

Universidad de Valladolid

Facultad de Medicina

Área de Nutrición y Bromatología

Departamento de Pediatría, Inmunología, Obstetricia y
Ginecología, Nutrición y Bromatología, Psiquiatría e Historia de
la Ciencia

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Nutrición Humana y Dietética

Curso académico 2014 – 2015

Papel de la fibra dietética en la prevención de las enfermedades cardiovasculares

Autora: Claudia María Zurdo Seijas

Tutor: Tomás Girbés Juan

RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares constituyen una de las principales causas de muerte en España. Casi todos los factores de riesgo cardiovascular son modificables, ya que tienen relación con el estilo de vida, y más concretamente, con la alimentación. La relación entre el consumo de fibra y las enfermedades cardiovasculares ha sido muy estudiada, tanto a través de ensayos clínicos como en los grandes estudios de cohortes. El objetivo de este trabajo es describir los tipos de fibra dietética que más influyen sobre la salud cardiovascular, en qué alimentos se encuentran y su relación con las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo. Para ello, la metodología a utilizar ha sido la de una revisión de literatura científica, en la que se han efectuado búsquedas de artículos científicos en diversas bases de datos a través de un proceso de búsqueda determinado.

Después de analizar los artículos considerados más relevantes, se ha encontrado que el aumento del consumo de fibra dietética favorece la pérdida de peso corporal, al aumentar la saciedad y disminuir la absorción de nutrientes, mejora la homeostasis de la glucosa y mejora el control glicémico en personas con diabetes, tiene efectos hipocolesterolemiantes y un cierto efecto hipotensor, además de mejorar el síndrome metabólico. Además, el consumo de fibra dietética de tipo cereal reduce el riesgo cardiovascular y la incidencia de enfermedades cardiovasculares.

Por tanto, se puede concluir que el consumo de fibra dietética tiene un papel preventivo sobre la enfermedad cardiovascular y sus factores de riesgo, por lo que la sociedad española se beneficiaría en este sentido del aumento del consumo de fibra dietética.

Palabras clave: Fibra dietética, enfermedad cardiovascular, factores de riesgo cardiovascular, riesgo cardiovascular

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
2. Conceptos generales	3
2.1. Definición de fibra dietética.....	3
2.2. Constituyentes de la fibra dietética.....	4
2.3. Clasificación de la fibra dietética	13
2.3.1. Fibras solubles e insolubles.....	14
2.3.2. Fibras fermentables y no fermentables	14
3. Fuentes de fibra dietética	15
4. Transformaciones metabólicas de la fibra dietética	16
5. Propiedades fisiológicas de la fibra dietética	17
5.1. Efectos derivados de su solubilidad en agua.....	17
5.2. Efectos derivados de su fermentación intestinal.....	17
6. Efectos sobre los factores de riesgo cardiovascular	18
6.1. Obesidad.....	18
6.2. Diabetes mellitus.....	19
6.3. Perfil lipídico.....	19
6.4. Hipertensión arterial.....	21
6.5. Síndrome metabólico	21
7. Efectos sobre el riesgo cardiovascular	22
8. Futuro y recomendaciones	24
9. Conclusiones	26
10. Bibliografía	27

ANEXO 1: Constituyentes de la fibra dietética

ANEXO 2: Contenido en fibra dietética de algunos alimentos de origen vegetal

ANEXO 3: Fuentes alimentarias de los principales tipos de fibra dietética

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares constituyen una de las principales causas de muerte en España (20,2% de las muertes producidas en 2012), superada únicamente por la mortalidad producida por el cáncer.¹ Las causas y factores de riesgo que llevan a un evento cardiovascular son bien conocidas. El término *factor de riesgo* fue acuñado a raíz del inicio del estudio de cohortes *Framingham* y se definió como “elemento o característica mensurable que tiene relación causal con un aumento de la frecuencia de una enfermedad y constituye un factor predictivo independiente y significativo del riesgo de contraer una enfermedad”. Los factores de riesgo cardiovascular identificados son hipercolesterolemia, hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes, obesidad, inactividad física y otros.² Casi todos ellos son factores modificables que tienen relación con el estilo de vida, y más concretamente, con la alimentación.

La relación entre el riesgo cardiovascular o sus factores de riesgo y el patrón dietético ha sido muy estudiada. Más concretamente, la relación con el consumo de fibra dietética se ha estudiado en profundidad desde los años setenta hasta la actualidad. Hay muchísima literatura científica al respecto y existe la necesidad de recopilar toda esa información de forma más práctica, ya que hay muchos tipos de fibra dietética y cada uno de ellos, en función de sus propiedades concretas, influye de manera diferente sobre la salud.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es describir los tipos de fibra dietética que más influyen sobre la salud cardiovascular, en qué alimentos se encuentran y su relación con el riesgo cardiovascular o sus factores de riesgo.

La metodología a seguir será la de una revisión de literatura científica, en la que se han buscado diferentes artículos científicos (revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos, estudios de cohortes) en diferentes bases de datos, principalmente en *PubMed* (Figura 1, Tabla 1), además de en otras bases de datos que publican en español (*MEDES, Dialnet, SCielo*).

Después de analizar los artículos considerados más relevantes y que más información aportan respecto al tema que nos ocupa, se expone la relación ordenada entre fibra dietética y enfermedad cardiovascular o sus factores de riesgo.

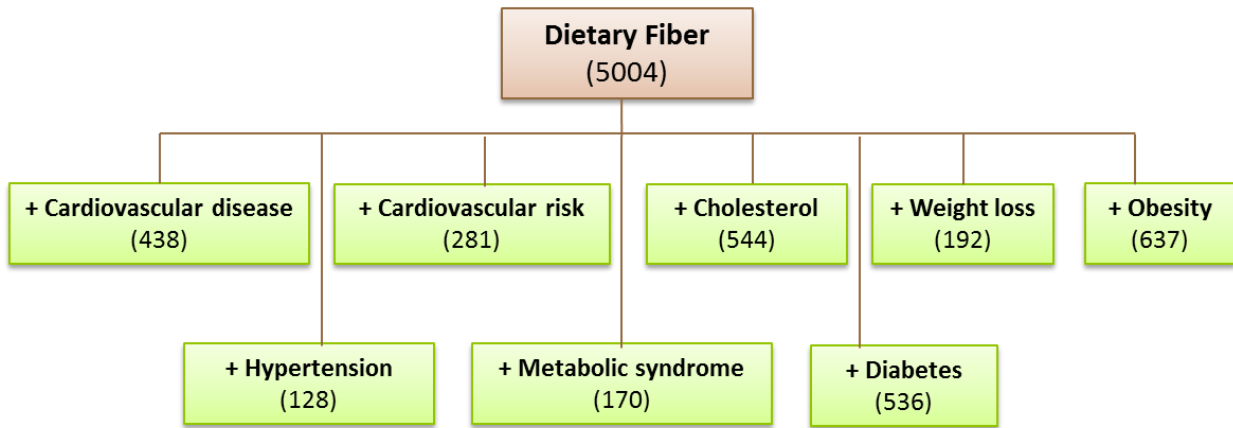


Figura 1: Árbol de búsqueda realizado en la base de datos *PubMed* para diferentes entradas.

	Ensayos clínicos	E.C.A.	Metaanálisis	Revisiones	Revisiones sistemáticas
2015	6	5	0	10	4
2014	16	11	2	26	7
2013	24	16	8	32	11
2012	26	18	2	29	5
2011	19	15	1	15	3
2010	17	16	0	17	5

Tabla 1. Resultados obtenidos en *PubMed* por año, correspondientes a la búsqueda de los términos *Dietary fiber* + *cardiovascular disease*.

