presentarse un aumento en la saciedad, debido principalmente a que el proceso de digestión se modifica, se vuelve un proceso más lento que propiciará una sensación de saciedad.

Un área mucho más reciente de investigación, es la modulación del apetito por las hormonas y polipéptidos del tracto gastrointestinal. Algunas sustancias como las que se sintetizan en el epitelio del tracto digestivo, tienen la capacidad de mandar señales al cerebro y modificar el mecanismo de saciedad. Entre estas sustancias se encuentran el péptido parecido al glucagón (GLP-1), la oxintomodulina, el péptido YY y el polipéptido pancreático.

Apenas se está identificando actualmente cuál es la contribución de estas sustancias al mecanismo de saciedad, pero creemos en los próximos años vamos a tener una gran cantidad de posibilidades para tratar incluso, los procesos de deposición de grasa y la obesidad a través de la modificación de estas hormonas.

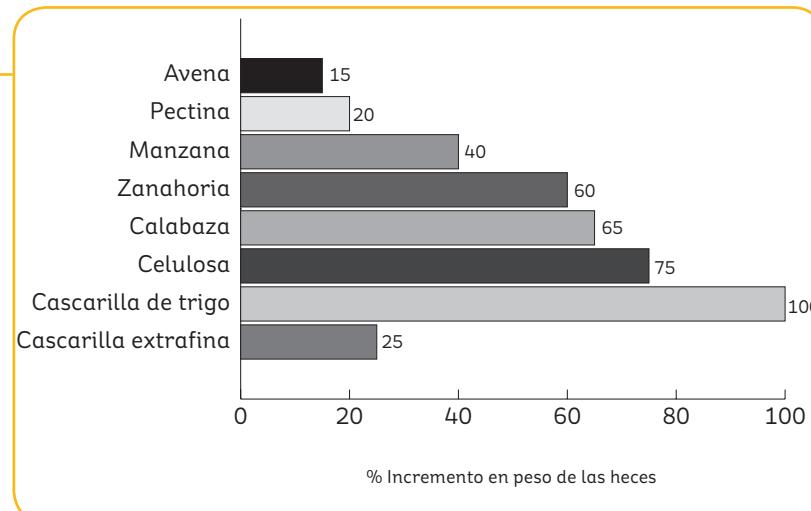
Constipación

Acerca del efecto de la fibra en la constipación, sólo recalcaré que la fibra tiene un efecto regulador. La fibra soluble es poco efectiva precisamente porque se fermenta y al fermentarse va a contribuir menos al peso de las heces; en este aspecto, la cascarilla de los cereales o cereales enteros son más efectivos que la fibra soluble.

En la Figura 1 se muestra el efecto relativo de diferentes fuentes de fibra sobre el peso de las heces, donde podemos observar, en la parte inferior, que las cascarillas de los cereales tienen un efecto mayor en relación con las fibras de verduras y de frutas.

EL PAPEL DE LA FIBRA EN EL MANEJO DE LA OBESIDAD

Figura 1.
Efecto relativo de diferentes fuentes de fibra sobre el peso de las heces.



Cáncer

Sobre este tema se ha comentado que el cáncer de colon, así como el de recto, podrían estar asociados con la fibra. Si revisamos la epidemiología del cáncer en México encontraremos que el cáncer de colon tiene una diferenciación epidemiológica importante. El cáncer de colon se presenta muy poco en hospitales privados y es más frecuente en hospitales públicos. Es posible que exista alguna asociación importante con la dieta; la epidemiología del cáncer puede indicar que la dieta esta contribuyendo a ella y a su vez, la fibra también puede tener alguna incidencia en esta enfermedad.

La evidencia de ello es epidemiológica principalmente; los resultados experimentales son inconsistentes y la forma en que la fibra podría estar contribuyendo es a través de un efecto de dilución del contenido intestinal, haciendo de esta manera que las sustancias carcinógenas tengan menor contacto con las células y haya una disminución en la absorción de estas.

Este efecto de fermentación en el colon, a través de la producción de ácidos grasos, puede contribuir con la disminución de algunos carcinógenos. Esto es muy claro en un estudio en ratas donde algunas fibras, especialmente solubles, tienen la capacidad de disminuir la incidencia de cánceres inducidos en estos animales. ¿Qué tanto está ocurriendo esto en los humanos? No lo sabemos.

Diabetes

En cuanto a esta enfermedad, es conocido que la fibra disminuye la velocidad de digestión y absorción de carbohidratos, por lo tanto, disminuye la resistencia a la insulina, así como su secreción. Algunos de los polipéptidos sintetizados en el tracto digestivo pueden estar relacionados también con la resistencia a la insulina.

Este fenómeno de resistencia a la insulina ocurre principalmente con las fibras solubles; las fibras de los cereales tienen un índice glucémico un poco más alto y las de las leguminosas mas bajo. Los frijoles tienen un poder de disminución importante en el índice glucémico y, por lo tanto, pueden estar asociados con una protección frente a este fenómeno de resistencia a la insulina. En general, las leguminosas son las que tienen un impacto mayor en esta situación.

Hipercolesterolemia

Por último, comentaré el efecto de la fibra en los niveles de colesterol; la fibra puede bajar hasta un 20% la concentración de colesterol en el plasma y esto se debe principalmente al aumento de la viscosidad en el tracto digestivo y a la interacción que tiene con sales biliares y, por ende, con la síntesis de colesterol. Otro posible efecto es la capacidad de los ácidos grasos producidos, de llegar al hígado y modificar el metabolismo de lipoproteínas.

Recomendaciones de ingestión de fibra en México

En cuanto a las recomendaciones de ingestión de fibra para México, éstas son similares a las de Estados Unidos y Canadá donde al igual que en nuestro país, tampoco se alcanza el nivel de consumo deseado para la mayoría de las personas.

Por otro lado, nosotros investigamos si había un efecto del nivel socioeconómico en la ingestión de fibra y no lo hay, sin embargo, en la Tabla 4 se observa que al dividir al país en 19 regiones, algo que sí encontramos fue que, a excepción de una región, en un periodo de diez años -entre 1979 y 1989-, todas las regiones experimentaron una disminución muy importante en el contenido de fibra en su alimentación.

Tabla 4.

Promedio de ingestión de fibra en zonas rurales de México (g/día).	Encuesta 1979				Encuesta 1989			FT (1989-1979)
	Región	FI	FS	FT	FI	FS	FT	
1	21.01	4.03	25.04	15.04	2.51	17.55	-7.49	
2	21.28	4.08	25.36	17.12	2.90	20.02	-5.34	
3	23.06	3.90	26.96	17.51	2.81	20.32	-6.64	
4	28.62	4.52	33.14	23.61	3.50	27.11	-6.03	
5	23.38	3.66	27.04	17.92	2.81	20.73	-6.31	
6	22.40	3.48	25.88	16.65	2.42	19.07	-6.81	
7	28.29	4.25	32.54	19.76	2.98	22.74	-9.8	
8	21.14	2.84	23.98	19.27	2.74	22.01	-1.97	
9	25.19	3.67	28.86	19.18	2.83	22.01	-6.85	
10	24.40	3.35	27.75	21.31	2.98	24.29	-3.46	
11	23.02	3.11	26.13	20.75	2.81	23.56	-2.57	
12	22.07	3.06	25.13	21.46	3.10	24.56	-0.57	
13	22.57	2.86	25.43	20.72	2.75	23.47	-1.96	
14	30.04	3.94	33.98	21.08	2.93	24.01	-9.97	
15	24.79	3.28	28.07	19.96	2.95	22.91	-5.16	
16	23.04	3.04	26.08	21.91	2.97	24.88	-1.2	
17	23.72	3.20	26.92	21.29	3.16	24.45	-2.47	
18	17.35	2.43	19.78	19.43	2.85	22.28	2.5	
19	25.19	3.56	28.75	20.38	2.88	23.26	-5.49	

FI: Fibra insoluble, FS: Fibra soluble, FT: Fibra total

Para concluir podemos decir que resulta lamentable que la urbanización de las zonas rurales y toda una serie de fenómenos sociales puedan ser los factores que están contribuyendo a que estemos consumiendo una menor cantidad de fibra en este país.

Esperamos que esta situación pueda modificarse positivamente, al contar con mayor información acerca de los beneficios de la fibra dietética en la salud.

EL PAPEL DE LA FIBRA EN LA SACIEDAD

Doctora Kathryn Greaves

En este capítulo me voy a referir a la regulación de la ingesta de alimentos, a los estudios epidemiológicos y clínicos que abordan la saciedad, así como a los efectos de la fibra en el apetito.

Hay muchos sistemas y órganos que están involucrados en la saciedad; no es simplemente sentirse satisfecho al terminar de comer, sino de la entrada del alimento en el tracto digestivo y la liberación de hormonas en el organismo.

Estas hormonas pueden enviar mensajes directamente al cerebro para que tengan un impacto inmediato en el apetito, o pueden tomar la ruta hacia dicho órgano a través del sistema circulatorio, que es un camino más lento en lo que se refiere a la saciedad.

Los factores fisiológicos, así como los muchos otros factores, están relacionados con el control del apetito; pueden existir otros elementos, como por ejemplo, desde el punto de vista cognitivo, el cómo nos sentimos en relación a la alimentación, si estamos estresados o no; además, cómo la comida tiene un efecto en nuestra vida. También hay factores sensoriales que intervienen en el proceso del apetito; si por ejemplo, estamos en la oficina y escuchamos que alguien está abriendo una bolsa de papas fritas, el sonido nos abrirá el apetito, al igual que la vista, el olor y la textura, nos provocan comenzar a salivar.

Todos estos factores y muchos más, como la cantidad de calorías que tienen los alimentos y la variedad disponible, también están involucrados con el apetito; si estamos frente a una barra de comida o un bufet, nuestra percepción es diferente. Es decir, el fenómeno del apetito es muy complejo, no sólo desde el punto de vista cognitivo, pues también intervienen en él, mecanismos cerebrales y factores fisiológicos, entre otros.

La fibra en el peso corporal

En los estudios epidemiológicos básicamente se evalúa la ingesta de alimentos en un momento dado para realizar medidas antropométricas, y es así como vemos la relación entre el alimento que se ingirió y sus repercusiones. Por ejemplo, observamos la ingesta de fibra, la cantidad que consume una persona en un periodo determinado, nos enfocamos en su peso o índice de masa corporal y encontramos las relaciones. En estos estudios correlacionados nos enfocamos en un punto de medición específico y nos encontramos

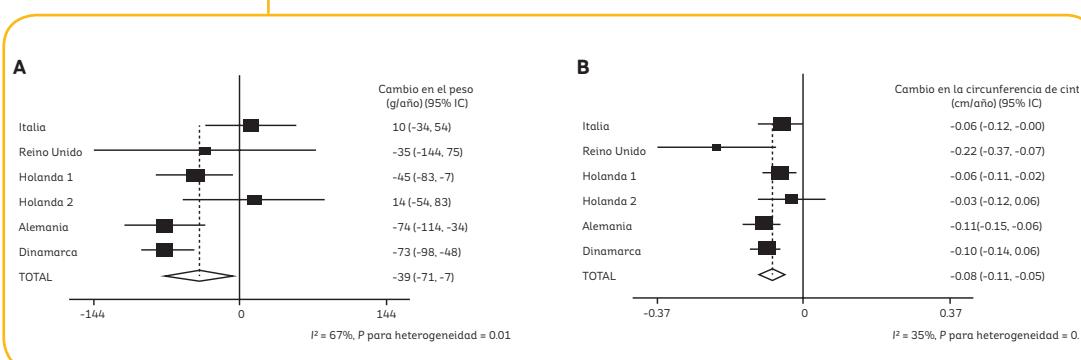
con que las personas que consumían más fibra tenían una circunferencia abdominal menor, un peso menor, así como menos grasa corporal.

Hay numerosos estudios que demuestran que la fibra dietética y la fibra proveniente de los cereales, al ser ingeridas en abundancia, están relacionadas con un menor aumento de peso corporal, es decir, las personas aumentan menos de peso consumiendo fibra; esto se verificó en un estudio científico con duración de ocho años¹. En otro estudio que duró doce años, se observó una reducción de casi 50% en el riesgo de aumento de peso en las personas que tenían una dieta alta en fibra². En este caso detectamos también que, conforme se aumenta la ingestión de fibra, se baja de peso. Lo que tiene mayor importancia en los resultados obtenidos es que esta situación tiene más impacto en personas con mayor índice de masa corporal; entonces, conforme más comamos y aumentemos el consumo de fibra, bajaremos más de peso a medida que pase el tiempo.

Figura 1.

Asociaciones entre fibra total y cambios en el peso corporal y la circunferencia de cintura.

La Figura 1 muestra un estudio científico muy interesante, aplicado en seis regiones de Europa y que consistió en investigar la relación entre fibra dietética total, la proveniente de cereales, de frutas y verduras, el peso corporal y la circunferencia de cintura³. El estudio concluyó apoyando que la fibra dietética puede tener un papel benéfico en la ganancia de peso.



¹Koh-Banerjee P, Franz M, Sampson L, Liu S, Jacobs DR Jr, Spiegelman D, Willett W, Rimm E. Changes in whole-grain, bran, and cereal fiber consumption in relation to 8-y weight gain among men. *Am J Clin Nutr.* 2004 Nov; 80(5): 1237-45.

²Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *Am J Clin Nutr.* 2003 Nov; 78(5): 920-7.

³Du H, Van der A DL, Boshuizen HC, Forouhi NG, Wareham NJ, Halkjaer J, Tjønneland A, Overvad K, Jakobsen MU, Boeing H, Buijsse B, Masala G, Palli D, Sørensen TI, Saris WH, Feskens EJ. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. *Am J Clin Nutr.* 2010 Feb; 91(2): 329-36.

De acuerdo con los estudios referidos anteriormente podemos afirmar que las dietas bajas en fibra contribuyen al aumento de peso, mientras que aquellas dietas con alto aporte de fibra contribuyeron a la baja de peso. Los estudios epidemiológicos permiten conocer que existen diversos factores que tienen un impacto en el peso corporal, por ejemplo, el género, el tabaquismo, la actividad física.

Saciedad y Saciación

Antes de hablar de la evidencia clínica que tenemos, me voy a referir brevemente al apetito y a expresar algunas definiciones. El término saciación se refiere al tiempo que transcurre entre el momento en que empezamos a comer y terminamos. Básicamente, terminamos la comida cuando nos empezamos a sentir satisfechos. Por otro lado, la saciedad es el tiempo que pasa entre el momento en que terminamos una comida e iniciamos la siguiente; entre la comida y la cena, por ejemplo. Podemos ver que tenemos un gran nivel de saciedad cuando terminamos de comer y ésta se va disipando con el tiempo; a la vez, tenemos un nivel más bajo de hambre y al transcurrir el tiempo ésta aumenta; es entonces cuando empezamos la siguiente comida.