2. CONCEPTOS GENERALES

2.1. DEFINICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA

No existe un consenso para definir de una forma concreta a la fibra dietética. En el trabajo en el que se acuñó por primera vez el término, se equiparaba fibra dietética a fibra vegetal, definiéndose como “los constituyentes no digeribles que se encuentran en la pared de la célula vegetal”.³

Desde entonces, el concepto ha evolucionado, y se ha ampliado. En los años setenta, se empezó a relacionar el consumo inadecuado de fibra con la aparición de ciertas enfermedades de los países desarrollados, y se dio otra definición más amplia de fibra dietética, que fue la “suma de polisacáridos de origen vegetal que no son digeridos por las secreciones endógenas del tracto digestivo de los mamíferos”.⁴ En esta definición se incluyen los componentes de la pared vegetal (celulosa, hemicelulosas y lignina) pero también otros polisacáridos como gomas, mucílagos, pectinas, celulosas modificadas, oligosacáridos resistentes a la digestión y además otras sustancias asociadas como ceras, cutina y suberina.

Tampoco existe un método analítico que mida todos los componentes alimentarios con efectos fisiológicos de la fibra. Desde 1985 el método oficial para medir fibra total es el método gravimétrico-enzimático de la *Asociación Oficial de Químicos Analíticos* (AOAC). Este método, utiliza la digestión enzimática para eliminar los componentes de la fibra y se cuantifican los residuos por peso.⁵

Por otra parte, el método *Englyst* utiliza una extracción enzimática y química (con un solvente) para su determinación, y la cuantificación de los componentes se realiza a través de colorimetría, GLC o HPLC.⁶ Este último tiene la ventaja de identificar los componentes clasificados con polisacáridos no amiláceos y la cuantificación separada del almidón resistente y los oligosacáridos no digeribles.

La *Asociación Americana de Químicos de Cereales* tiene otros métodos para medir almidón resistente, oligosacáridos no digeribles y polímeros de carbohidratos no digeribles sintéticos. Además, amplía el concepto de fibra incluyendo propiedades fisiológicas, definiéndola como “la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas a la planta. Promueven efectos beneficiosos fisiológicos como el laxante, y/o atenúa los niveles de

colesterol en sangre y/o atenúa la glucosa en sangre”.⁷ También propone una lista de constituyentes de la fibra dietética, divididos según su naturaleza química (Anexo 1).

En el documento de *Ingestas Dietéticas de Referencia* del Instituto de Medicina de Estados Unidos, se propone una nueva definición de fibra dietética, exponiéndola como “fibra total”. Esta *fibra total* sería la suma de la *fibra dietética* y la *fibra funcional*, siendo la *fibra dietética* la “suma de los carbohidratos no digeribles y lignina, que son intrínsecos y están presentes intactos en los vegetales” y la *fibra funcional* la “suma de los carbohidratos no digeribles aislados, que tienen efectos fisiológicos beneficiosos en los humanos”.⁸

Según el *Códex Alimentarius*, la fibra dietética son “todos aquellos polímeros de carbohidratos con un grado de polimerización no inferior a 3, que no son ni digeridos ni absorbidos en el intestino delgado”.⁹ En la definición incluye también a la lignina y otros compuestos que se extraen junto con el resto de fibras según el método gravimétrico-enzimático de la AOAC, pero excluye a monosacáridos y disacáridos, al afirmar que el grado de polimerización no debe ser inferior a 3. El *Códex Alimentarius* también añade a la definición de fibra dietética sus propiedades fisiológicas y la condición de “no digestibilidad” en el tracto digestivo humano.

Por tanto, podemos resumir diciendo que, en la actualidad, la definición de fibra dietética abarca a sustancias de origen biológico o vegetal, que son polisacáridos no amiláceos, almidón resistente y oligosacáridos no digeribles. Se suele mencionar el método de análisis de referencia, la naturaleza química de las sustancias incluidas y su grado de polimerización, así como las cualidades fisiológicas de la fibra dietética, como la resistencia a la digestión por parte de las enzimas digestivas, su fermentabilidad en el colon (incluida la producción de ácidos grasos de cadena corta), y sus efectos laxantes y metabólicos (sobre los niveles sanguíneos de colesterol o la glucosa en sangre).

2.2. CONSTITUYENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA

A continuación, se analizan los constituyentes de fibra que tienen más relevancia desde el punto de vista dietético y fisiológico.

Gomas

Las gomas son exudados vegetales de carácter patológico, ya que se liberan como resultado de una agresión al vegetal producida por picaduras de insecto, incisión

natural o artificial, por ataque bacteriano o por desecación de la savia. Generalmente se producen en el tallo o en las raíces.

Estructuralmente, son polisacáridos heterogéneos ramificados, constituidos por ácidos urónicos, azúcares y polisacáridos metilados. La mayoría de las gomas son hidrosolubles y forman soluciones viscosas; algunas forman geles y en disolución diluida precipitan al adicionar etanol. Se utilizan como aditivos en diferentes alimentos por sus propiedades espesantes y gelificantes.

Destacan algunos ejemplos, como la goma arábiga, polisacárido natural que se extrae de la resina de acacias africanas. En su estructura química está presente en cantidades variables la D-galactosa, L-ranmnosa, y algunos derivados como el ácido D-glucurónico. También destaca la goma de tragacanto (producida por *Astragalus gummifer*) y goma de Sterculia.

Mucílagos

Son productos fisiológicos de las plantas, y se hallan localizados en células especializadas. Sus funciones son retener agua y colaborar en el proceso de germinación; por ello, los mucílagos se encuentran principalmente en semillas y legumbres.

Son análogos en su composición y propiedades a las gomas; en contacto con el agua, forman disoluciones viscosas o gelatinas. Estructuralmente, son polímeros heterogéneos con carácter neutro o ácido.

Los mucílagos ácidos están presentes en algunas especies del género *Plantago* (*P. ovata*, *P. psillium*); se trata de heteroxilanos (polímeros de xilosa y ácidos urónicos) con unidades de ramnosa, arabinosa y galactosa. También están son producidos por otras especies como *Malva silvestris* y *Altea officinalis*.

Los mucílagos neutros están presentes en plantas leguminosas como el algarrobo (*Ceratonía siliqua*), el guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) y el tamarindo (*Tamarindus indica*) (Figura 2). En ambos casos, se trata de un heteropolímero de manosa, con restos de galactosa (galactomanano), aunque en el caso de la goma guar, hay mayor cantidad de restos galactosa.

Los mucílagos también se utilizan industrialmente como aditivos alimentarios por sus propiedades espesantes y gelificantes.

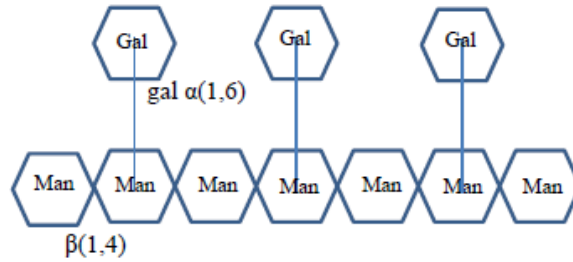


Figura 2: Estructura química de la goma guar.¹⁰

Pectinas

Las sustancias pécticas (protopectina, ácido pectínico y ácido pectico) son constituyentes importantes de los tejidos vegetales y se encuentran sobre todo en la pared celular primaria, actuando como tejidos de sostén en ciertos frutos y raíces. Su naturaleza exacta no está clara, pero se consideran polímeros lineales del ácido D-galacturónico unido por enlaces alfa(1→4).

Las sustancias pécticas agrupan tres categorías de moléculas: la protopectina (en la fruta inmadura), que es un polímero de ácido galacturónico no metilado; el ácido pectínico (en la fruta madura), que es la forma metilada del ácido galacturónico, y el ácido péctico, derivado de cadena corta del ácido pectínico que se forma a medida que las frutas maduran en exceso. Los ácidos pectínicos de elevado peso molecular son los que se conocen simplemente como “pectinas”.

La pectina se dispersa en agua formando geles. Algunos de los grupos carboxilo de la cadena están esterificados con metanol. El grado de esterificación varía en función del tipo de alimento en que se encuentre la pectina, por lo que hay pectinas de “alto metoxilo” y “bajo metoxilo”. Asimismo, los grupos carboxilo libres también pueden formar enlaces con iones divalentes, como el calcio que estabiliza la estructura¹¹ (Figura 3).

Las pectinas de bajo metoxilo tienen la mayoría de grupos carboxilo libres, ya que solo el 20 – 40% de ellos están esterificados con el metanol. Por tanto, pueden formar enlaces cruzados con el calcio, formando una red tridimensional que atrapa el líquido, formando un gel. Por otra parte, las pectinas de alto metoxilo tienen más de la mitad de sus grupos carboxilo esterificados, y por tanto, no están disponibles para formar enlaces cruzados, de manera que no pueden formar geles, a excepción de que se les adicione azúcar y ácido.

Debido a esta capacidad, las pectinas tienen un gran interés tecnológico en la industria alimentaria como espesantes de alimentos y gelificantes. En el tracto digestivo, al absorber agua, forman geles viscosos que tapizan el epitelio intestinal, retrasando la absorción de ciertos nutrientes, lo cual puede resultar una ventaja, como en el caso del colesterol y las sales biliares, pero un inconveniente en el caso de oligoelementos (hierro, calcio, fósforo y magnesio), y vitaminas (sobre todo el grupo B). También tienen interés toxicológico en el caso de las bebidas alcohólicas, ya que al fermentar liberan metanol, que es tóxico y que en altas concentraciones puede producir ceguera.

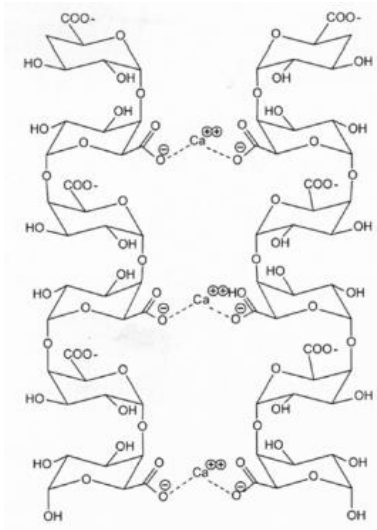


Figura 3: Iones divalentes de calcio formando enlaces cruzados en la estructura de la pectina.¹⁰

Inulina

La inulina es el nombre con el que se designa a un grupo de polisacáridos compuestos por cadenas de fructosa unidas entre sí; por tanto, la inulina es un tipo de fructano.¹² Las cadenas pueden ser lineales o ramificadas, y el grado de polimerización varía ampliamente, de 10 hasta 150 unidades de fructosa (Figura 4).

Están ampliamente distribuidas en el reino vegetal, abundando en las familias *Liliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Gramineae* y *Compositae*. Algunos ejemplos de vegetales comestibles ricos en inulina son la achicoria, los espárragos, apio, cebollas, ajos y alcachofas, entre otros. La achicoria es la fuente más utilizada de obtención de inulina.

Las inulinas son resistentes a la acción de las glicosidasas digestivas; esta es la razón por la cual las inulinas y derivados han sido clasificados como oligosacáridos no digeribles. Las inulinas pueden fermentarse en el intestino grueso por la flora bacteriana, produciendo AGCC que estimulan a las bifidobacterias y por tanto, se comportan como agentes prebióticos. Todo ello hace que sean considerados

alimentos funcionales, pudiéndose realizar alegaciones en alimentos que las contienen.

En la industria alimentaria, las inulinas se utilizan como aditivo en la fabricación de postres, mermeladas, gelatinas, productos de bollería, etc., debido a que pueden funcionar como sustituto de la grasa, agentes texturizantes o estabilizadores de espumas.

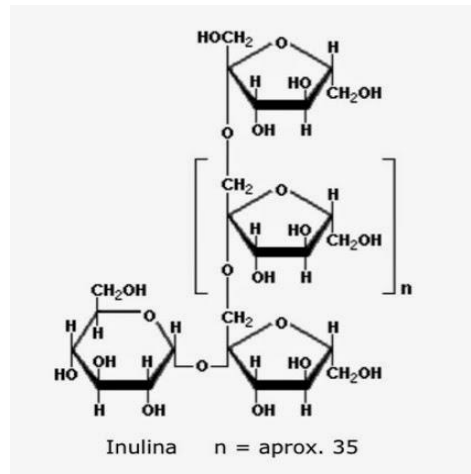


Figura 4. Estructura química de la inulina

Fructooligosacáridos

Los fructooligosacáridos son carbohidratos formados por unidades de fructosa en número variable (de 3 a 5 unidades) unidas a una unidad de glucosa terminal. Se encuentran en vegetales y pueden aparecer en procesos de degradación industrial. Los más habituales son la kestosa, nistosa y fructosil-nistosa (Figura 5).

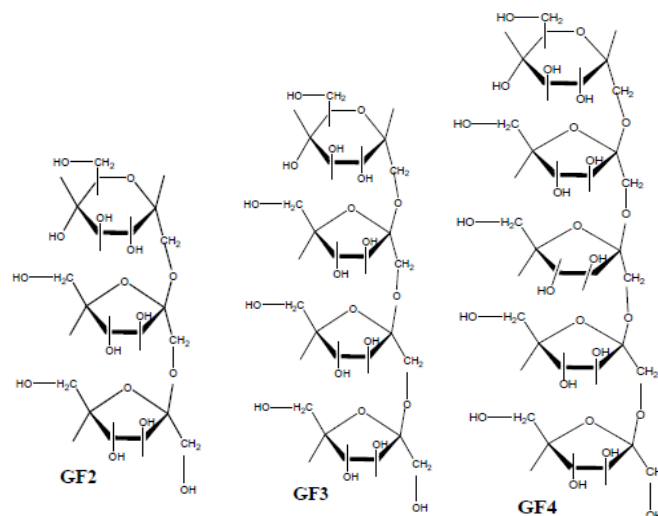


Figura 5. Estructura química de la kestosa (GF2), nistosa (GF3) y fructosil-nistosa (GF4).¹⁰

Los fructooligosacáridos, al igual que la inulina, también funcionan como prebióticos en el intestino grueso, ya que pueden ser fermentados, y estimulan el crecimiento de las bifidobacterias intestinales.

Polidextrosa

La polidextrosa es un polisacárido ramificado de origen sintético.¹³ Se produce por la polimerización aleatoria de glucosa en presencia de sorbitol y un catalizador ácido a elevada temperatura. Se compone de una mezcla de oligómeros de glucosa con un grado de polimerización medio de 12 unidades (Figura 6).

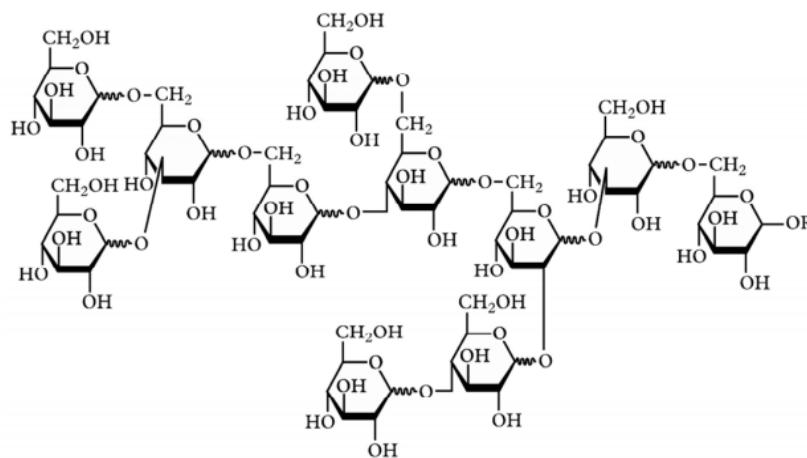


Figura 6. Estructura química de la polidextrosa.¹³

Es una fibra soluble que se digiere solo parcialmente y se fermenta en el colon. Es ampliamente utilizado como aditivo para reemplazar la textura de la sacarosa en productos bajos en calorías por la industria alimentaria, como son productos de pastelería, confitería, panadería, lácteos, cárnicos procesados, pastas, fideos y bebidas.