¿Qué sucede, en términos de saciación, si añadimos fibra? Podemos observar una sensación rápida de satisfacción. ¿Qué es lo que pasa? Que la ingesta de comida termina mucho antes y, por lo tanto, vamos a comer menos. Ahora, ¿qué pasa con la saciedad? Sabemos que si añadimos fibra a la alimentación tendremos una sensación más prolongada de saciedad, y una de hambre más corta, por lo que iniciamos la siguiente comida mucho más tarde. El potencial que tiene el consumo de fibra es el impacto no nada más de la saciación durante la comida, sino de la saciedad entre comidas.

Si acudimos a la literatura disponible hoy en día, encontramos varios datos recopilados durante los últimos diez años. Lo que podemos resaltar de estos estudios realizados es que, en los de corto plazo, se sugiere que un alto consumo de fibra reduce la ingestión de alimentos, aumenta la saciedad y disminuye el hambre. En una revisión científica se encontró que si aumentamos la ingestión de fibra a 14 gramos por día, principalmente en forma de suplemento y 30 minutos antes de comer, se come menos durante el tiempo de comida, hay una reducción de 10% en la ingesta calórica y una pérdida de peso de 1.9 kg en 3.8 meses. Estos efectos son más pronunciados en las personas obesas que en las de peso normal.⁴

⁴Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutr Rev.* 2001 May; 59(5): 129-39.

Propiedades fisicoquímicas de la fibra

En otro capítulo de este libro ya se trató el tema de las propiedades fisicoquímicas de diferentes tipos de fibra, donde encontramos que las fibras viscosas son más efectivas para tener más saciedad. Resultados de otros estudios indican que necesitamos más información de los diferentes tipos de fibras, de la cantidad de fibra que es necesaria para causar estos efectos de saciedad, así como del tipo de ingestión más adecuada (comida vs. suplementos). Por último, se señala que es necesario realizar más estudios de largo plazo para examinar los efectos de los diferentes tipos de fibra en la saciedad.

La Tabla 2, corresponde a los resultados de la revisión sistemática de la literatura disponible sobre la relación de diferentes tipos de fibra, apetito, consumo de energía y peso corporal.⁵

Tabla 2.
Revisión sistemática de estudios de intervención: Consumo de fibra y apetito.

Grupo de fibra	Apetito subjetivo		Consumo de energía		Energía a largo plazo		Peso corporal	
	Comp.*	Efecto	Comp.	Efecto	Comp.	Efecto	Comp.	Efecto
Arabinoxilano					2	+	3	+
Rico en arabinoxilano	16	+	1	-	8	++	12	-
Quitosano					1	-	7	++
Dextrina	3	-	1	++	4	-	3	++
Fructano	6	-	4	-	5	++	3	+
Glucano	13	++	5	-	1	-	2	--
Rico en Glucano	2	-	4	++	3	-	4	--
Manano	8	+	6	-	6	++	26	+
Polisacárido marino	2	+			2	-	2	++
Rico en pectina	1	++					1	--
Pectina	4	++	1	++				
Almidón resistente	3	-	1	++	6	+	3	
Más viscoso	37	++	16	+	12	-	45	
Menos viscoso	21	+	10	-	26	+	21	
Más soluble	46	+	22	+	23	+	47	
Menos soluble	12	+	4	-	15	+	19	
Más fermentable	33	+	16	+	24	+	39	
Menos fermentable	25	+	10	-	14	+	27	
Fibra Total	58	+	26	+	38	+	66	

*Composición

⁵ Wanders AJ, Van den Borne JJ, De Graaf C, Hulshof T, Jonathan MC, Kristensen M, Mars M, Schols HA, Feskens EJ. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. *Obes Rev*. 2011 Sep;12(9): 724-39.

Como en muchas otras investigaciones que se publican hoy en día, se detectó que las propiedades fisicoquímicas asociadas a las fibras no mencionan realmente cuál es la composición o la naturaleza química de ellas. Si contamos con más información de esta naturaleza, podremos avanzar mucho más rápido hacia determinar su relación más clara con el apetito. Es por ello que resulta claro el hallazgo encontrado en una revisión acerca de que distintos tipos de fibra afectan el apetito y el peso corporal de manera diferente, pues se requiere una mejor caracterización de los tipos de fibra, para una mejor comprensión de los mecanismos mediante los cuales las fibras están actuando sobre el apetito.

En términos de consumo de energía, algunas fibras como los glucanos, la pectina y fibras viscosas brindan los mayores beneficios. Por otra parte, en cuanto a la ingesta de energía a largo plazo, encontramos que los glucanos son los más efectivos. Por último, en lo que se refiere al peso corporal, el resultado es totalmente diferente pues las que tienen más impacto son las dextrinas y los polisacáridos.

Existen distintos tipos de fibras que inciden de manera diversa en el cuerpo humano; las fibras más viscosas afectan el apetito y tienen una acumulación de energía mayor. No se ha encontrado evidencia consistente para establecer la asociación entre las propiedades fisicoquímicas y el peso corporal.

Es necesario hacer más investigaciones en cuanto a estudios de largo plazo; la influencia fisiológica de las fibras sobre la masa corporal en el largo plazo es más compleja de lo que se entiende hoy en día, y no podemos extrapolar lo que puede suceder en el largo plazo, a partir de los resultados de estudios de corto plazo con los que contamos hoy. Además, requerimos hacer más investigaciones para precisar los efectos de la fibra en el largo y el corto plazo en cuanto al apetito subjetivo, la ingestión de energía y el peso corporal.

Por lo que se refiere al peso corporal, aunque se ha desarrollado este tema en otras secciones de este libro, quisiera resaltar el proceso de la fibra dietética en el cuerpo humano.

En primer lugar, al aumentar la cantidad de fibra dentro de la dieta, va a disminuir la cantidad de calorías asociada con la alimentación. Segundo, las fibras viscosas aumentan la masticación, lo que trae como consecuencia una ingestión más lenta de los alimentos, provocando la secreción de jugos dentro de la boca, formando geles que hacen que el estómago se vacíe más rápido.

Tercero, cuando la fibra llega al estómago y estimula los jugos gástricos, hace que el estómago se distienda y se envían señales al

cerebro; las hormonas se van directo al sistema sanguíneo y también envían señales al cerebro.

Cuarto, se reduce la liberación de hormonas gástricas.

Quinto, hay un acceso limitado a las enzimas digestivas y un retraso en la absorción de los nutrientes, lo que reduce se traduce en un menor aporte energético.

Sexto, se presenta un aumento en la liberación de hormonas intestinales, lo que prolonga la sensación de saciedad.

Por último, también mencionamos la fermentación que, una vez más, trabaja por medio del sistema neuronal hacia el cerebro.

La regulación de la ingestión de alimentos es compleja porque incluye factores fisiológicos, sensoriales y cognitivos, así como los atributos de los alimentos. La investigación sobre el apetito está evolucionando y las metodologías para llevarla a cabo están emergiendo y deben ser estandarizadas.

En los estudios epidemiológicos abordados, mostramos una relación inversa entre la ingestión de fibra y el desarrollo de adiposidad. Los estudios de intervención generalmente sostienen el hecho de que la fibra surte un efecto en el apetito, pero son inconsistentes en cuanto al comportamiento de distintos tipos de fibra, las cantidades a suministrar y cómo proporcionarlas, es decir, en cómo hacerlas llegar a la dieta de la población.

Los ingredientes de la fibra trabajan a través de diversos mecanismos fisiológicos, como la distensión estomacal, el retraso en el vaciado gástrico y la liberación de hormonas intestinales que actúan como señales o demoran la absorción de nutrientes dentro del cuerpo.

Finalmente, la viscosidad, la solubilidad y la fermentación pueden ser tan sólo algunos de los atributos de la fibra que conducen a reducir el apetito y la ingestión de alimentos, lo que nos induce a una amplia gama de oportunidades para futuras investigaciones.

EL PAPEL DE LA FIBRA EN LA FLORA INTESTINAL

Doctor Pedro Gutiérrez Castrellón

En los capítulos anteriores se han tocado diversos e importantes temas, tales como las definiciones de fibra; la clasificación de ésta en funcional y no funcional; el papel de la fibra y la viscosidad; las investigaciones y evidencia del impacto de la fibra en la saciedad y la obesidad, entre otros aspectos. Por lo que a continuación voy a tratar el tema del impacto de la fibra sobre los prebióticos y la microflora intestinal.

¿Por qué hablar de la fibra y de la microflora intestinal? Como se muestra en la Figura 1 del *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*¹, dentro de nuestro organismo existen cerca de un trillón de microorganismos que conforman la microflora intestinal y que en términos generales, benefician nuestra salud.

Cuando un bebé nace, su intestino prácticamente está en condiciones de esterilidad; conforme van avanzando los días, a partir del séptimo día de vida extrauterina y cuando empieza la alimentación complementaria, comienza un proceso de desarrollo diferencial en la microflora intestinal. En la misma Figura 1 podemos apreciar el crecimiento logarítmico de los Firmicutes y, de manera menos significativa de los Bacteroidetes, debido al contacto con el medio ambiente y con la alimentación, ya sea con leche materna o sin ella.

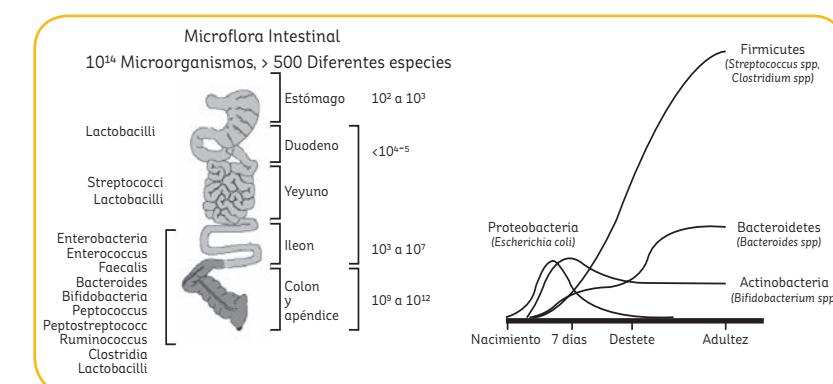


Figura 1.
Microbiota
intestinal

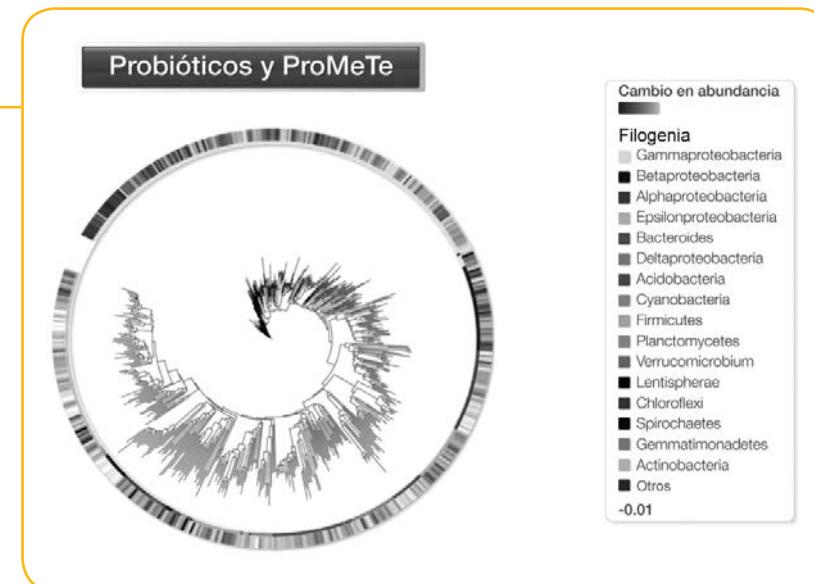
Hace algunos años sabíamos muy poco sobre microorganismos como la *Escherichia coli*, la *Shigella*, la *Salmonella* y otras especies que existen en el intestino. Actualmente, gracias a los avances en la investigación de biosecuenciación, sabemos que existen muchas otras especies viviendo en nuestro organismo.

¹Reinhardt et al. Intestinal microbiota during infancy and its implications for obesity. JPGN 2009 48:249-256.

En la Figura 2, se muestran datos de una publicación de Michael Cox, en PLoS One² que revela cómo se han identificado más de 250 o 270 diferentes especies de microorganismos, la mayor parte de ellos no cultivables a través de medios tradicionales.

Figura 2.

Microbiota y biosecuenciación masiva.

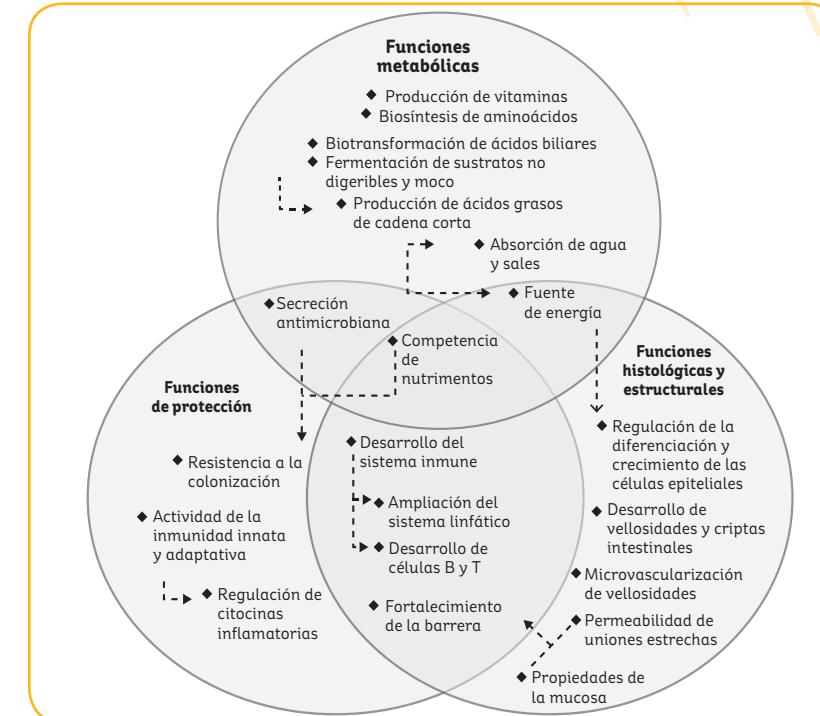


En la actualidad, resulta evidente que parte de esta múltiple cantidad de microorganismos están involucrados en el metabolismo de los nucleótidos, en la transformación de proteínas, en el metabolismo de lípidos y en la utilización de carbohidratos.