Celulosa

La celulosa es un componente esencial de todas las paredes celulares de las plantas que aporta rigidez al vegetal

Estructuralmente, es un polímero lineal de elevado peso molecular, constituido por al menos 3000 moléculas de D-glucosa unidas mediante enlaces beta(1→4). La unidad básica es [glucosa-beta-(1→4)-glucosa], que recibe el nombre de celobiosa (Figura 7).

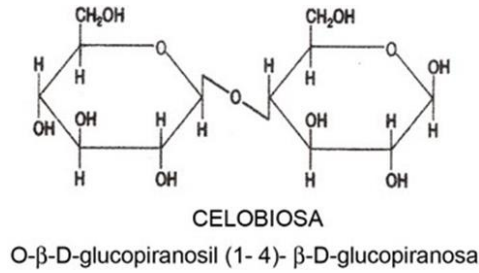


Figura 7. Estructura química de la celobiosa.

La secuencia de glucosas se halla reforzada por puentes de hidrógeno entre el oxígeno del ciclo y el –OH de la posición 3 (Figura 8), lo cual da una elevada rigidez y consistencia a la estructura, que resulta ser muy compacta.

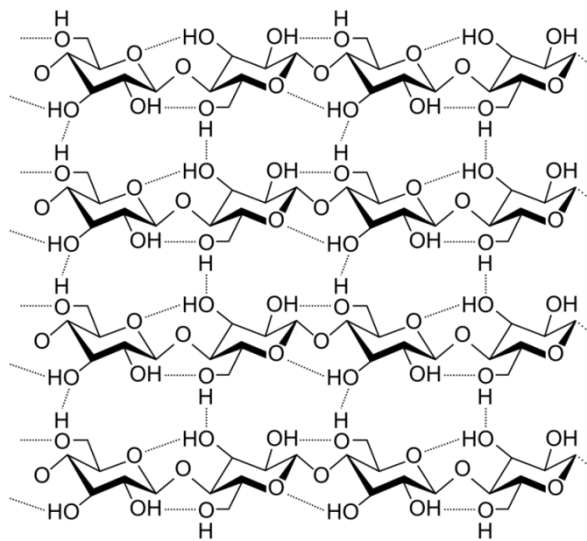


Figura 8. Estructura química de la celulosa.

Generalmente, la celulosa se halla formando masas amorfas de las que participan otras estructuras, como la hemicelulosa, pectinas o lignina. Las características estructurales de la celulosa hacen que resulte muy insoluble en agua, y que presente una gran resistencia a los jugos digestivos humanos, no pudiendo ser digerida. Abunda en cereales, frutas y verduras.

Existen derivados semisintéticos de la celulosa, que tienen un uso muy amplio en las industrias alimentarias, agrícola, farmacéutica, cosmética, pintura, adhesivos, industria textil, etc. En la industria farmacéutica se aprovechan sus propiedades espesantes, estabilizantes, aglutinantes, lubricantes su efecto laxante o su capacidad para formar películas resistentes.

Hemicelulosas

La hemicelulosa es una mezcla de polímeros químicamente heterogéneos, que forma parte de la pared celular de los vegetales. Representan en torno al 15 – 35% de la biomasa vegetal.

Estructuralmente, es un polímero de hexosas y pentosas, a menudo ramificado, de peso molecular no muy elevado. Hay diferentes tipos de hemicelulosas según su estructura: xilanos, glucomananos, galactanos, arabinogalactanos, etc.

·Xilanos: polisacáridos constituidos por una cadena lineal de residuos de xilosa y diversas ramificaciones y sustituciones (Figura 9). Es el polisacárido más abundante después de la celulosa y el componente mayoritario de la hemicelulosa.

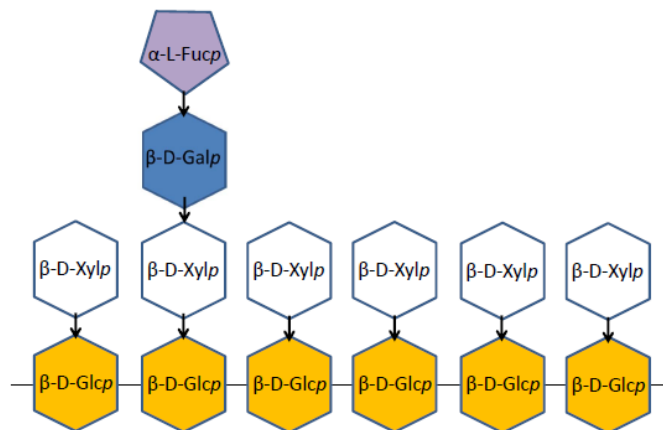


Figura 9. Estructura química de los xilanos.¹⁰

·Glucomanano: polisacárido lineal, constituido por unidades de D-glucosa y D-manosa, unidas mediante enlace Beta(1→4) (Figura 10). Cada 50-60 unidades de monosacárido existen ramificaciones de la cadena principal. Tiene la capacidad de hidratarse con gran facilidad.

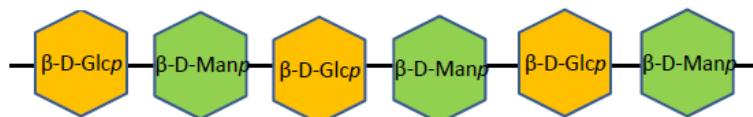


Figura 10: Estructura química del glucomanano.¹⁰

Las funciones fisiológicas del glucomanano han sido ampliamente estudiadas. Se utiliza como coadyuvante en el tratamiento dietético de la obesidad, debido a su capacidad para la captación de agua, ya que al hincharse en el estómago, provoca sensación de saciedad. Además, se utiliza por la misma razón para la mejora del

estreñimiento. Por otra parte, se sabe que mejora los niveles de colesterol y la glucemia postprandial.¹⁴

·Arabinoxilanos: están formados por una cadena lineal de xilosa unidas por enlaces Beta(1→4), con ramificaciones de arabinosa. Además de las unidades de arabinosa, es común encontrar otros sustituyentes minoritarios como son el ácido glucurónico y la galactosa¹⁵ (Figura 11).

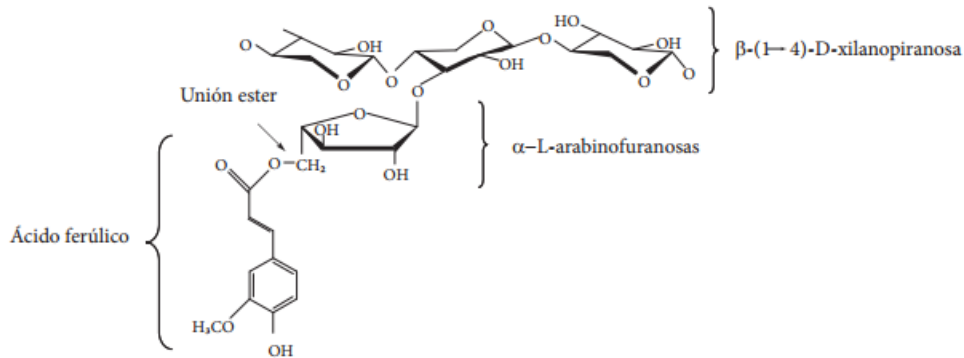


Figura 11. Estructura química de una fracción de arabinoxilanos ferulados.¹⁵

Lignina

La lignina es también un componente de las paredes celulares vegetales. Estructuralmente no es un hidrato de carbono, sino un polímero de fenilpropano altamente ramificado.¹⁶ Resulta de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos, que se ensamblan aleatoriamente, dando lugar a una estructura tridimensional amorfa (Figura 12). Tiene un elevado peso molecular, es insoluble en agua y puede combinarse con los ácidos biliares dificultando su absorción. Abunda sobre todo en vegetales viejos y puede resultar muy irritante para la mucosa intestinal.

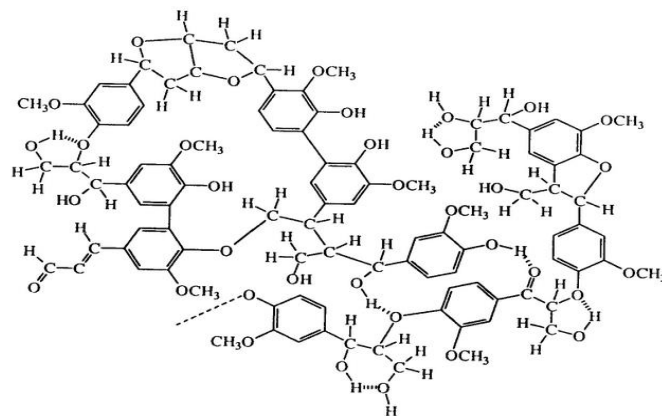


Figura 12. Estructura química de la lignina.

Beta-glucanos

Los beta-glucanos son polímeros de glucosa. A diferencia de la celulosa, los enlaces entre las unidades son variables, tienen una estructura ramificada y son de menor tamaño.¹⁷ Estas propiedades influyen en su solubilidad, permitiéndoles formar soluciones viscosas. Los beta-glucanos son un componente principal del material de la pared celular de los granos de avena y cebada y también se encuentran en las setas.

Almidón resistente

Se conoce como almidón resistente al almidón y productos de degradación del almidón que no son absorbidos en el intestino delgado de los humanos.¹⁸ Se han identificado cuatro clases de almidón resistente: almidón físicamente inaccesible, gránulos de almidón nativo, almidón retrogradado y almidón químicamente modificado (Tabla 2).

El almidón inaccesible se encuentra dentro de estructuras celulares que lo hacen *inaccesible* a las enzimas digestivas. Los gránulos resistentes son almidones muy resistentes a la hidrólisis enzimática. En ambos casos puede aumentarse la digestibilidad del mismo por el proceso de cocción, ya que se produce la gelatinización del almidón. Cuando se produce un ciclo de cocción-enfriamiento del almidón, se da lugar a almidón retrogradado, también menos accesible a enzimas digestivas. Por último, el almidón modificado químicamente incluye aquellos almidones que han sido producidos modificados industrialmente, y se usan como aditivos alimentarios.

Tipos de almidón resistente	Fuentes alimentarias
RS1: almidón físicamente inaccesible	Semillas y granos de cereales, legumbres
RS2: gránulos resistentes de almidón	Patata cruda, banana verde, algunas legumbres
RS3: almidón retrogradado	Patata cocida y enfriada, pan, copos de maíz
RS4: almidón modificado químicamente	Lácteos, salsas (espesante en la industria alimentaria)

Tabla 2. Tipos de almidón resistente y sus fuentes dietéticas.¹⁸

2.3. CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA

Los diferentes tipos de fibra se pueden clasificar en función de dos de sus propiedades: su grado de solubilidad y su grado de fermentabilidad, existiendo así fibras solubles e insolubles, y fibras fermentables y no fermentables.

2.3.1. FIBRAS SOLUBLES E INSOLUBLES

El comportamiento de las distintas fibras en relación con el agua es muy diverso, y depende de muchos factores, como su cantidad de grupos hidroxilo, carboxilo y de su estructura tridimensional.

Por ejemplo, los grupos hidroxilo de la fibra establecerán puentes de hidrógeno con las moléculas de agua, y los grupos carboxilo permitirán las interacciones iónicas más fuertes a través de sus iones metálicos y de éstos con el agua. Por otra parte, la estructura tridimensional de los polímeros (bien sea lineal o ramificada) permitirá una mayor o menor acumulación de agua en la matriz de la fibra.

Las **fibras solubles** en contacto con el agua, forman un retículo donde la fibra queda atrapada, originando soluciones de gran viscosidad. Las fibras solubles son las que están constituidas por cadenas glucídicas de diferentes tipos (Tabla 3).

Las **fibras insolubles**, por el contrario, tienen escasa capacidad para formar soluciones viscosas ya que no forman una estructura capaz de retener agua. Suelen ser aquellos polisacáridos con función estructural en el vegetal (Tabla 3).

Tipos de fibra según su solubilidad en agua	
Fibras solubles	Fibras insolubles
Pectinas, gomas, mucílagos, hemicelulosas, polisacáridos procedentes de algas, almidón resistente, beta-glucanos, polidextrosa, oligosacáridos no digeribles, inulina.	Celulosa, hemicelulosas, lignina

Tabla 3: Tipos de fibra soluble e insoluble

2.3.2. FIBRAS FERMENTABLES Y NO FERMENTABLES

La fibra dietética llega al intestino grueso inalterada; allí, las bacterias intestinales pueden digerir la fibra con sus numerosas enzimas, dependiendo de la composición y estructura de la misma.

Las moléculas complejas son desdobladas en hexosas, pentosas y alcoholes que ya no pueden ser absorbidos por el intestino, sirviendo de sustrato a otras colonias bacterianas que las degradan a hidrógeno, metano y dióxido de carbono, ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta.

Todos los tipos de fibra, excepto la lignina y la mayor parte de la celulosa, pueden ser fermentados por las bacterias intestinales. En función de su grado de fermentación, se dividen en fibras no fermentables, parcialmente fermentables y fermentables (Tabla 4).

Grado de fermentación	Tipo de fibra	Ejemplos
<10%	Fibras no fermentables	Lignina
10 – 70%	Fibras parcialmente fermentables	Celulosa, almidón resistente, mucílagos (<i>Plantago ovata</i>)
>70%	Fibras fermentables	Pectinas, gomas, inulina, mucílagos, beta-glucanos, oligosacáridos no digeribles (ej. FOS)

Tabla 4. Tipos de fibra dietética según su grado de fermentación.

En el colon proximal, cerca de la válvula ileocecal, se fermentan fundamentalmente sustratos rápidamente fermentables, (es el caso de oligosacáridos, azúcares, y fibra soluble). Sin embargo, conforme vamos avanzando y nos aproximamos al colon distal, la fermentación de los sustratos anteriormente mencionados disminuye y aumenta la de sustratos lentamente fermentables, (el caso de las fibras insolubles).

3. FUENTES ALIMENTARIAS DE FIBRA DIETÉTICA

Todos los alimentos de origen vegetal contienen fibra dietética en mayor o menor medida (Anexo 2). El tipo de fibra que contengan va a depender del tipo de alimento que sea. Por ejemplo, se considera que los alimentos con mayor proporción de fibra insoluble son el salvado de trigo, los cereales integrales y el pan integral. Por el contrario, los alimentos con mayor contenido en fibra soluble son la avena, la cebada, legumbres, frutas, y verduras. La mayoría de vegetales en estado natural contienen diferentes proporciones de fibra soluble e insoluble, siendo muy difícil clasificar los vegetales como fuentes de un tipo de fibra u otra (Anexo 3).

Cabe destacar en la industria alimentaria hay ciertas fibras que se utilizan como espesante en lácteos (natillas, yogures, batidos...), productos cárnicos y derivados del pescado (salchichas, jamón cocido, fiambre, hamburguesas, gelatinas de pescado...), pastelería (tartas, gelatinas, mermeladas, siropes...), y en salsas y bebidas (zumos de fruta concentrados, sopas...).

4. TRANSFORMACIONES METABÓLICAS DE LA FIBRA DIETÉTICA

La primera transformación metabólica que sufre la fibra dietética ocurre en el colon. Allí se produce su fermentación por parte de las bacterias de la flora colónica. Hay más de 1000 especies diferentes de bacterias fermentativas en el colon de los humanos. En adultos sanos, el 80% de las bacterias identificadas en heces pueden ser clasificadas en tres grandes familias: *Firmicutes*, *Bacteroidetes* y *Actinobacterias*,¹⁹ aunque existen variaciones individuales en la proporción en la que se encuentran estas tres familias de bacterias en el colon.