En la Figura 3 vemos el impacto de la microflora intestinal sobre una diversidad de funciones metabólicas y de procesos proactivos a nivel de las citocinas inflamatorias y pro-inflamatorias.³ Así como algunos conceptos relacionados con la diferenciación tisular, como cambios en la integridad, en la vascularización y en el crecimiento de los epitelial.

²Cox MJ, Huang YJ, Fujimura KE, Liu JT, McKean M, Boushey HA, Segal MR, Brodie EL, Cabana MD, Lynch SV. *Lactobacillus casei* abundance is associated with profound shifts in the infant gut microbiome. *PLoS One*. 2010 Jan 18;5(1):e8745.

³Prakash et al. Gut microbiota: next frontier in understanding human health and development of biotherapeutics. *Biologics* 5: 71–86. 2011.



Por otro lado la publicación del *Nature Review of Microbiology*, Lora Hooper y colaboradores⁴, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1 evalúa el comportamiento genómico y los patrones evolutivos de los microorganismos que producen enfermedad, como por ejemplo *Salmonella* y *Shigella*, con los microorganismos benéficos para el intestino. El número de genes relacionados con actividades de polisacáridas es muy importante, en relación con el comportamiento y la actividad metabólica que pueden tener algunos microorganismos patógenos.

	Bacteroides thetaiotaomicron VPI-5482	Bacteroides fragilis VCH46	Salmonella enterica subespecie enterica serovar Typhi ⁷³	Shigella flexneri 2a cepa 2457T ⁷⁴
Tamaño del genoma	6.3 mb	5.3 mb	4.8 mb	4.6 mb
Número de glucóido hidrolasa	251 (42)	135 (36)	45 (18)	38 (19)
Número de polisacárido lisas	16 (8)	1 (1)	0	0
Número de carbohidrato esterasas	20 (10)	5 (4)	11 (6)	6 (5)
Número de módulos de unión a carbohidratos	24 (4)	20 (6)	8 (5)	5 (3)

Tabla 1.

Evolución genética de comensales y patógenos.

⁴Hooper. Do symbiotic bacteria subvert host immunity? *Nat Rev Microbiol* 7:367-374. 2009.

Esto nos ha llevado precisamente a establecer que, cuando analizamos el patrón genético de las células eucariotas y las funcionalidades que tienen en el sentido de la evolución y la filogenia, en realidad pareciera que lo importante es la microbiota intestinal y no los seres humanos, porque la microbiota está más evolucionada, tiene una serie de complejos enzimáticos y genéticos que son verdaderamente apasionantes.

Al exponer este comportamiento genético de manera muy esquemática y, pensando que a nivel de la luz intestinal lo que predomina son microorganismos de tipo patogénico, sobre todo en la capa más superficial del moco intestinal donde llegan los diferentes componentes de la dieta, entonces se utiliza la maquinaria energética del huésped, pero prácticamente no hay una situación de beneficio.

A diferencia de ello, cuando un microorganismo benéfico, como por ejemplo las especies Bacteroidetes, se enfrenta a parte del contenido de la dieta, una parte de éste es aprovechado precisamente por el microorganismo, pero una parte de los componentes de la dieta van a ser metabolizados de manera parcial por estos microorganismos benéficos, precisamente para la utilización energética de nosotros mismos.

Parte de este fenómeno fue explicado por Frederich Backhed⁵. En la parte superior de la Figura 4 lo que se está graficando es el tejido adipocítico del epidídimo de ratones de laboratorio, a los que les denominaron "Ratones libres de microorganismos patógenos" (GF), desarrollados en laboratorios de ratones gnotobióticos en donde se establecen tres diferentes tipos de animales de experimentación.

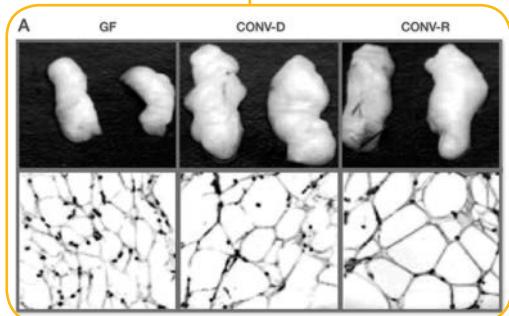


Figura 4.

Microbiota y adiposidad

En el primer grupo, los animales GF son especímenes que nacen en un medio totalmente estéril; en las primeras semanas de la vida extrauterina se les inyectan microorganismos benéficos, lactobacilos y bífidobacterias, a través de una sonda nasogástrica.

A diferencia de ellos, el grupo denominado "Conv-D" está constituido por ratones a los cuales, en cuanto nacen, se les inyecta una mezcla

⁵Bäckhed F et al. The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage. PNAS 44 15718-15723. 2004.

de microbiota benéfica y de microbiota patógena, que es algo muy parecido a lo que nos sucede a los seres humanos.

Por otro lado el grupo denominado "Conv-R", esta conformado por aquellos ratones a los que se les inyectan microorganismos patógenos: *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia coli*.

En la parte inferior de la Figura 5 lo que observamos es que, cuando predomina una microbiota benéfica en el nivel intestinal, el tamaño de las células adipocíticas es clínica y estadísticamente mucho menor comparado con los individuos con microorganismos patógenos.

De manera concomitante con lo anterior, en la segunda parte del artículo de Frederich Backhed, no sólo se relaciona el tamaño de los adipocitos, sino cómo la actividad de la leptina está reducida cuando lo que predomina es microbiota benéfica, lo que lleva a una mayor sensación de saciedad y plenitud temprana, no hay picos de insulina y los niveles de ésta se mantienen equilibrados; como consecuencia lógica, el metabolismo de la glucosa está dentro de las condiciones fisiológicas adecuadas.

Esto que sucede en el terreno del modelo de experimentación, ha sido publicado por Mario Kalliomaki, en el *American Journal of Clinical Nutrition*⁶. En la Figura 6 podemos observar lo que sucede cuando se compara un grupo de niños obesos a los seis meses contra un grupo de niños no obesos: es notorio cómo la microbiota de los primeros tiene una menor cantidad de bífidobacterias y una menor cantidad de lactobacilos, tanto a los seis como a los doce meses, comparados con los segundos no obesos.

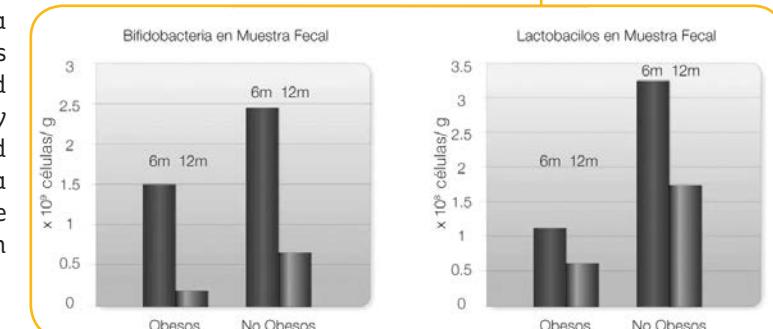


Figura 5.

Microbiota y Obesidad Infantil.

También es relevante ver en la Figura 6, el impacto de los prebióticos sobre los sistemas hormonales, como el aumento en la expresión de las proteínas GPR41 y GPR43 (receptores acoplados a proteínas G), lo que nos lleva a aumentar la actividad del péptido YY (PYY) reduciendo así el tránsito intestinal y aumentando el tiempo de contacto de los nutrientos de la dieta. Por otro lado el aumento

⁶Adaptado de Kalliomäki M. Early differences in fecal microbiota composition in children may predict overweight. Am J Clin Nutr, vol. 87 no. 3 534-538. March 2008.

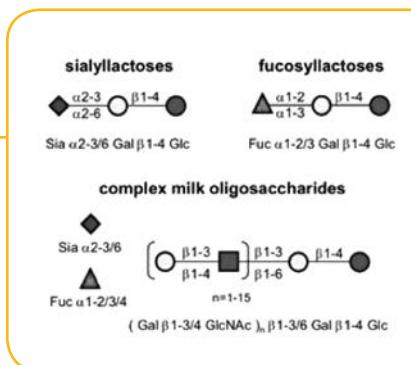


Figura 6.

Prebióticos (fibra) en la leche materna.

Si comparamos la leche materna humana con la leche de conejo o la de otros mamíferos, vemos cómo el contenido de prebióticos en estos animales es prácticamente inexistente, ya que la nuestra contiene más de 200 diferentes prebióticos. Esto se deriva de la publicación de Lars Bode y colaboradores en *Nutrition Reviews*.⁷ Los prebióticos de la leche materna humana son de composición muy compleja; glucosa, galactosa, ácido siálico y otros, son componentes importantes, a diferencia de cuando hablamos de los prebióticos desde el punto de vista sintético.

Ahora, desde una perspectiva práctica, ¿por qué hablar de prebióticos y de microflora intestinal? Una de las publicaciones más antiguas que dan sustento es la de *Archives of Disease in Childhood* del año 2002, cuya autoría es de Boehm y colaboradores. En ella, se compara a los bebés alimentados con leche materna con los alimentados con fórmula. En cuanto los niños empiezan a ser alimentados con leche materna, debido al contenido tan importante de prebióticos en ella, lógicamente el contenido de microflora intestinal tanto de bífidobacterias como de lactobacilos, se va a incrementar de manera significativa. Interesante que lo mismo suceda cuando administramos una fórmula infantil enriquecida con prebióticos con acción de fibra y acción de oligosacáridos.

Del mismo modo, en otra publicación de Ben Xiao Ming y sus colaboradores en *Chinese Medical Journal*⁸ se muestran los resultados de un estudio en el que se compara a un grupo de lactantes alimentados al pecho materno con un grupo de infantes alimentados con una fórmula enriquecida con fibra de acción

⁷Bode L et al. Human milk oligosaccharides: prebiotics and beyond. *Nutrition Reviews*. 67: S183-S191. 2009.

⁸Ben XM, Zhou XY, Zhao WH, Yu WL, Pan W, Zhang WL, Wu SM, Van Beusekom CM, Schaafsma A. 117(6):927-31. Supplementation of milk formula with galacto-oligosaccharides improves intestinal micro-flora and fermentation in term infants. *Chin Med J (Engl)*. 2004.

en la activación de la Angptl 4 (angiopoyetina 4), provoca un incremento en la expresión de la lipoproteína lipasa, de PPAR gamma y de la proteína amiloide 3, así como de muchos otros factores que propician la diferenciación de las células adipocíticas.

prebiótica -en este caso, la lacto-oligosacárida- y se dan cuenta de cómo el contenido de bífidos y de lactobacilos en materia fecal es clínica y estadísticamente muy superior, comparado con el grupo control.

En todos estos estudios es claro que una de las variables de análisis constante es el impacto de la fibra con acción prebiótica sobre la microflora intestinal. Cuando vemos los meta-análisis y al analizar la evidencia en relación con el impacto de la fibra sobre la microbiota, lo primero de lo que nos percatamos es de que prácticamente todos los estudios, con una homogeneidad notoria, demuestran que se reduce el pH a nivel intestinal como consecuencia del incremento del metabolismo de los ácidos grasos de cadena corta.

En una publicación del Centro Cochrane del Instituto Nacional de Pediatría en México, se analizó cuál es el impacto de incluir fibra en la alimentación de los niños. En este estudio se demuestra de manera clara, tanto clínica como estadísticamente, que cuando a lo largo de la vida el niño recibe una cantidad significativa de fibra con acción prebiótica (una fibra funcional), ya sea a través de la dieta de leche materna, mediante fórmulas infantiles enriquecidas, o a través de la propia comida cuando el bebé empieza la alimentación complementaria, el impacto sobre la microbiota es relevante.

Si recordamos todo lo que he venido comentando acerca de la acción de los diferentes microorganismos positivos, sobre todo los avances en investigación sobre este tema, descubrimos un importante impacto benéfico sobre la salud.

En otra publicación de Filipo Salvini en el *Journal of Nutrition*⁹, se muestran los resultados de un ensayo clínico muy importante en el que se incluyeron 172 recién nacidos que, por alguna circunstancia no se pudieron beneficiar con la lactancia materna y fueron aleatorizados en dos grupos -control y de intervención- para analizar cómo se modifica el contenido de lactobacilos y de bífidobacterias. En el grupo de aplicación los niños sólo recibieron un suplemento por seis meses, sin embargo, se les llevó el seguimiento hasta los doce meses de vida y finalmente se encontró que el efecto del suplemento con los prebióticos se extendía hasta esta edad.

Para terminar y tratar de cerrar de manera integral este mensaje sobre el impacto de la fibra funcional sobre la microflora intestinal, mencionaré que en *Nutrition Reviews* del 2011 hay una serie de artículos sobre investigaciones hechas en adultos, en las cuales se administraron diferentes tipos de prebióticos en la dieta, durante

⁹Nutr. 2011 Jul;141(7):1335-9. Epub 2011 May 25. 2011.

cinco semanas, doce semanas u ocho semanas. En los resultados se observan muchos de los efectos que cité antes sobre la curva de tolerancia de la glucosa, el metabolismo de los lípidos, el perfil de los triglicéridos y del colesterol, entre otros procesos mediados por la acción de los prebióticos funcionales.

Finalmente me referiré a la publicación de Gemma E. Walton, en el *British Journal of Nutrition*¹⁰, en la que se compara un grupo de adultos manejados con placebo, contra otro grupo manejado con galacto-oligosacáridos; al término del tratamiento, los niveles de bifidobacterias en el grupo que recibió los galacto-oligosacáridos dentro de la dieta fue estadísticamente significativo.

Por último, como señala el Dr. Rosado en el capítulo de su autoría, es importante que cuando hablamos de algún ingrediente bioactivo funcional en relación con los diferentes efectos que produce en la salud, lo que éste hace sobre el tejido graso, la tolerancia de la glucosa y demás, los conceptualicemos y consideremos que existen una serie de factores relacionados con el huésped, con la dieta, y también con el medio ambiente de ese individuo en ese momento particular, para tratar de hacer un verdadero análisis. Este tipo de análisis es denominado “análisis de sistemas complejos”.

En resumen, considero que el terreno de los probióticos y su impacto en la salud del niño, está avanzando a pasos agigantados. En este momento tenemos evidencia de cómo la introducción temprana de probióticos a través de la leche materna o de las fórmulas infantiles, o a través del inicio de una dieta complementaria enriquecida con probióticos, permite reducir el riesgo de enfermedad diarreica durante los primeros dos años de vida. También de cómo reduce el riesgo de infecciones respiratorias en niños que acuden a guarderías e, inclusive, existe evidencia contundente y robusta que señala el impacto de la adición de probióticos sobre la reducción del riesgo de algunas enfermedades atópicas. De igual manera, conforme pasa el tiempo surge mayor evidencia que intenta determinar el impacto de la adición temprana de probióticos en recién nacidos prematuros sobre el riesgo de enterocolitis necrotizante e igualmente en la reducción del riesgo de obesidad y sus comorbilidades en niños en edad preescolar y escolar. Sin duda alguna, en los próximos años veremos cómo el terreno de los probióticos y su impacto en la salud del niño se redondea de una forma integral y eficiente conforme mayor evidencia es generada e incorporada a la experiencia, los valores y las realidades económicas para la toma eficiente de decisiones en salud.

¹⁰Salvini F, Riva E, Salvatici E, Boehm G, Jelinek J, Banderali G, Giovannini M. A specific prebiotic mixture added to starting infant formula has long-lasting bifidogenic effects.

SEGUNDA PARTE

RELACIÓN DE LA FIBRA CON LA DIABETES Y LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

EFFECTO DE LA FIBRA SOBRE EL ÍNDICE GLUCÉMICO

La fibra dietética, incluye a todos aquellos polisacáridos y la lignina que no son fermentables por las enzimas del tubo digestivo y que teóricamente, no producen energía. Sin embargo, debido a que se fermentan por las bacterias del colon sí se produce energía útil para los colonocitos. Por este motivo, la fibra fermentable es muy importante para la recuperación del tejido, particularmente en la colitis ulcerosa y la enfermedad de Crohn. Cuando se fermenta, la fibra produce acetato, y butirato -no gluconeogénicos- y propionato, que sí lo es, aunque en forma muy modesta.

En el etiquetado nutrimental de un producto industrializado, el contenido de fibra se informa como parte del contenido de hidratos de carbono de éste, pero cuando se trata de fibra soluble se excluye del cálculo de energía.

Los hidratos de carbono deben representar entre 45% y 65% de la dieta y el requerimiento mínimo a consumir al día para alcanzar una adecuada actividad cerebral es de 130 gramos; esta cantidad puede ser ligeramente mayor en algunos casos y el requerimiento es diferente en hombres y mujeres.

Existe evidencia epidemiológica, clínica, experimental e, incluso, molecular sobre los efectos benéficos de la fibra en enfermedades como la obesidad, la diabetes, la hipertensión, las dislipidemias e incluso alteraciones hepáticas. La fibra dietética puede mejorar y prevenir potencialmente la encefalopatía y disminuir el riesgo de litiasis biliar, sobre todo en pacientes que siguen una dieta de reducción de peso. Los mecanismos por los que la fibra tiene efectos metabólicos positivos -entre ellos el control de la glucemia- se refieren más que nada a la fibra soluble, aunque también la fibra insoluble juega un papel importante. Se ha visto, sin embargo, que no siempre la fibra soluble o insoluble está relacionada con el índice glucémico de los alimentos, como más adelante se comentará.

Doctora. María del
Pilar Milke García

por lo que aumenta la secreción de insulina y, por este mecanismo también, disminuye la glucemia.

En términos generales, la fibra total está relacionada con el índice glucémico; sin embargo, contrario a lo que se podría pensar tomando en cuenta los antecedentes mencionados, no necesariamente es la fibra soluble la que produce este efecto. La cantidad de ácidos urónicos que se encuentran en la fibra insoluble producen hasta 34% de la variabilidad del índice glucémico de la fibra dietética y, junto con las pentosas y hexosas, esta variabilidad puede ser hasta de 50%.¹

El efecto de la fibra dietética ha sido ampliamente estudiado en el tratamiento de obesidad, ya que ayuda a aumentar la saciedad, a disminuir el hambre y a reducir la adiposidad.

En lo que respecta a la diabetes, son cada vez más los estudios controversiales que señalan que no existe relación de ésta con el índice glucémico y que tal vez tampoco influye la selección de alimentos con índice glucémico bajo en la hemoglobina glucosilada, que es un indicador del buen cumplimiento del tratamiento para el diabético. Se ha observado, sin embargo, que el índice glucémico bajo incide en la glucemia de 24 horas, mejora la sensibilidad a la insulina y disminuye la glucosa postprandial a las dos horas.

En pacientes con dislipidemias, los alimentos con bajo índice glucémico pueden reducir la cantidad de colesterol que se absorbe y también disminuir los triglicéridos, pero los efectos en el índice glucémico son debatibles.

Antes de ahondar en aspectos generales sobre el índice glucémico y sus efectos metabólicos, es importante aclarar tres términos:

- La respuesta glucémica
- El índice glucémico
- La carga glucémica

Históricamente se ha vinculado la glucosa no sólo con el control de la diabetes, sino también con las enfermedades cardiovasculares. Desde 1927, Elliot Joslin, fundador del Centro Joslin para la Diabetes en los Estados Unidos, describió la utilidad de reducir el aporte de hidratos de carbono a 100 g/día, cantidad muy inferior a lo que actualmente se recomienda; entre 1920 y 1930 se utilizaron dietas normales o incluso altas en hidratos de carbono para controlar la diabetes. A

¹Wolever TM. Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. Am J Clin Nutr. Jan;51(1):72-5. 1990.

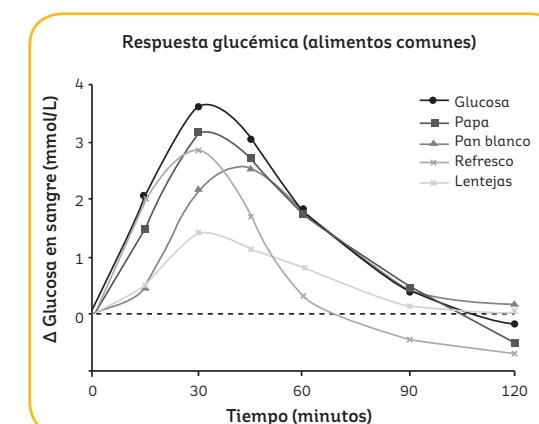
partir de 1940 las opiniones han ido variando como un péndulo, un vaivén de cifras de hidratos de carbono que van aumentando o disminuyendo conforme las revisiones y los consensos. Sin embargo, actualmente se considera que el cuidado nutricio de la diabetes no sólo debe radicar en el ajuste en el consumo de hidratos de carbono, y por ello se ha agregado el componente de la fibra y del índice glucémico dentro de la discusión.

Respuesta, índice y carga glucémica

La respuesta glucémica se refiere al impacto que tienen los alimentos en la glucemia y depende de la digestión -por el efecto de las amilasas- y su posterior absorción. Tanto los monosacáridos como los disacáridos no requieren digestión y son rápidamente absorbidos, a diferencia de los oligosacáridos y polisacáridos.

El término índice glucémico fue acuñado por primera vez por Jenkins en 1981, y es una medida fisiológica de la respuesta glucémica y del requerimiento de insulina de una persona. El índice glucémico se refiere a la respuesta glucémica generada por el consumo de una cantidad de hidratos de carbono disponibles en un cierto alimento, en comparación con la respuesta glucémica a una misma cantidad de hidratos de carbono disponibles en el alimento de referencia (glucosa, sacarosa o pan blanco, que tienen un índice glucémico de 100), siempre en la misma persona. Se calcula comparando las áreas bajo la curva de la concentración de glucosa por el método trapezoidal producidas por el consumo del alimento y de la glucosa.

En la Gráfica 1 se aprecia que la glucosa produce la mayor respuesta glucémica en comparación con las lentejas, que tienen el menor índice glucémico.

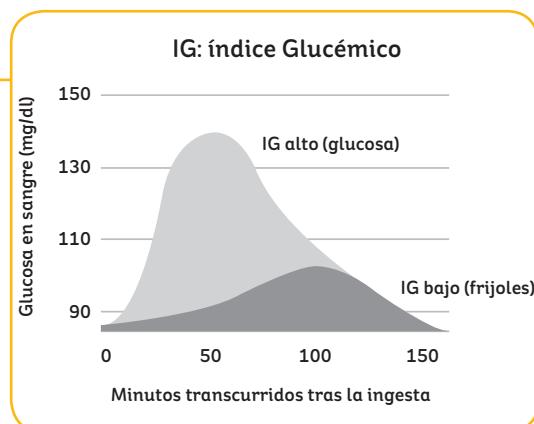


Gráfica 1.
Índice glucémico

En términos generales, los alimentos con alto índice glucémico se digieren completa y muy rápidamente. Como se observa en la Gráfica 2, el pico o concentración máxima después de la ingestión de glucosa (alto índice glucémico) ocurre mucho antes y en forma mucho

Gráfica 2.

Índice glucémico alto y bajo



El índice glucémico puede:

Disminuir, por el consumo de alimentos que contengan fibra dietética, polisacáridos viscosos -que propician el retraso del vaciamiento gástrico-, por la fructosa, lactosa, por las grasas -que también retardan el vaciamiento gástrico- y también por las proteínas, que estimulan la secreción de insulina.

Aumentar por el cocimiento. Una manzana cocida, por ejemplo, tiene un mayor índice glucémico que una manzana cruda.

La carga glucémica se refiere al ajuste del índice glucémico, de acuerdo a la cantidad de hidratos de carbono que contiene ese alimento. La carga glucémica puede referirse a un alimento particular o a la dieta en general.

El método de análisis del contenido de hidratos de carbono en los alimentos que se emplea actualmente es por diferencia, es decir, a 100 se le resta el porcentaje de proteínas, lípidos, cenizas y ácidos grasos. Es por ello que en ocasiones esta cifra no es precisa.

Implicaciones del índice y carga glucémica en la salud

Las implicaciones de la carga glucémica se refieren fundamentalmente a su relación con la enfermedad cardiovascular. Una dieta con bajo índice glucémico contribuye a aumentar la saciedad y, por tanto, disminuye el hambre, con lo cual se reduce la ingestión de alimentos. Esto contribuye a combatir la obesidad y además mejora la sensibilidad a la insulina. Este último factor ha sido medido por medio de una "pinza" o "clamp" euglucémico e hiperinsulinémico,

más importante, esto debido a que la totalidad de la glucosa se absorbe en forma prácticamente inmediata; en cambio, la digestión de los frijoles (índice glucémico bajo) puede ser parcial y lenta y, de ahí, el aplanamiento de la curva.

que es la metodología más aceptada y la más apegada a la realidad, en lugar de la medición de la glucemia en ayuno, por ejemplo, o del HOMA, que es un modelo indirecto de resistencia a la insulina.

Una dieta con bajo índice glucémico disminuye los triglicéridos y las VLDL, protegiendo al individuo de la enfermedad cardiovascular. Algunos estudios han demostrado que una mujer embarazada que consume una dieta con alto índice glucémico probablemente desarrolle un producto no macrosómico, pero sí con un mayor peso para la edad gestacional. Una dieta alta en proteínas mejora la sensibilidad a la insulina y la secreción de insulina inducida. En cambio, una dieta con alto índice glucémico produce hambre, ya que cuando hay una carga glucémica y un índice glucémico muy altos se favorece la secreción de insulina lo que produce más hambre y, por lo tanto, mayor consumo de alimentos. De ahí que el consumo de hidratos de carbono simples, en un principio puede saciar el hambre en forma inmediata, pero después va a aumentarla y, otra vez, generan una mayor secreción de insulina y así sucesivamente, lo que a la larga puede provocar en forma crónica, una mayor resistencia a la insulina.

La resistencia a la insulina es la condición fundamental para que se produzca el síndrome metabólico (obesidad, diabetes mellitus, hipertensión, hipercolesterolemia e hiperuricemia). La manifestación hepática del síndrome metabólico es el hígado graso no alcohólico, que puede manifestarse como una simple esteatosis y una esteatohepatitis no alcohólica hasta producir cirrosis hepática. Estas manifestaciones se están presentando cada vez con mayor frecuencia en nuestro país y en el mundo.

Existen algunas discrepancias en los efectos del índice glucémico ya que, paradójicamente, una dieta con alto índice glucémico disminuye la glucosa en ayuno; sin embargo, la glucosa postprandial sí aumenta, como es de esperarse. Existen algunos estudios que demuestran que una persona que ha estado consumiendo una dieta con un alto índice glucémico a lo largo de mucho tiempo presenta mayor riesgo de desarrollar diabetes mellitus o enfermedad coronaria, ya que una alta cantidad de hidratos de carbono produce hipertrigliceridemia.

A nivel experimental se ha encontrado también que una dieta con bajo índice glucémico ayuda a controlar el peso, mientras que una dieta con alto índice glucémico lo aumenta a expensas, tanto de grasa visceral como de grasa periférica además disminuye la masa magra, altera y atrofia algunas veces las células beta del páncreas, produce intolerancia a la glucosa, aumenta la síntesis de hormonas lipogénicas y, por lo tanto, aumenta la trigliceridemia.

En estudios realizados en niños² se observó que una dieta con bajo índice glucémico disminuye el índice de masa corporal; en el caso de los niños, si se proporciona una dieta con bajo índice glucémico, se puede esperar una pérdida de peso. En otro estudio realizado en mujeres en 2004³, al cabo de diez semanas de estudio, se trató de probar si la dieta con alto y con bajo índice glucémico podría ayudar a disminuir el peso y el hambre y no se observó ninguna diferencia; sin embargo, la diferencia del índice glucémico que se establecía entre los grupos de mujeres era de 20 puntos, que es una diferencia clínicamente insignificante.

En el estudio de Sichieri⁴, se aumentó la diferencia del índice glucémico de las dietas de intervención, utilizando una dieta con muy alto índice glucémico y otra con uno muy bajo durante 18 meses. Los resultados constataron que el peso sí disminuía con una dieta muy baja en índice glucémico; sin embargo, el peso se volvía a recuperar a partir de los doce meses. El índice glucémico bajo, no obstante, sí mejoró la dislipidemia.

Algunas investigaciones epidemiológicas han comparado la dieta en diferentes grupos durante muchos años, evidenciando que no existe correlación entre el consumo de fibra dietética y la incidencia de diabetes. En cambio, en un estudio realizado por Schulze⁵ se demostró que la fibra protege del riesgo de diabetes mellitus. Por su parte, otros estudios encontraron que sí había una correlación entre el consumo de fibra dietética y el índice de masa corporal, pero no se pudo asociar el índice glucémico con el consumo de hidratos de carbono o con la carga glucémica de los alimentos.

En su estudio de 2006, Hare Bruun⁶ encontró que cuando el índice glucémico de la dieta es elevado y sobre todo en mujeres sedentarias, se propicia un aumento de peso, circunferencia de cintura, adiposidad y grasa corporal total.

²Spieth LE, Harnish JD, Lenders CM, Raezer LB, Pereira MA, Hangen SJ, Ludwig DS. A low-glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity. Arch Pediatr Adolesc Med. Sep;154(9):947-51. 2000.