En el proceso de fermentación colónica de la fibra dietética se producen diversos compuestos, entre ellos gases (hidrógeno, dióxido de carbono, gas metano) y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como son el acetato, propionato y butirato, en una proporción casi constante (60:25:20).²⁰

Como consecuencia de la producción de estos AGCC, la fermentación colónica de la fibra produce energía, ya que dichos ácidos se degradan hasta dar lugar a acetil-CoA, que posteriormente se incorporará al ciclo de Krebs, produciendo energía (entre 1 y 5 kcal/g). La cantidad de energía a producir dependerá de la fermentabilidad de la fibra en cuestión, y además, no todas las fibras producen la misma cantidad de AGCC.

Cabe destacar que los AGCC, al metabolizarse y absorberse por el epitelio intestinal, contribuyen al 80% de los requerimientos energéticos del colonocito, y en un 5 – 10% al total de los requerimientos energéticos del individuo.²¹

El metabolismo de estos ácidos grasos produce además otros compuestos, como cuerpos cetónicos, dióxido de carbono y agua, que intervienen en mecanismos como la proporción de moco, la absorción de iones y la formación de bicarbonato.

Es el **butirato** el que es utilizado principalmente por el colonocito como combustible energético, seguido del acetato y propionato. De manera general, casi todo el butirato y parte del propionato (50% aprox.) se metabolizan en la mucosa del colon.

Por su parte, el acetato y el resto de propionato se dirigen al hígado y allí cada uno de ellos se destina a funciones diferentes. El acetato se metaboliza dando lugar a glutamina y cuerpos cetónicos que se dirigen al intestino delgado y son usados como sustrato energético. El propionato en cambio, se utiliza como sustrato para gluconeogénesis, dando lugar a glucosa.²⁰

5. PROPIEDADES FISIOLÓGICAS DE LA FIBRA DIETÉTICA

Los efectos beneficiosos sobre la salud del consumo dietario de fibra son múltiples, y muchos de ellos están relacionados estrechamente con la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares o factores de riesgo cardiovascular. Dichos efectos se deben fundamentalmente a dos de sus propiedades fisiológicas: su solubilidad en agua y su capacidad de ser fermentadas por las bacterias intestinales.

5.1. EFFECTOS DERIVADOS DE SU SOLUBILIDAD EN AGUA

Las fibras **solubles**, dada su elevada capacidad de retención de agua, forman soluciones viscosas o geles cuando se combinan con agua. Este tipo de fibras tiene efecto sobre todo el tracto digestivo, ya que en la boca estimulan la salivación (al requerir de una mayor masticación), y en el estómago, retrasan el vaciamiento gástrico al formar geles de alta viscosidad,²² lo que contribuye a aumentar la sensación de saciedad.

Por otra parte, fibra soluble y lignina impiden parcialmente el contacto en el intestino delgado de los nutrientes con las enzimas digestivas, retrasando la digestión y absorción de nutrientes como la glucosa o el colesterol.

En el colon, la fibra soluble aumenta el peso del bolo fecal, acorta el tiempo de tránsito intestinal, disminuye la presión intraluminal, capta agua y fija cationes.

Por otro lado, en la fibra **insoluble**, el agua se queda retenida en su matriz estructural, formando mezclas de baja viscosidad. Sin embargo, tiene gran capacidad para la retención de agua, por lo que aumenta la masa del bolo fecal, incrementando la motilidad intestinal y el peso de las heces (Figura 14). Además, estas fibras tienen capacidad para retener en su estructura ciertos nutrientes como cationes divalentes, sales biliares, grasas, enzimas digestivas, proteínas, vitaminas, colesterol, etc.

5.2. EFFECTOS DERIVADOS DE SU FERMENTACIÓN INTESTINAL

Existen fundamentalmente dos tipos de fermentación bacteriana en el colon: sacarolítica y proteolítica.²³ La fermentación sacarolítica es la más beneficiosa y es la que produce los ácidos grasos de cadena corta y en la fermentación proteolítica se producen derivados nitrogenados que suelen ser carcinógenos. La fermentación de las fibras alimentarias es de tipo sacarolítica. Además, tiene cierto **efecto prebiótico**, que se puede definir como la “resistencia a la digestión en el intestino delgado, hidrólisis y

fermentación por la flora del colon, y estimulación selectiva del crecimiento de bacterias beneficiosas”.²²

La fermentación de la fibra dietética contribuye de forma significativa al aumento de la masa fecal, ya no solo por el aporte en peso de la fibra y la retención de agua, sino por el aporte de masa celular bacteriana al bolo fecal.²⁴ Ello contribuye a la mejora del tránsito intestinal. Además, al incrementar la actividad metabólica bacteriana, se aumenta la utilización de compuestos potencialmente tóxicos, de manera que se disminuye su concentración en el tracto digestivo.

Hay ciertos efectos beneficiosos sobre la salud que se atribuyen directamente a la producción de AGCC durante la fermentación intestinal. Estos compuestos disminuyen el pH intraluminal y estimulan la reabsorción de agua y sodio, y la absorción de cationes divalentes en el colon.²²

El butirato es el que tiene mayor efecto trófico sobre la mucosa del colon y estimula la secreción pancreática. Además, se ha demostrado que inhibe la producción de algunas citocinas proinflamatorias, modulando la actividad de factores como el NF- κ B, con actividad tumoral.²⁵

Hay que tener en cuenta que la fermentación de la fibra muy fermentable se produce en el ciego y colon ascendente, por lo que las concentraciones de estos ácidos serán mayores en las primeras porciones del colon, y sus efectos beneficiosos no se manifestarán en el colon distal. Sin embargo, si se combina la fibra muy fermentable con otra menos fermentable, la fermentación tendrá lugar a lo largo de todo el colon, de manera que todo el colon quedará expuesto a estos compuestos beneficiosos.

6. EFECTOS DE LA FIBRA DIETÉTICA SOBRE LOS FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR

6.1. OBESIDAD

La propiedad de la fibra soluble para aumentar la sensación de saciedad tiene efectos beneficiosos sobre la obesidad, ya que se ha observado una relación inversa entre el consumo de fibra dietética y el peso corporal: un aumento de 8g de fibra por cada 1000 kcal de energía consumida produce una disminución media de 2kg de peso corporal en mujeres con obesidad.²⁶

Además, los AGCC producidos en la fermentación de la fibra también tienen su efecto sobre la ingesta energética. En un reciente ensayo clínico se vio que la administración exógena de propionato a hombres y mujeres con sobrepeso y obesidad estimulaba la producción de GLP-1 y PYY en las células colónicas (péptidos enteroendocrinos que provocan saciedad), reduciéndose la ingesta energética en torno a un 14%, y previniendo la ganancia de peso.²⁷

6.2. DIABETES MELLITUS

El hecho de que la fibra retrase la digestión y absorción de ciertos nutrientes tiene efectos beneficiosos sobre el control glucémico de la diabetes. Al enlentecer la absorción de glucosa por parte del intestino delgado, se mejora la glucemia postprandial.²⁸ Fibras como la inulina demuestran este hecho en varios trabajos.^{29, 30} Además, una dieta con un índice glicémico más alto (es decir, con un mayor consumo de cereales refinados y azúcares y con un bajo consumo de fibra dietética), se asocia con un aumento del riesgo de aparición de diabetes mellitus tipo 2.³¹

Por otra parte, la propiedad de la fibra para ser fermentada también trae consigo efectos beneficiosos sobre este factor de riesgo. El efecto prebiótico de la fibra tiene una serie de acciones beneficiosas la diabetes mellitus tipo 2, en la que hay ciertas alteraciones de la barrera intestinal. Por tanto, el hecho de que se estimule el crecimiento de bacterias beneficiosas, influye en la integridad de la mucosa, mejorando la permeabilidad intestinal, y modulando a los péptidos enteroendocrinos (GLP-1 y GLP-2). Estos cambios están relacionados con una reducción del grado de inflamación, la mejora de la homeostasis de la glucosa y el metabolismo lipídico en personas con obesidad y diabetes mellitus tipo 2.³² Algunas fibras con efecto prebiótico son la inulina, los fructooligosacáridos, arabinosilanos del trigo y el almidón resistente.