³Sloth B, Krog-Mikkelsen I, Flint A, Tetens I, Björck I, Vinoy S, Elmståhl H, Astrup A, Lang V, Raben A. No difference in body weight decrease between a low-glycemic-index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet. Am J Clin Nutr. Aug;80(2):337-47. 2004.

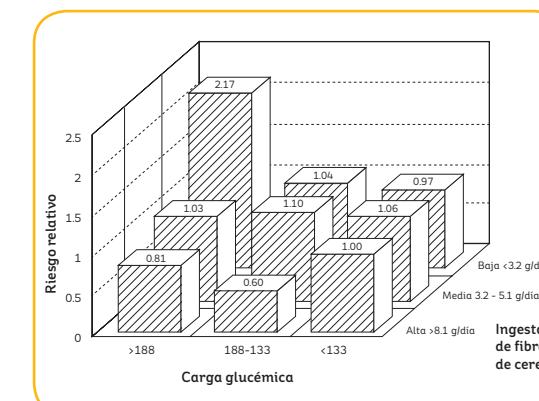
⁴Sichieri R, Moura AS, Genelhu V, Hu F, Willett WC. An 18-mo randomized trial of a low-glycemic-index diet and weight change in Brazilian women. Am J Clin Nutr. Sep;86(3):707-13. 2007.

⁵Schulze MB, Shai I, Manson JE, Li T, Rifai N, Jiang R, Hu FB. Joint role of non-HDL cholesterol and glycated haemoglobin in predicting future coronary heart disease events among women with type 2 diabetes. Diabetologia. Dec;47(12):2129-36. 2004

⁶Hare-Bruun H, Flint A, Heitmann BL. Glycemic index and glycemic load in relation to changes in body weight, body fat distribution, and body composition in adult Danes. Am J Clin Nutr. Oct;84(4):871-9; quiz 952-3. 2006.

Por su parte, Zhang⁷ describió que en el pre-embarazo un índice glucémico alto y un contenido de fibra bajo en la dieta duplican el riesgo de diabetes gestacional.

En la Gráfica 3 se muestran los resultados del estudio de Salmeron de 1997⁸, en los que se observa que, a mayor índice glucémico y menor ingestión de fibra, aumenta el riesgo de enfermedad cardiovascular. Este comportamiento se observa también en mujeres.



Gráfica 3.
Riesgo relativo de diabetes tipo 2 en hombres de acuerdo a la carga glucémica y consumo de fibra dietética.

El hecho de que la hiperglucemia produce hiperinsulinemia y que, cuando ésta se presenta, preferentemente se oxidan los hidratos de carbono y no las grasas explica el por qué una persona que presenta estas alteraciones tiende a mantener su estado de obesidad, más aún porque tanto la hiperglucemia como la hiperinsulinemia favorecen la lipogénesis, por lo que se incrementa la grasa corporal y la persona aumenta el peso.

Como conclusión se puede decir que las dietas con bajo índice glucémico contribuyen a la disminución del peso porque promueven la saciedad, favorecen la oxidación de grasas por la inactivación de la malonil coenzima A -que es un inhibidor de la beta oxidación-, disminuyen la secreción de insulina, mejoran el control de la diabetes y disminuyen el riesgo cardiovascular. También son dietas seguras ya que no aumentan las LDL o la posibilidad de que se presente hipoglucemias.

Independientemente de que algunos estudios no muestren una importante correlación entre el contenido de fibra dietética y el índice glucémico o carga glucémica, estos dos últimos parámetros pueden predecir una respuesta metabólica.

⁷Zhang C, Solomon CG, Manson JE, Hu FB. A prospective study of pregravid physical activity and sedentary behaviors in relation to the risk for gestational diabetes mellitus. Arch Intern Med. Mar 13;166(5):543-8. 2006.

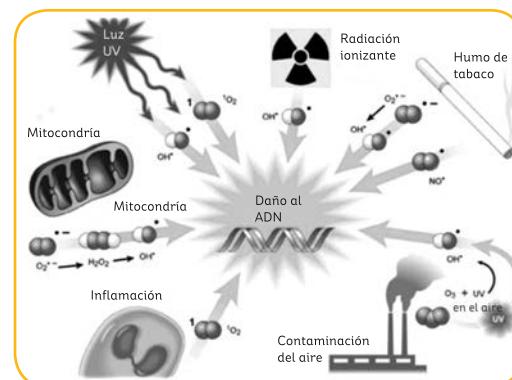
⁸Salmerón J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, Stampfer MJ, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. Diabetes Care. Apr;20(4):545-50.1997.

IMPLICACIONES DE LA FIBRA EN EL METABOLISMO COLÓNICO

Existen estudios epidemiológicos que señalan que una dieta correcta nos ayuda a tener un buen estado de salud, o bien, a la prevención de enfermedades crónico-degenerativas como la obesidad, diabetes, cáncer y padecimientos cardiovasculares, entre otras. Estas enfermedades generalmente están relacionadas con un estrés oxidativo.

El estrés oxidativo es el desequilibrio entre los antioxidantes y nuestros oxidantes. Este desequilibrio se presenta cuando existe una mayor carga de oxidantes, o bien, si los antioxidantes se agotan. ¿Cómo se forman los radicales libres o sustancias oxidantes? Estas sustancias se pueden formar de la dieta, por el metabolismo, por la radiación ionizante o por hábitos como fumar; en la actualidad también se ha determinado que otros factores como la contaminación ambiental o la inflamación producen radicales libres.

En la Figura 1, se puede apreciar cuáles son los radicales libres y dónde afectan a las membranas celulares, la mitocondria, el ADN y algunas proteínas, entre otros elementos.



Doctora
Ma. Guadalupe Flavia
Loarca Piña

Figura 1.
Generación de radicales libres (RLS) y especies reactivas del oxígeno (EROS)

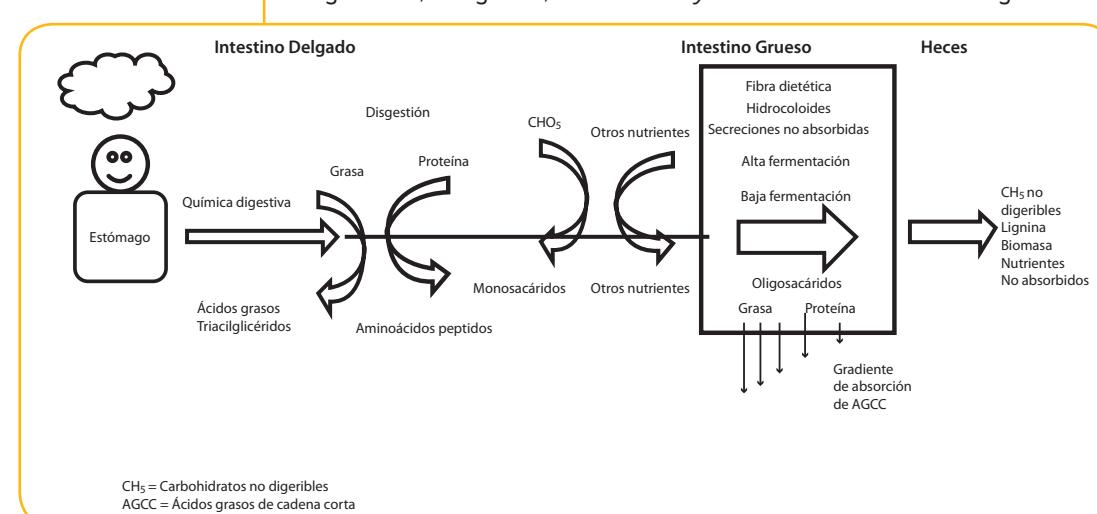
¿Cómo reacciona nuestro cuerpo ante el efecto de los antioxidantes? Nuestro organismo cuenta con un sistema de defensa que puede ser tanto enzimático como no enzimático. En esta ocasión ahondaremos en el sistema no enzimático pues es el que está más directamente relacionado con la dieta.

El sistema no enzimático está formado por sustancias bioactivas, algunas de estas sustancias se encuentran principalmente en alimentos de origen vegetal que contienen fibra y otros compuestos como los ácidos fenólicos o flavonoides, carotenoides, clorofilitinas y betalaínas.

Estos compuestos bioactivos, por su capacidad principalmente antioxidante, están relacionados con la prevención y control de las enfermedades que ya se han mencionado.

Figura 2.

Esquema de Digestión



La fibra también se puede clasificar en digerible y no digerible; la no digerible puede ser fermentada por los microorganismos, y está conformada por compuestos no almidonosos o no aminoácidos los cuales, a su vez, están integrados específicamente por oligosacáridos y alfa-galactosidasas que sí pueden ser digeridos por nuestros microorganismos.

En nuestro tracto digestivo hay más de 500 especies de bacterias que son específicamente las que proporcionan beneficios a la salud. Estas bacterias o probióticos son microorganismos vivos como bifidobacterias o lactobacilos; por otro lado están los prebióticos, que son los componentes no digeribles de la dieta como galactosa, xilosa, frutosa, fructo-oligosacáridos, oligosacáridos, entre otros. Existe una relación estrecha entre los prebióticos y los probióticos y por ello una dieta con prebióticos nos puede ayudar a tener mayor nivel de bifidobacterias tanto en nuestro intestino, como en las heces.

SEGUNDA PARTE

Hoy en día el mercado nos ofrece una amplia gama de alimentos con prebióticos y con probióticos. Algunas ventajas de los prebióticos es que ofrecen una mayor vida de anaquel, es decir, son más estables. Algunos ejemplos que encontramos en el mercado son inulina, fructo-oligosacáridos, lactulosa, oligosacáridos y otros monosacáridos (arabinosa, ramnosa, glucosamina, ácido glucorónico). Otra ventaja es que son muy fáciles de incorporar a una gran variedad de alimentos como fórmulas infantiles, cereales, confitería, algunas bebidas, productos lácteos, suplementos, etc.

Los alimentos son un excelente vehículo de probióticos y prebióticos, ya que podemos encontrarlos en productos lácteos, jugos de fruta y barras, por mencionar sólo algunos. Sin embargo, la pregunta es ¿Qué tanto resisten al proceso digestivo en el tracto digestivo? Si yo consumo un lactobacilo ¿Qué cantidad llegaría hasta el intestino grueso? Pues sí son resistentes, pueden adherirse a la mucosa intestinal y algunos de ellos pueden producir bacteriocinas.

Digestión de carbohidratos en el tracto digestivo

Volviendo al sistema digestivo, que inicia en la boca, identificamos que la principal enzima que tenemos en la saliva es la alfa-amilasa; así, cuando consumimos, por ejemplo un plátano, percibimos un aroma muy peculiar, que se debe a que se está desdoblando el almidón.

En el estómago hay otro ambiente, está el jugo gástrico, compuesto por enzimas proteolíticas e impolíticas; aquí continúa la hidrólisis por la alfa-amilasa, hay un aumento del bolo alimenticio, sobre todo cuando hay carbohidratos no almidonados, y un incremento de viscosidad. Como consecuencia de esto, se experimenta una sensación de saciedad, el tiempo de tránsito en el intestino disminuye, y a su vez, esto último tiene un efecto directo sobre el índice glucémico y sobre la respuesta de insulina e hipocolesterolemia.

Cuando el alimento pasa al intestino delgado, donde continúa la digestión, se inicia la absorción por parte de los enterocitos y actúan la quimiotripsina, la tripsina y la amilasa pancreática para los carbohidratos. En este momento se digieren e hidrolizan los azúcares simples y los polisacáridos van a producir mayor viscosidad y van a promover la lenta absorción de algunos azúcares. Aquellos que no son digeridos por naturaleza o que por el procesamiento del alimento tampoco lo son, como los almidones resistentes, pasan al intestino grueso.

RELACIÓN DE LA FIBRA CON LA DIABETES Y LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

En el intestino grueso se lleva a cabo la absorción de agua y electrolitos y, por otro lado, la microbiota correspondiente realiza la digestión de los carbohidratos no digeribles mediante la fermentación.

En la Tabla 1 se pueden observar ciertos estudios donde se evaluaron diferentes bacterias. Se encontró en un estudio, donde se evalúa un producto comercial conocido y otro en el que están los *Lactobacillus casei Shirota*, que también se encuentran en uno de los productos comerciales que se venden como prebiótico y probiótico.

Tabla 1.

Bacterias probióticas con efectos clínicos

Bifidobacteria	
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Marteau et al., 1990
<i>Bifidobacterium breve</i> (cepa Yakult)	Shimakawa et al., 2003
<i>Bifidobacterium lactis Bb-12</i>	Isolauri et al., 2000
<i>Bifidobacterium longum</i>	kiessling et al., 2002
Lactobacilos	
<i>Lactobacillus acidophilus NCFM</i>	Sui et al., 2002
<i>Lactobacillus casei immunitass DN114001</i>	Faure et al., 2002
<i>Lactobacillus casei Shirota</i> (YIT 0918)	Aso y Akazan, 1992
<i>Lactobacillus gasseri</i>	Pedrosa et al., 1995
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	Marteau et al., 1997
<i>Lactobacillus LA-1</i>	Bernet et al., 1994
<i>Lactobacillus LB</i>	Bernet et al., 2003
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Molin et al., 2003
<i>Lactobacillus reuteri</i>	Casas y Dobrogosz, 2000

Estas cepas de lactobacilos o de bifidobacterias *in vitro* sobreviven en pH ácidos y sales biliares, pero esta supervivencia depende del sitio del ambiente de origen.

Por ejemplo, 47 cepas que fueron aisladas del intestino humano sobreviven más que aquellas que son aisladas de alimentos o productos lácteos. Cabe mencionar que cuando se habla de la microflora que está en las heces, aunque es muy semejante a la del intestino, no es completamente igual porque en el intestino tenemos condiciones completamente anaeróbicas, es decir no son los mismos los organismos que están dentro del intestino que los que están fuera debido a las condiciones anaeróbicas. Por esta razón aquellos que fueron aislados del intestino tienen mayor supervivencia en condiciones *in vitro*.

Las bacterias que sobreviven con mayor facilidad son los *Lactobacillus rhamnosus*, los *Lactobacillus reuteri* y los *Lactobacillus GG*; los que tienen las menores posibilidades de supervivencia son aquellos que provienen de productos lácteos.

En un caso específico, que se ilustra en la Tabla 2, se hizo una combinación en un doble ciclo cruzado durante 35 días de alimentación con probióticos granulados, que se dieron en forma de suplemento. Se encontró que, si tenemos 10^{10} UFC/ml, entonces podemos recuperar hasta 10^8 UFC (unidades formadoras de colonias) durante el periodo de tratamiento; pero cuando se someten a un periodo de lavado, entonces sólo se recuperarán los que son muy resistentes y que mencionamos con anterioridad, como son los *Lactobacillus rhamnosus*, los *Lactobacillus reuteri* y los *Lactobacillus GG*.

Probiótico	Vehículo	Días de alimentación	Diseño de experimento	Sobrevivencia en heces y efecto sobre la microflora intestinal	Referencia
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	240 ml leche descremada (10^{10} UFC/ml)	14	Estudio aleatorio (n = 10)	Recuperación durante el periodo de experimentación: rápido decremento de <i>L. acidophilus</i> en el periodo de lavado	Sui et al., 2002
<i>Lactobacillus reuteri</i> + <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Dos gránulos congelados/día (10^{10} UFC/día)	35	Estudio cruzado doble ciego (n = 12)	Recuperación 105 - 108 UFC/g durante el tratamiento de todas las cepas. Despues del periodo de lavado solo <i>L. reuteri</i> , <i>L. rhamnosus</i> y <i>L. GG</i>	Jacobsen et al., 1999
<i>Lactobacillus GG</i> (ATCC 53103)	Cápsula (108-1010 UFC/día)	7	Estudio paralelo (n=20)	Recuperación en 3 días después del estudio no cambio en la cuenta total de <i>Lactobacillus</i>	Saxelin et al., 1995

Tabla 2.

Estudios de la supervivencia de probióticos *in situ*

Fermentación bacteriana

Siguiendo con el tema de los carbohidratos, los microorganismos asociados al intestino grueso pueden producir bióxido de carbono, metano y ácidos grasos de cadena corta mediante la fermentación de galactosacáridos como la rafinosa, la estaquiosa y la verbascosa.

La fermentación bacteriana es lo que nos lleva a estos ácidos grasos de cadena corta. Recientemente se ha reportado que los carbohidratos y algunas proteínas enlazadas con los compuestos fenólicos y las bacterias que se encuentran en el intestino grueso son capaces de formar ácidos grasos de carácter fenólico, entre los que destacan los ácidos hidroxifenil-propiónico y el ácido fenil-propiónico, que se ha visto que cuentan con capacidad antioxidante y, por ello ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades crónico-degenerativas.

El frijol

En los últimos años se han realizado estudios con el frijol, que es un alimento muy consumido en México. El consumo de frijol en nuestro país se diferencia por regiones; en el norte se consume el amarillo, en el centro se prefieren los moteados y en el Distrito Federal los negros. En el curso del análisis unas de las hipótesis era que la fracción de polisacáridos era sustrato transformable en ácidos grasos de cadena corta. Sin embargo, en el transcurso del experimento se vio que tenía muchas particularidades, por lo que entonces se le denominó fracción no digerible. Se llevó a cabo una fermentación *in vitro* que más adelante se convierte en un inóculo en el ser humano y aunque esta técnica algunas veces ha sido criticada, hoy por hoy se sigue usando. Se encontró que la fracción no digerible era capaz de producir ácidos grasos de cadena corta en proporción de acético propiónico y butírico, dependiendo del sustrato.

La principal función del ácido acético es disminuir el pH; de esta manera se beneficia la proliferación de las bifidobacterias, y también puede ser hidrolizado por las células epiteliales ahí presentes o por el tejido periférico. El ácido propiónico, por su parte, puede ser transportado al hígado, donde ayuda a suprimir la síntesis de colesterol gracias a que actúa directamente sobre las sales biliares.

El ácido butírico es la principal fuente de energía para los colonocitos, es decir, las células que se están formando o son mayoritarias en el colon, e induce la diferenciación celular y la apoptosis en células transformadas, lo que significa que protege contra el daño o la posibilidad de desarrollar cáncer de colon. Actualmente en México se presenta un índice de defunciones de alrededor de 6%, tanto en hombres como en mujeres y cabe señalar que hace diez años se registraba 4.8%, lo cual indica un incremento considerable.

Hasta ahora hemos tocado de alguna manera, todos los alimentos de la dieta del mexicano; específicamente en el caso del frijol, hemos visto que ayuda a la disminución de radicales libres por su capacidad antioxidante, hipoglucémica, anti-inflamatoria y hipocolesterolémica y, por consecuencia, todo esto nos lleva a la prevención de enfermedades crónico-degenerativas.

En un estudio realizado con frijol Bayo Madero, cuya variedad tiene mucho mayor cantidad de fibra soluble, insoluble y también mayor cantidad de polisacáridos que el *Phaseolus vulgaris L.* se vio que después de la fermentación *in vitro*, se emitieron ácidos grasos de cadena corta. Se compararon los efectos contra los de la rafinosa y se encontró que producía menos ácidos grasos de cadena corta,

lo cual era de esperarse porque es un compuesto sólido y teníamos una fracción insoluble.

La Figura 3 se refiere al ensayo biológico del estudio donde se utilizaron células HT-29, que provienen de un carcinoma humano y la hipótesis era que el extracto de la fermentación mataría las células cancerígenas y mantendría con vida a los colonocitos. Se encontró la dosis letal media a estas concentraciones de ácido acético, propiónico y butírico, que inhibió la proliferación de las células HT-29. Cabe destacar que la concentración requerida de ácido butírico para ejercer su acción biológica es de dos micromoles por mililitro; en nuestra investigación el extracto de la fermentación fue de 15 mmol/L. También se estudió el frijol Negro 8025, caso en el que se requiere un poco más de ácido butírico.

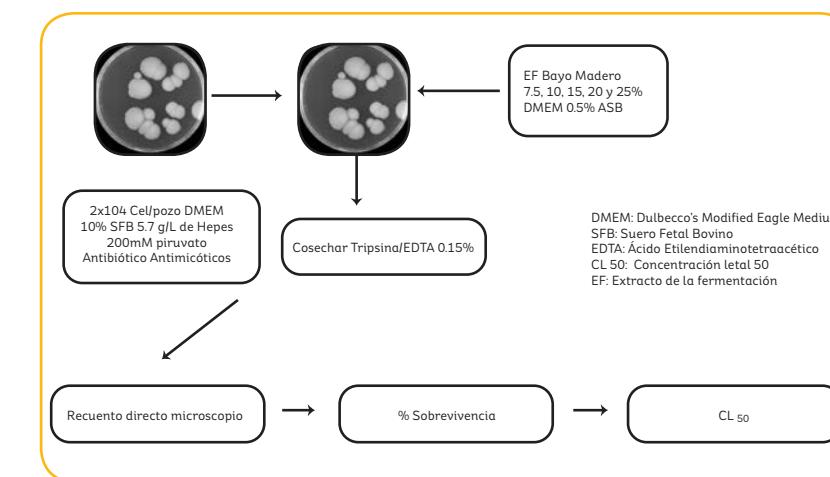


Figura 3.
Ensayo biológico ef (bayo madero) + HT-29

Los resultados sugieren que la fracción no digerible (FND) extraída de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es un buen sustrato para la fermentación, obteniéndose ácidos grasos de cadena corta: acético, propiónico y butírico, relacionados con propiedades biológicas importantes entre las que destaca la protección contra cáncer de colon.

FIBRA Y GRANOS ENTEROS: BIOMARCADORES, RESPUESTA INFLAMATORIA Y SÍNDROME METABÓLICO

En este capítulo me enfocaré en las razones por las cuales los datos epidemiológicos sugieren que la fibra dietética logra un decremento de la enfermedad cardiovascular, la diabetes, la hipertensión y la obesidad. Me extenderé en siete mensajes, que espero sean de gran utilidad.

1. Como ya se ha señalado, la fibra dietética no está definida universalmente; agencias gubernamentales, organismos e instituciones conciben a la fibra dietética de diversas formas.
2. Hemos visto también que, en general, la población no consume suficiente cantidad de fibra dietética, y tal vez esto puede deberse a ciertas barreras culturales.
3. Los granos enteros no son lo mismo que la fibra dietética y daré evidencia de ello.
4. Debemos recordar que, aunque seamos capaces de analizar los componentes de la fibra dietética, esto no quiere decir necesariamente que están biológicamente disponibles. Existe una gran diferencia entre ambas condiciones.
5. Muchos de los beneficios de la fibra dietética están relacionados con lo que pueda descubrirse en los próximos años, enfocado en lo que ocurre y la razón por la cual ocurre.
6. Además, explicaré los mecanismos por los cuales la fibra dietética ofrece beneficios para la salud.
7. Finalmente, es necesario explorar nuevas tecnologías y oportunidades para poder proveer más y mejores alimentos a toda la población en el mundo.

En capítulos anteriores se ha mencionado que la fibra dietética está compuesta por tres elementos: el endospermo, el germen y el salvado. La química en cada uno de estos es muy diferente.

Como se sugiere en la Tabla 1, existe una larga lista de elementos que diversifican las fracciones de fibra dietética en todas las partes del cereal. En el caso del trigo, existe una fracción que es fermentable pero no digerible. Se observa un punto interesante en la fracción externa, donde de 34% de la fibra dietética que consumimos, sólo se puede utilizar en 9% en nuestro tracto digestivo.¹

¹Fardet A. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre? Nutr Res Rev 2010;23(1):65-134.

Doctor Roger
Clemens

Tabla 1.

	Componente	Concentración (g)	Absorción o grado de fermentación (%)
Absorción y fermentabilidad	Fibra total	9.0 - 17.3	34
	Lignanos	0.9 - 2.8	4
	β-glucanos	0.2 - 4.7	--
	Arabinoxilanos	1.2 - 6.8	--
	Fructanos	0.6 - 2.3	--
	Ácido fitico	0.3 - 1.5	Pobre

* Datos basados en humano

Los seres humanos tenemos una capacidad de digestión baja; por ello es necesario entender qué está pasando en el tracto digestivo o en el intestino para decir qué sucede biológicamente cuando agregamos granos enteros o fibra a la dieta; no sólo se presentan diferencias en viabilidad, sino en composición.

En referencia a la composición de los cereales que se muestra en la Tabla 2, el trigo tiene un 3% germen; 83% de endospermo y la capa exterior (salvado) es de 14%. Por otro lado, no existe mucho germen en la avena y la composición de los carbohidratos es distinta². Como consecuencia de esas diferencias se producen respuestas fisiológicas diversas.

Tabla 2.

Cereal	Germen*	Endospermo (harina)	Salvado*
Trigo	3 ± 0.5	83 ± 1.0	14 ± 0.5
Maíz	11 ± 1.5	82 ± 1.5	7 ± 0.5
Avena	67 ± 0.5	33 ± 0.5	
Arroz	2.5 ± 0.5	90 ± 1.0	7.5 ± 0.5

*El germen y el salvado proveen > 80% de compuestos fenólicos, aún cuando estos componentes representan un pequeño porcentaje del cereal en total. El endospermo representa la mayoría de los cereales enteros, esta es la principal fuente de carbohidratos digeribles (energía) y la principal fuente de harina.

Comprender cuáles son los mecanismos de acción de la fibra dietética y los beneficios que ésta nos aporta puede ser complejo, es por ello que el enfoque que presento es muy específico. En el centro de la Figura 1 podemos ver la función inmune. Nos damos cuenta de que hay una diferencia de modulación inmune relacionada con el tipo y la cantidad de cereales que se consumen. En el lado derecho de la figura se observan las propiedades antioxidantes y, lo que es más importante, las características anti-inflamatorias de estos componentes en el proceso digestivo³.

²Cálculos de datos publicados por Deirdre Ortiz Ph.D., 2010.

³Fardet A. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre? Nutr Res Rev 2010;23(1):65-134.

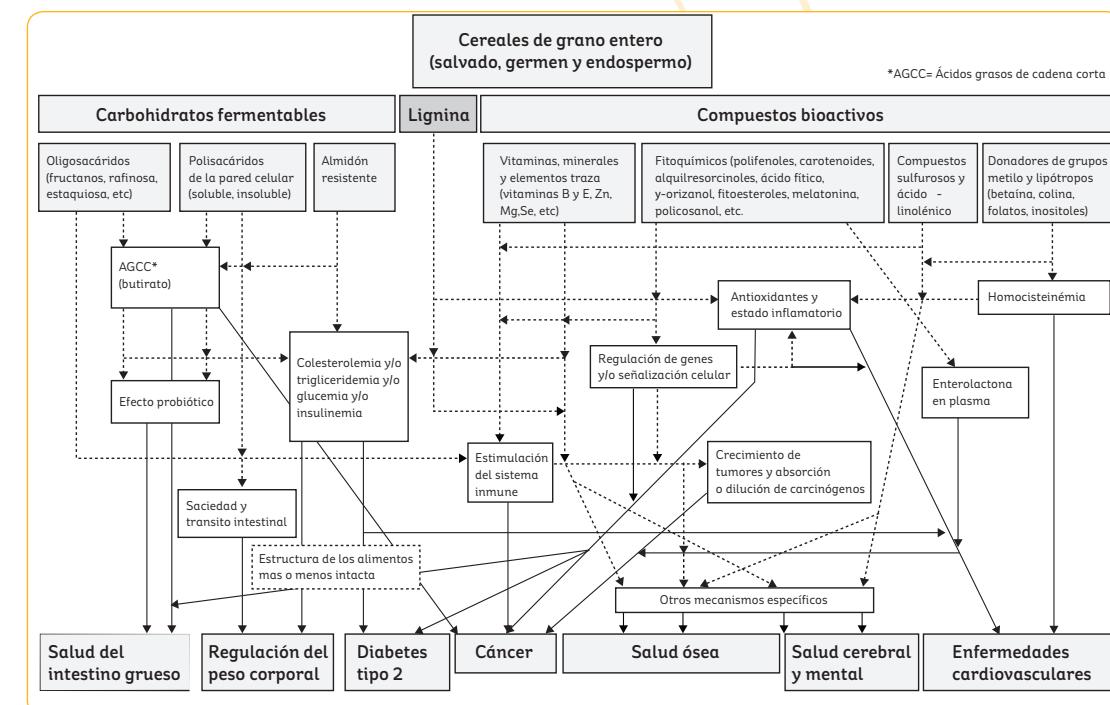


Figura 1.

Mecanismos de acción

En este proceso de digestión, en la parte izquierda de la imagen podemos ver los ácidos grasos de cadena corta que provocan una diferencia en la dinámica intestinal, así como los cambios en la respuesta de nuestras células inmunes al estrés durante la ingestión de alimentos.

Para referirme a la respuesta inflamatoria, cito el contenido de un artículo que apareció hace unos años en la revista Time, que trata acerca de dicho proceso inflamatorio como el "Asesino secreto" (publicada en febrero de 2004), y en el que se hace alusión precisamente a la inflamación, su génesis y sus consecuencias.