Además, la producción de acetato y propionato regula el metabolismo de la glucosa, disminuyendo la glucemia postprandial y la respuesta insulínica.

6.3. PERFIL LIPÍDICO

La fibra soluble destaca también por sus efectos hipocolesterolemiantes. Diversos estudios han establecido que el consumo elevado de fibra dietética se asocia a una disminución de colesterol total y el colesterol ligado a LDL (LDLc). Los mecanismos por los que la fibra soluble afecta al metabolismo lipídico no se conocen con exactitud. Por una parte, parece que la fibra soluble produce una disminución de la absorción de

ácidos biliares, aumentando su excreción y, por tanto, interrumpiendo la circulación enterohepática de estos compuestos. Este hecho tiene dos repercusiones: por un lado, disminuye la tasa de absorción intestinal de triglicéridos y colesterol dietarios (debido a una disminución de su digestión, por falta de sales biliares); por otro lado, al disminuir el *pool* hepático de sales biliares, el colesterol hepático disponible se utiliza para sintetizar estos compuestos, de manera que disminuye la cantidad de colesterol hepático disponible. La depleción de colesterol hepático estimula la síntesis de colesterol endógeno, pero al mismo tiempo incrementa el número de receptores de LDLc dispuestos a captar colesterol de las partículas LDL circulantes, disminuyendo los niveles de éste en sangre. Al margen del efecto producido por el secuestro de los ácidos biliares, la fibra soluble disminuye la absorción de colesterol al formar geles viscosos que atrapan al colesterol en su estructura, disminuyendo su tasa de absorción y favoreciendo el efecto hipocolesterolemizante anteriormente descrito.³³

Destaca sobre todo el papel de fibras solubles como los beta-glucanos de avena y cebada sobre el perfil lipídico y los arabinosilanos de las semillas de *Plantago psyllium* (más conocido en España como zaragatona). Según un reciente metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados, el consumo de 3 o más gramos de betaglucanos al día disminuye el colesterol total y el LDLc entre 0,25 y 0,30mol/L, sin variar la cantidad de HDLc o triglicéridos en sangre.³⁴ Por otra parte, el consumo de 2 a 10 gramos de semillas de *Plantago psyllium* al día disminuye los niveles de colesterol total 1,55mg/dL por cada gramo de semillas consumido, en tanto que el LDLc disminuye 2,7mg/dL.³⁵

Por otra parte, la hidroxipropilmetilcelulosa, un carbohidrato sintético derivado de la celulosa, ha demostrado disminuir significativamente la cantidad de LDLc en sujetos hipercolesterolemicos, consumiendo unos 5g de hidroximetilpropilcelulosa al día durante cuatro semanas.²⁸ Este carbohidrato se comporta como fibra soluble, por lo que sus efectos hipocolesterolemicos pueden derivarse de esta propiedad que no presenta la celulosa, cuyo potencial hipocolesterolemico está muy cuestionado.

El propionato producido durante la fermentación de la fibra dietética también tiene efecto hipocolesterolemizante. Este compuesto es metabolizado en el hígado, y entre otras acciones, disminuye la síntesis hepática de colesterol al inhibir a la enzima hidroximetilglutaril-CoA.³⁶

Los estudios de cohortes también han estudiado la relación entre el consumo de fibra y los niveles de colesterol. La ingesta de cereales integrales está inversamente

relacionada con el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura, el colesterol total y el LDL según un estudio realizado a la cohorte *Framingham*.³⁷

6.4. HIPERTENSIÓN ARTERIAL

Diversos estudios demuestran que la ingesta de fibra dietética se asocia con una disminución de la tensión arterial.^{38, 39} En un ensayo clínico en el que se suplementaba a los participantes con 13g de semillas de lino al día (ricas en lignanos y fibra soluble) durante 6 meses, se vio que la presión arterial sistólica disminuía en 10mmHg y la diastólica en 7mmHg en comparación con el grupo control.⁴⁰ Los mecanismos por los cuales disminuye la presión arterial no se conocen con exactitud.

6.5. SÍNDROME METABÓLICO

En un reciente ensayo clínico a doble ciego, el almidón resistente de tipo 4 (almidones modificados industrialmente), demostró tener efectos beneficiosos sobre el síndrome metabólico. La dieta de un grupo de pacientes diagnosticados de síndrome metabólico fue suplementada con harina enriquecida en RS4 (almidón resistente de tipo 4) durante 26 semanas, y se observó que en comparación con el grupo control, los niveles de colesterol total disminuían en un 7,2%.⁴¹

En otro ensayo clínico aleatorizado, un grupo de personas con diabetes mellitus tipo 2 y síndrome metabólico diagnosticado consumió 10g de goma guar al día durante 6 semanas, mientras que el grupo control realizaba su dieta habitual. En el grupo de intervención se observó una disminución de la circunferencia de la cintura, de los valores de hemoglobina glucosilada, de la excreción urinaria de albúmina y de los valores de ácidos grasos trans en suero.⁴²

Los estudios de cohortes también han estudiado la relación existente entre el consumo de fibra y el síndrome metabólico. En la cohorte *Framingham*, se tomaron datos de 2384 sujetos y al cabo de 5 años, se observó que el consumo de cereales integrales disminuía significativamente la prevalencia de síndrome metabólico. Cabe destacar que esta relación solo se observó con el consumo de fibra procedente de cereales y el consumo de cereales integrales, pero no con el de fibra procedente de frutas, verduras o legumbres.⁴³

7. EFECTOS DE LA FIBRA DIETÉTICA SOBRE EL RIESGO CARDIOVASCULAR

La asociación entre enfermedad coronaria y fibra dietética la propuso por primera vez el investigador HC Trowell en 1975, estableciendo la “hipótesis de la fibra”, según la cual existe una relación inversa entre el consumo de cereales refinados y las enfermedades cardiovasculares; en palabras del propio Trowell, “para mejorar la arteriosclerosis o la diabetes mellitus, se deben consumir productos derivados de cereales no refinados de diferentes variedades”.⁴⁴

Uno de los primeros estudios prospectivos que demostró este hecho fue el de Morris y cols. en 1977, en el que observaron que el riesgo de padecer eventos cardiovasculares era menor en aquellos hombres que consumían más fibra dietética procedente de cereales (entre 8,4 y 34,5 gramos de fibra al día), en comparación con el grupo que consumía menor cantidad (entre 2,0 y 7,1 gramos al día). Esta asociación no se estableció en el caso del consumo de fibra procedente de otras fuentes alimentarias como frutas o verduras.⁴⁵

Desde entonces, numerosos trabajos se han centrado en esta asociación la han estudiado, y han intentado encontrar mecanismos fisiológicos que respondan a este hecho.

Los últimos y más importantes estudios de cohortes han estudiado en profundidad las enfermedades cardiovasculares y su relación con la alimentación, y más concretamente con el consumo de fibra dietética. El *American Nurses Study* observó que con el aumento del consumo de 5 gramos de fibra de tipo cereal al día, se producía una reducción del 37% de enfermedad cardiovascular. Por otra parte, el *Estudio de Profesionales Americanos de la Salud*, observó que por cada incremento de 10g de fibra de tipo cereal, se producía una disminución de la enfermedad coronaria del 29%.¹⁸

En la Tabla 5 se muestran algunos de los estudios de cohortes realizados en los últimos años en los que se ha estudiado la relación del consumo de fibra procedente de cereales integrales y el riesgo relativo de padecer algún evento cardiovascular. En todos ellos, se observa una asociación inversa entre consumo de fibra y la aparición de eventos cardiovasculares, siendo el consumo de fibra un factor protector enfermedad cardiovascular. Se observa significancia clínica en todos los estudios menos en el *Iowa Women's Health*, en el que no se observa significancia para consumo de fibra y mortalidad por enfermedad cardiovascular.⁴⁶