Muchas de las enfermedades que padecemos, de hecho casi todas, están relacionadas con procesos inflamatorios. El 37% de los consumidores de Estados Unidos están preocupados por las enfermedades inflamatorias. En nuestro sistema inmune, el caso de una inflamación elevada es recibido como un impacto negativo, donde un periodo corto de inflamación es de alguna forma positivo para sanar mientras que un tiempo más prolongado de inflamación no es deseable para mantener una buena salud.

En el mismo estudio se habla de la obesidad, donde se presenta la desregulación de las células adiposas. La restricción calórica reduce la respuesta inflamatoria sistémica. Es bien sabido que la obesidad

nos conduce a una resistencia a la insulina, diabetes tipo II, hígado graso, hipertensión e infartos. Los mecanismos por los cuales existe esta relación son mucho más conocidos que aquellos en común con cáncer, asma, apnea del sueño, osteoartritis, neurodegeneración y disfunción de la vesícula biliar.

La obesidad se relaciona con muchos factores, puede ser la causa de múltiples enfermedades y esto no se debe solamente a una elevada ingestión de alimentos, sino obedece en parte a nuestra genética y a que no nos ejercitamos adecuadamente. Además, puede provocar una disfunción metabólica.

Tomando en cuenta que existen varias causas que pueden contribuir a la obesidad, una de ellas puede ser la disfunción del sistema inmune. Un sistema inmune que siempre está en estado inflamatorio crónico conduce a situaciones negativas que, por supuesto, como profesionales de la salud, aspiramos a detener; por ello nos inclinamos a elegir el tipo de alimentos que ingerimos pues, de otro modo, generaríamos un sin fin de afectaciones a tejidos y no sólo a una disfunción en términos de grasa, sino de otras partes y procesos que se llevan a cabo en el cuerpo humano. Y la obesidad está directamente relacionada con el Síndrome Metabólico (SM).

Los criterios internacionales del SM incluyen la resistencia a la insulina, el peso corporal, la dislipidemia, la presión sanguínea y la glucosa en sangre. Resulta ser que seis componentes del síndrome metabólico se relacionan con la enfermedad cardiovascular:

- La obesidad abdominal: donde existe una disfunción en el sistema inmune.
- La dislipidemia: caracterizada por la desproporción de lípidos en sangre la cual debe equilibrarse para reducir el estado inflamatorio.
- La hipertensión: que se observa tanto en la obesidad como en el síndrome metabólico o que se eleva ante ciertos factores o emociones.
- La resistencia a la insulina e intolerancia a la glucosa: que derivan en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2.
- El estado pro-inflamatorio: debido a la elevación de la proteína C-reactiva (CRP).
- La elevación de la protrombina: lo que predispone a los pacientes a formar coágulos en el omentum y las células grasas, contribuyen a la condición pro-inflamatoria.

Un punto muy importante a resaltar es que la obesidad nos lleva a un estado inflamatorio sistémico: los estados inflamatorios están relacionados con la obesidad, la resistencia a la insulina y la diabetes. En la Figura 2 podemos apreciar que los macrófagos y los adipocitos estimulan la producción de una variedad de moléculas pro-inflamatorias. En el centro de la figura, se observa TNF alfa e interleucina 6 (IL-6), éstos son marcadores inflamatorios que mandan señales al hígado, para elevar los niveles de CRP, lo que puede producir ateroesclerosis, inflamación crónica y, finalmente, enfermedades cardiovasculares⁴.

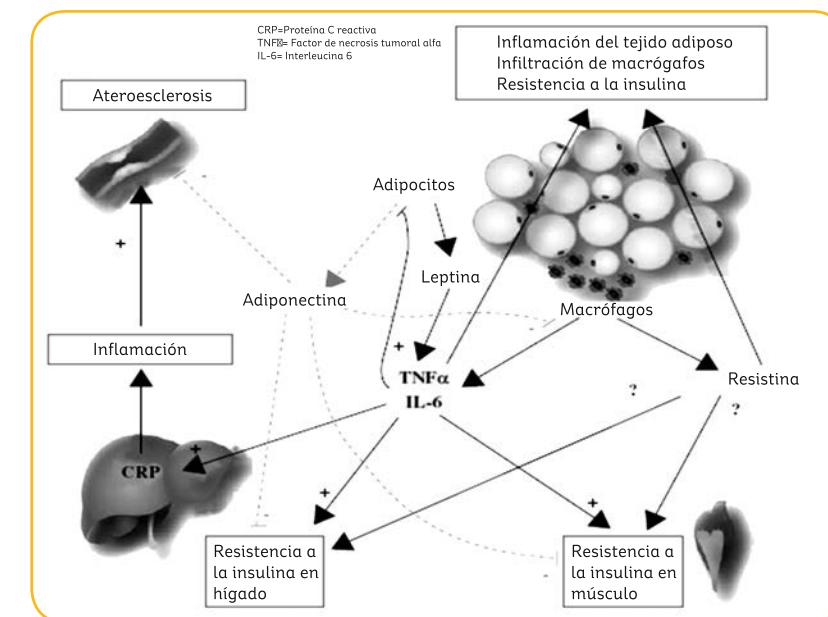


Figura 2.
Inflamación
Sistémica

Actualmente estamos viviendo en la era de la farmacorutinación. Es necesario entender la farmacocinética, la distribución y el impacto farmacológico de los nutrimentos que consumimos. Particularmente, una parte de este fenómeno que conduce a un proceso inflamatorio sistémico; en este aspecto, existen también relaciones causales en términos de la obesidad y los desórdenes metabólicos.

Para descifrar este fenómeno debemos partir de algún punto concreto; por ejemplo, si ingerimos más nutrimentos además de los que actualmente consumimos, podríamos observar efectos no favorables para la salud, en relación con las porciones adecuadas.

⁴Bastard JP, Maachi M, Lagathu C, Kim MJ, Caron M, Vidal H, Capeau J, Feve B. Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. Eur Cytokine Netw. 2006 Mar;17(1):4-12.

El exceso de nutrientes puede contribuir al estado inflamatorio afectando la actividad de las cinasas como la proteína cinasa R (PKR), la IKB cinasa (IKK) y la c-Jun N-terminal cinasa (JNK) que requiere magnesio, fósforo y energía (ATP). Se podría cambiar la regulación de estas cinasas que llevan a una respuesta inflamatoria; estas cinasas, cuando se tornan disfuncionales, son también responsables de la resistencia a la insulina, la obesidad y la diabetes.

Al relacionar cada uno de los puntos citados anteriormente, se llega a una reacción inflamatoria descontrolada que tenemos que interrumpir. Una sobrecarga de nutrientes puede llevar a lo que consideramos un estado de desequilibrio.

El lado negativo del proceso de inflamación prolongado es que afecta la elasticidad de los vasos sanguíneos, los cuales miden la resistencia al flujo sanguíneo cuando el corazón está relajado o en contracción, y esto da lugar a una presión sanguínea elevada. Se trata de las células del borde interior de los vasos que se denominan células endoteliales; la dilatación mediada por flujo se refiere a los nutrientes que ingerimos y al hecho de que se puede sufrir hipertensión y obesidad.

¿Cómo podemos modificar este proceso? ¿Cómo podemos eliminar los riesgos cardiovasculares en el futuro? ¿Cómo podemos cambiar la presión sanguínea, la obesidad o la diabetes, a través del análisis de la dilatación mediada por flujo y mediante la ingestión de granos enteros?

Una opción son las nueces, los pistaches y los cacahuetes, que aumentan la ingestión de componentes susceptibles de reducir el riesgo de desarrollar eventos cardiovasculares; 30 gramos de cacahuetes o nueces al día pueden ayudar.

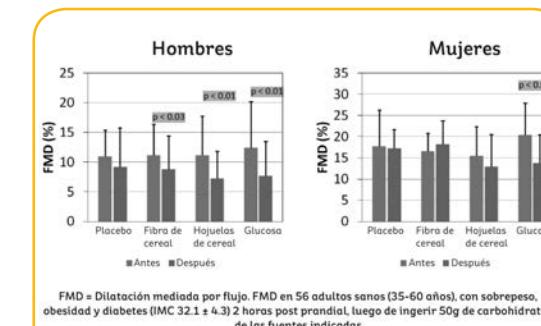
El chocolate, que a todo el mundo gusta, es otra alternativa pues sus flavonoides también pueden mejorar la dilatación mediada por flujo, expandiendo los vasos sanguíneos, lo cual ayuda al corazón y a muchos otros sistemas del cuerpo.

La utilización del sodio es muy controvertida, ya que en algunos casos reduce la dureza de los vasos sanguíneos, pero en otros no. En cuanto a la cafeína, lo que acostumbramos beber son 200 miligramos de cafeína que equivalen como a una taza y media de café, dependiendo de cada país. La cafeína funciona como estimulante y puede mejorar la dilatación de los vasos sanguíneos.

La vitamina D también es muy controvertida, aunque muy interesante; interactúa con la reducción de la dilatación mediada por

flujo, aumenta la elasticidad de los vasos sanguíneos seleccionando algunos nutrientes, así como ciertos elementos de la misma vitamina.

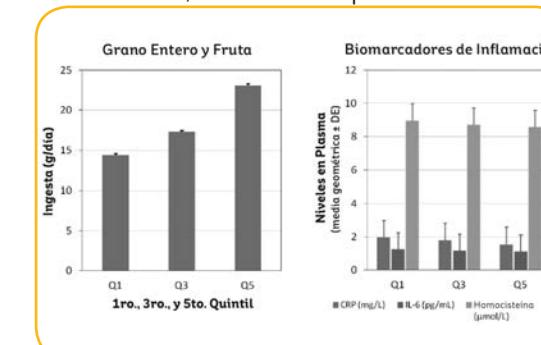
La función de la fibra y la función endotelial pueden ser una respuesta en el futuro. El siguiente estudio se llevó a cabo en diabéticos. En la Gráfica 1 podemos observar que los cereales y los cereales en hojuelas prevalecen en las dietas. Se puede ver que la dieta en fibra aumenta la calificación de la dilatación mediada por flujo, lo cual también se asocia con la obesidad⁵. Por otro lado, al perder peso podemos mejorar la dilatación mediada por flujo.



Gráfica 1.
La fibra y la función endotelial

Algunos otros biomarcadores clásicos, derivados de ciertos estudios, indican que los niveles de inflamación mejoran al ingerir cereales y granos enteros.

En la Gráfica 2 se muestran los biomarcadores TNF-alfa, IL-13 e IL-4 donde se aprecia una diferencia en el efecto que tienen los granos enteros en la inflamación. Esto se presentó en el Journal of American Medical Association, hace unos años, mostrando que los niveles de IL-18 pueden bajar con el consumo de granos enteros. Esto significa que existe un cambio notorio en los niveles de este biomarcador al disminuir el estado inflamatorio⁶.



Gráfica 2.
Fibra dietética y biomarcadores de inflamación

⁶ Nettleton JA, Steffen LM, Mayer-Davis EJ, Jenny NS, Jiang R, Herrington DM, Jacobs DR Jr. Dietary patterns are associated with biochemical markers of inflammation and endothelial activation in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). Am J Clin Nutr. 2006 Jun;83(6):1369-79.

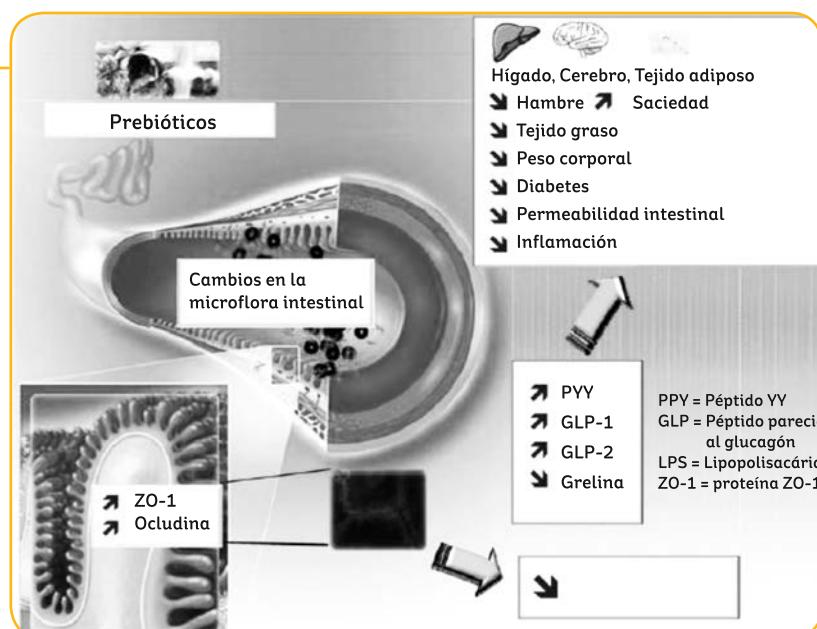
Una vez más, si revisamos los biomarcadores asociados con la obesidad abdominal antes y después de la intervención dietética, concluimos que los obesos que consumieron esta dieta, después de dos meses pudieron obtener una diferencia significativa en el control de la obesidad.

Para finalizar, se ha encontrado que si mejoramos la salud digestiva podemos reducir la producción de compuestos pro-inflamatorios y por tanto, mejorar nuestra salud.

En la Figura 3 se aprecia que el ácido propiónico, un ácido graso de cadena corta, puede bajar la secreción de quimiocinas y citocinas por el tejido adiposo del omentum humano⁷.

Figura 3.

Microbiota y fibra dietética



Claramente entendemos que la fibra dietética y los cereales son muy complejos; todos y cada uno de ellos contienen una gran cantidad de carbohidratos y tienen un impacto fisiológico diferente y un beneficio particular que nos obliga a analizarlos. En general, nos ayudan a mejorar la salud y nos pueden ayudar a reducir los procesos inflamatorios. A veces se menciona que estos fenómenos no están relacionados con la fibra, pero la información que acabamos de exponer muestra exactamente lo contrario: la complejidad de enfermedades inflamatorias se puede acotar a través de intervención dietética.

⁷Delzenne NM, Cani PD. Interaction between obesity and the gut microbiota: relevance in nutrition. Annu Rev Nutr. 2011 Aug 21;31:15-31.

Por otro lado, muchas de las enfermedades no comunicables como las cardiovasculares o la hipertensión, tienen al menos un marcador inflamatorio y es importante saber qué biomarcadores podemos utilizar para prevenir y controlar la obesidad y la respuesta inflamatoria a través de los cereales.

Nos hemos dado cuenta también de que los granos enteros y la intervención dietética cambian la microbiota intestinal. Si mejoramos nuestra flora, puede mejorar nuestra salud.

Finalmente, los cereales y la fibra han demostrado sus efectos protectores contra los mecanismos fisiopatológicos de las enfermedades crónicas. Es necesario sensibilizar a la población de la importancia de conocer más acerca de ellos y del resto de alimentos que consumimos, y cómo pueden contribuir potencialmente a nuestra salud.



EPÍLOGO



PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN EN MÉXICO

De entrada, el título me compromete todavía más de lo que me preocupa. Entre otros motivos, porque según el diccionario, “perspectiva” se entiende como el arte de representar en una superficie objetos en tres dimensiones. Pero también en sentido figurado, “contingencia previsible en algún negocio”, y sobre todo “representación aparente y falaz de las cosas. Y como a la vez falaz significa “engañoso, falso, amañado, aparente, ilusorio”, a esto último me atengo para decir que en definitiva, no estamos yo ni tampoco la institución que aquí represento, capacitados para disertar acerca de la investigación nutriológica en el México actual. Resulta obvio que esta tarea le ha venido correspondiendo, de excelente modo, a nuestro glorioso Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Pero no quiero dejar de compartir con ustedes mi permanente pasmo, por decir lo menos, por el ninguneo acepcional implícito en las voces “nutrición” o “metabolismo”. Porque en tanto que las troncales como especialidades médicas suelen llevar como sufijo, bien iatrós, médico, como en pediatría o psiquiatría, o logos (palabra) como en cardiología, neurología o ginecología, el término correcto “nutriología” casi sólo se usa para la denominación de sociedades o del especialista, nutriólogo. A tono con esta aberración, el nombre de nuestro aquel histórico Instituto de Nutriología, al fundirse con el entonces Hospital de Enfermedades de Nutrición, se trocó en el Instituto Nacional de Nutrición. Y así, casi todas las revistas especializadas o cátedras en este terreno lo son ahora en “nutrición”.

Desde luego, esta observación no se aplica al Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's®, porque aquí estos dos brazos señalan procesos y resultados. A fin de cuentas, si las ciencias de la nutrición así perdieron el “logos”, o sea la palabra, teóricamente no podría enseñarse y por ende, investigarse en este ámbito del conocimiento y del saber.

Por fortuna, la realidad es que sí. Los campos de la nutriología (nutriología prefirieron algunos que se dijera cuando se habla de su vertiente profesional), abarcan tanto lo biológico como lo sociológico y lo económico.

Si se pretende caracterizar a la investigación científica en esta materia, fuerza es no limitarse a su vertiente alimentaria, en

Doctor Silvestre
Frenk

particular a las consecuencias de comer en exceso, o como por fortuna es menos frecuente, en déficit.

La condición nutriológica es resultado de procesos metabólicos entrelazados, de muy compleja naturaleza, en que intervienen lo exógeno (los alimentos) y lo endógeno. Vista así, toda investigación bioquímica o fisiológica, en cualquier ser animal o vegetal, viene a ser investigación nutriológica.

Como en todas las ciencias, los progresos tecnológicos, como condición que son para los avances científicos, vienen siendo fenomenales, y ciertamente han sido, como trágicas excepciones, altamente benéficos y promisorios para la Humanidad, si bien no toda ella. Iniciada la Revolución Biológica en los años cincuenta, hoy día nos encontramos ya de lleno en lo que se ha dado en llamar "era molecular", que obvia y necesariamente incluye lo génico. Fiel a ello, ya han surgido y prosperan la nutrigénetica y la nutrigenómica.

En efecto, en México, como en una buena parte del resto del orbe, se trabaja intensamente en dichas disciplinas, en vasto y sólido reconocimiento de la trascendencia de estas áreas del conocimiento, por parte de la comunidad científica. En clara consecuencia, vienen adquiriendo nuevas dimensiones y atributos algunos nutrientes clásicos. Pongo como ejemplo la vitamina A, al calciferol, mal llamado "vitamina D", para los cuales han estado surgiendo desequilibrios y hasta carencias; o vitaminas hidrosolubles, entre las que destaca, particularmente en la Unidad de Genética de la Nutrición a la que pertenezco, la biotina. Muy alta bioquímica, compleja genómica, se hallan tras este auge, de corte internacional, con muy valiosas contribuciones mexicanas.

La industria de los alimentos ha venido respondiendo y en alguna medida, reflejando estos productos de investigación científica de altura. Necesariamente, ello se revela en la incorporación de nutrientes que de acuerdo con posprogresos científicos, por ser insuficientes su aporte en la dieta normal, se pretende optimizarla mediante su incorporación a muchos alimentos industrializados.

En lo concerniente al papel de la industria en una solución basada en certeza (que no "evidencia" como traducción de "evidence") de los siempre cambiantes problemas que afectan a la nutrición humana y animal, un reciente artículo de revisión recalca que en la congruencia, esto es, en la conexión de ideas y acciones gubernamentales, académicas, y de la industria de los alimentos, particularmente en sectores clave, radica un potencial de efectos de largo alcance, pero que esto requerirá considerable clarificación de prioridades.

De manera deliberada, he dejado al último, el problema nutriológico que desde hace unos 30 años viene suplantando, a la visibilidad social y académica que tenía la desnutrición en sus variados grados y expresiones: la adiposis en también distintos grados, ilógicamente designados sobre peso y obesidad. Dicho sea de paso, éste no constituye el único vicio lógico y lingüístico en la jerga nutricional sino que acompaña a otros peores, como "síndrome metabólico" e incluso "raquitismo", y "complejo B", por más que todos ellos sean de corte y uso internacional. Tan prevalente en la conciencia colectiva se halla la adiposis, que sería redundante que yo abundara en el tema, fuera de hacer notar como inductor de investigación científica en cuestiones metabólicas, ocupa uno de los primeros lugares en la literatura, y que así ha sido capaz de generar consensos de sólida factura.

Con ser abundantísima, no toda resulta en mejor entendimiento; menos todavía, en un manejo preventivo o asistencial racional; en corrección de reales distorsiones metabólicas y como consecuencia, menos aún, a solución satisfactoria. Abundan razonamientos circulares, la imagen del Perrito que corretea su propio rabo. Y ya en plan de metáforas, surge a la memoria esa estrofa de la bien conocida Redondillas de Sor Juana:

"parecer quiero el denuedo de vuestro parecer loco: al niño que pone el coco y luego le tiene miedo"

Urgemayorinvestigacióninterdisciplinariayhasta transdisciplinaria, basada en teorías y metodología múltiple, para descubrir nuevos conocimientos que puedan rápidamente ser traducidos a la práctica clínica y en salud pública.

En última instancia, la alimentación es asunto hondamente personal, de modo que lo motiva al individuo, niño o adulto, a alimentarse de tal o cual modo en particular, es cuestión harto complicada, no siempre basada en un afán de mantener una cabal salud.

LOS AUTORES



**Joanne L.
Slavin**

Estudió la licenciatura, la maestría y el doctorado en Ciencias de la Nutrición en la Universidad de Wisconsin, Madison. Ha participado en más de 300 pláticas sobre fibra, carbohidratos, grano entero y el papel de la dieta en la prevención de enfermedades. Es autora de al menos 150 publicaciones, numerosos capítulos de libros y artículos de revisión.

Ha formado parte del Comité Asesor para la elaboración de las Guías Alimentarias de Estados Unidos en el año 2010. Actualmente es profesora del Departamento de Ciencias de los Alimentos y Nutrición en la Universidad de Minnesota, donde imparte las materias de Nutrición en el ciclo de la vida y Nutrición avanzada.

Se desempeña también como comunicadora científica del *Institute of Food Technologies* y es miembro de numerosas sociedades científicas como la *American Dietetic Association*, y la *American Society for Nutrition*.

**Jorge Luis
Rosado Loría**

Cursó la licenciatura de Ingeniería Bioquímica en Ciencias Alimentarias en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey campus Guaymas, Sonora. Cuenta con una Maestría en Ciencias del Metabolismo y la Nutrición Humana por el Massachusetts Institute of Technology, y un Doctorado en Ciencias de la Nutrición por la Universidad de Connecticut.

Fue investigador del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán desde 1986. A partir del año 2000 ha sido profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro. Es consultor y asesor de instituciones gubernamentales y privadas en programas de desarrollo social y desarrollo tecnológico. Sus áreas de interés son la biodisponibilidad de nutrientes, las consecuencias funcionales de la deficiencia de nutrientes, el desarrollo de alimentos funcionales y el tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas.

Tiene en su haber 99 publicaciones en revistas científicas internacionales, además de doce patentes en el desarrollo de productos para el tratamiento de enfermedades crónicas. Desarrolló la fórmula utilizada para la atención de la anemia en población indígena, y tiene 39 marcas registradas, 27 de las cuales se encuentran actualmente en el mercado.

**Kathryn
Greaves**

Estudió la Licenciatura en Psicología en la Universidad de Hiram, obtuvo el grado de Maestría en Ciencias por la Universidad del Estado de Ohio y el Doctorado en Nutrición por la Universidad de Arizona. Realizó estudios postdoctorales en Patología y Medicina comparativa en la Universidad de Wake Forest.

Es investigadora en Ciencias de la Nutrición para Kellogg Company. Trabaja con una amplia red de investigadores y proporciona sustento científico al Departamento de Tecnología de Alimentos de Kellogg Company y la marca Special K.

Sus líneas de investigación incluyen la terapia de remplazo hormonal y el riesgo cardiovascular, los beneficios de la proteína de soya e isoflavonas en la enfermedad cardiovascular y diabetes; las interacciones entre dieta, ejercicio, composición corporal y salud ósea, y los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y obesidad en los niños.

Pertenece a la American Society for Clinical Nutrition, y a la American College of Sports Medicine.

**Pedro
Gutiérrez Castellón**

Es egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Juárez de Durango; tiene Especialidad en Pediatría y Subespecialidad en Urgencias Pediátricas y Medicina Crítica. Cuenta con Maestría en Ciencias Médicas con enfoque en nutrición pediátrica y con Doctorado en Ciencias Nédicas, con enfoque en investigación en salud, todos por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Es investigador en Ciencias médicas del Sistema de Institutos Nacionales de Salud de la Secretaría de Salud, e Investigador nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Ha publicado más de 40 artículos en revistas nacionales e internacionales, sobre diversos temas relacionados con su área de interés; ha publicado libros sobre salud y nutrición infantil en México y en el extranjero.

Desde 1991 imparte ponencias y conferencias en congresos en diversos estados de la República Mexicana y en el extranjero. Es Director Ejecutivo del Centro de Análisis de la Evidencia en Pediatría-Cochrane-INPed, así como Director de Investigación del Instituto Nacional de Pediatría.

AUTORES

**María del Pilar
Milke García**

Estudió la Licenciatura en Nutrición y Ciencia de los Alimentos en la Universidad Iberoamericana; posteriormente obtuvo el Doctorado en Medicina Interna por la Universidad Autónoma de Barcelona.

Fue Presidente de la Sociedad de Nutriología y miembro de la Junta de Honor de la Asociación Mexicana de Nutriología. Ha escrito cinco libros y es autora de 25 capítulos de libros; también cuenta con 20 artículos publicados en revistas nacionales e internacionales. Ha realizado investigación en nutrición clínica, particularmente enfermedades hepáticas, pancreáticas y de tubo digestivo.

Es investigadora en Ciencias médicas del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y parte del grupo de investigadores de los departamentos de Gastroenterología y de Nutrición del mismo Instituto.

Actualmente se encuentra desarrollando investigación en aspectos de nutrición en pacientes oncológicos y tiene un gran interés en la educación nutriológica y orientación alimentaria.

**María Guadalupe Flavia
Loarca Piña**

Es químico-bióloga por la Universidad Autónoma de Querétaro. Realizó estudios de Maestría en Biología Experimental con Especialidad en Bioquímica en la Universidad de Guanajuato y obtuvo el Doctorado en Ciencias de los Alimentos por la Universidad Autónoma de Querétaro.

Es autora de cinco capítulos de libros; ha participado en 48 artículos publicados en revistas indexadas y ha dirigido diversas tesis de distintos grados. Asimismo ha participado en alrededor de 70 simposios nacionales e internacionales. También es revisora de diversas revistas internacionales.

Actualmente es profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Querétaro y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel 3; también cuenta con el Perfil del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP).

Su principal línea de investigación es el estudio del papel biológico de los alimentos y agentes nutracéuticos presentes en la dieta del mexicano.

Roger Clemens

Estudió la licenciatura en Bacteriología en la Universidad de California en Los Ángeles. Hizo una Maestría en Salud pública con Especialidad en Nutrición y obtuvo el Doctorado en Salud Pública, Nutrición y Química-biológica por la misma Universidad.

Es Director Asociado del programa de Ciencias Regulatorias de la South California University, donde también es profesor adjunto de Farmacología y Ciencias Farmacéuticas en la Facultad de Farmacia.

El Dr. Clemens es Presidente Electo del Institute of Food Technologists; es cofundador y colaborador de la columna Food, Medicine and Health de la revista *Food Technology*. Es portavoz de la American Society for Nutrition y miembro del American College of Nutrition. Ha publicado más de 50 artículos y participado en alrededor de 250 charlas y simposios en Estados Unidos y alrededor del mundo.

Fue miembro del Comité Asesor para la elaboración de las Guías Alimentarias de Estados Unidos en el año de 2010.

Silvestre Frenk Freud

Nacido en Alemania, en 1923, emigró a México en su infancia. En 1941 se matriculó en la Escuela Nacional de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México de la que se graduó con honores.

Estudió la Especialidad en Endocrinología en el Jefferson Medical College y en el Hospital Johns Hopkins de Baltimore, en Estados Unidos. Habiendo regresado a su país de adopción, se estableció como médico endocrinólogo en el Hospital Infantil de México en donde trabajó sobre la adaptación metabólica del niño desnutrido.

Se desempeñó como investigador en el Research Fellow in Pediatrics de la Universidad de Harvard en Massachusetts, donde realizó estudios avanzados de bioquímica, profundizando en la composición corporal de los niños con desnutrición. Más tarde, durante 1967, hizo un año sabático en el Hospital Infantil de Zurich, Suiza.

Inauguró el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social, donde fue jefe del departamento de endocrinología y nutrición, y posteriormente accedió a la dirección de este hospital. Más tarde dirigió la Unidad de Investigación Biomédica del Centro Médico Nacional de México. Fue también Director del Instituto Nacional de Pediatría.

Presidió tanto la Academia Nacional de Medicina como la Academia Mexicana de Pediatría, así como las Sociedades Mexicanas de Pediatría y de Nutrición y Endocrinología. Su tarea de investigación ha sido documentada en numerosos artículos publicados en revistas especializadas.

Colaboró en la preparación del libro *Historia de la Pediatría en México*. Actualmente el doctor Frenk es académico honorario de la Academia Nacional de Medicina de México, así como investigador en Ciencias Médicas en la Unidad de Genética de la Nutrición del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM y Médico Titular del Instituto Nacional de Pediatría, de la Secretaría de Salud.