Año	Nombre del estudio	Tamaño muestral	Rango edad (años)	Seguimiento (años)	Objeto de estudio	Nº casos	Ingesta de cereales integrales (raciones/día)		RR	IC	p-valor
							Más alta	Más baja			
1998	IWHS	31284	55-69	9	Mortalidad por CI	438	3,2	0,2	0,7	0,50 - 0,98	0,02
1999	IWHS	31284	55-69	9	Mortalidad por ECV	1097	3,2	0,2			0,03
2003	PHS	86190	4 - 84	5,5	Mortalidad por ECV	3114	>1	R	0,8	0,66-0,97	0,008
1999	NHS	75.521	38-63	10	EC						
2008	ARIC	11940	45-64	11	Incidencia de IAM	535	3,0	0,1	0,72	0,53-0,97	0,05
2008	ARIC	11940	45-64	11	Fallo cardíaco	1140	>1	-	0,93	0,87-0,99	<0,05

Tabla 5. Riesgo relativo de padecer algún evento cardiovascular en relación al consumo de fibra procedente de cereales integrales, según algunos estudios de cohortes.⁴⁶

RR: Riesgo Relativo, IC: intervalo de confianza, IWHS: Iowa Women's Health, CI: cardiopatía isquémica, ECV: enfermedad cardiovascular, PHS: Physician's Health Study, EC: enfermedad coronaria, ARIC study: Atherosclerosis Risk Communities, IAM: infarto agudo de miocardio.

Como se puede observar, todos los estudios anteriormente citados han encontrado que la relación ECV-fibra se da en el caso de que la fibra sea procedente de cereales, es decir, de tipo insoluble, pese a que el tipo de fibra que tiene efecto sobre los factores de riesgo cardiovascular (homeostasis de la glucosa, perfil lipídico, etc) es la fibra de tipo soluble.

En el estudio español *PREDIMED* (Prevención con Dieta Mediterránea) se siguió a un total de 7216 personas con alto riesgo cardiovascular durante varios años, durante los cuales se observaban sus hábitos dietéticos. Al cabo de 8,7 años de seguimiento, se contabilizaron las muertes producidas, y se observó que el consumo de fibra dietética y fruta estaba relacionado con un menor riesgo de muerte. Aquellos participantes que consumían más de 210g de fruta al día y más de 20g de fibra dietética al día tenían un riesgo menor de mortalidad de todas las causas, incluida la mortalidad por enfermedades cardiovasculares.⁴⁷

En un reciente ensayo clínico aleatorizado,⁴⁸ se dividió a un grupo de mujeres entre 50 y 72 años con sobrecarga ponderal en un grupo de intervención, que consumió una dieta rica en cebada y legumbres (86g de alubias, 82g de garbanzos, 58g de semillas

de cebada y 216g de pan integral de cebada cada día) y en un grupo control, que consumió una dieta sin estos alimentos, pero con el mismo número de calorías, y aproximadamente la misma cantidad de fibra dietética; cada dieta tuvo una duración de cuatro semanas. Tras ese período, se observó que ambas dietas disminuyeron los niveles de colesterol, pero que en el grupo de intervención se observó una reducción más pronunciada y significativa de los niveles de LDLc y colesterol total. También disminuyó significativamente la presión arterial diastólica y el riesgo cardiovascular estimado según *Framingham*.⁴⁹

Además de todo lo dicho anteriormente, hay que tener en cuenta posibles sesos presentes en algunos estudios. En aquellos estudios en los que la intervención consistía en una dieta más rica en fibra, hay que tener en cuenta que el consumo de cereales implica el aporte de antioxidantes, como la Vitamina E y el magnesio y fitosteroles además de fibra dietética; dichos compuestos influyen sobre el perfil lipídico y la coagulación, mejorando la función endotelial, contribuyendo a disminuir los fenómenos de aterotrombosis.

Por otra parte, en los estudios de cohortes se estudia la asociación entre el consumo de fibra y la frecuencia en la que aparecían eventos cardiovasculares; hay que tener en cuenta que un mayor consumo de fibra se asocia con un estilo de vida más adecuado (perfil lipídico de la dieta más adecuado, realización de ejercicio, etc), que influye decisivamente sobre el riesgo de padecer algún evento cardiovascular.

8. FUTURO Y RECOMENDACIONES

En la actualidad, el consumo de fibra dietética en los países desarrollados está muy por debajo de las recomendaciones para la población general. El consumo medio de fibra dietética en España está entre 17 y 21 gramos al día según un estudio realizado sobre la *Encuesta Nacional de Ingesta Dietética*,⁵⁰ y 19,7g según un estudio realizado sobre el *Panel de Consumo Alimentario*.⁵¹ Los objetivos nutricionales de consumo de fibra marcados por la *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria* para población española oscilan entre 22 - 30 de gramos de fibra al día para mujeres y 25 – 35g/día para hombres.⁵² En cualquier caso, se detecta una baja ingesta de fibra en comparación con lo recomendado. Esto se debe a la baja incidencia que tiene hoy en día en nuestra alimentación el consumo de verduras, frutas, legumbres, cereales integrales y sus derivados. La frecuencia de consumo de estos alimentos disminuye en favor de otros alimentos exentos de las propiedades beneficiosas de los alimentos de

origen vegetal, como ocurre en las dietas occidentales, en particular las del mundo anglosajón.

Por otra parte, hoy en día está muy en alza el uso de suplementos dietéticos de diversa índole. Los suplementos dietéticos con diferentes tipos de fibra se utilizan mucho sobre todo para la pérdida de peso, la mejora del perfil lipídico y del tránsito gastrointestinal.

A la luz de todos estos hechos, y teniendo en cuenta que las enfermedades cardiovasculares son la segunda causa de muerte en España, así como la relación descrita anteriormente entre la fibra dietética y la prevención de la enfermedad cardiovascular, el patrón dietético debería cambiar en favor del incremento del consumo de alimentos de origen vegetal, ricos en fibra dietética, llegando a los objetivos nutricionales propuestos para la población española desde la *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria* en cuanto al consumo de fibra dietética. Por otra parte, el uso de suplementos nutricionales deberá hacerse bajo supervisión de un profesional cualificado, de acuerdo con las necesidades individuales de cada persona, valorando la necesidad de su uso. En ningún caso se debe hacer un uso inapropiado de estos productos ni emplearlos en lugar de alimentos que podrían aportar los mismos nutrientes.

Hay que tener en cuenta que un consumo excesivo de fibra también tiene efectos perjudiciales (reducción de la absorción de vitaminas y minerales, obstrucción intestinal, flatulencia, etc), y no por un mayor consumo de fibra va a haber más efectos beneficiosos sobre la salud.

9. CONCLUSIONES

En base a la documentación considerada en este trabajo, podemos concluir que:

- La fibra dietética está formada por diversas sustancias de una estructura química concreta. Es un concepto muy amplio que engloba diferentes sustancias desde el punto de vista químico, con diversas propiedades fisiológicas beneficiosas sobre el organismo.
- Las propiedades beneficiosas de la fibra dietética sobre la salud se deben fundamentalmente a dos de sus propiedades fisiológicas: capacidad de ser fermentadas en el tracto digestivo y su comportamiento frente al agua.
- El aumento consumo de fibra soluble tiene efectos beneficiosos sobre los factores de riesgo cardiovascular, ya que frena la ganancia de peso en personas con obesidad, mejora el control de la glucosa en personas con diabetes, disminuye el colesterol total y ligado a LDL, mejora el síndrome metabólico y disminuye la presión arterial.
- El consumo de fibra de tipo cereal (insoluble, en su mayoría) se asocia con una disminución del riesgo cardiovascular en los grandes estudios de cohortes.
- La sociedad española se beneficiaría del aumento del consumo de fibra dietética, ya que las enfermedades cardiovasculares constituyen la segunda causa de muerte en España y la fibra dietética ha demostrado tener un papel preventivo sobre la enfermedad cardiovascular, al disminuir los factores de riesgo de esta enfermedad y la incidencia de eventos cardiovasculares.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Castrodeza JJ, Alfaro M, Regidor E, Gutiérrez-Fisac JL. *Patrones de mortalidad en España*. Madrid, España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2012.
2. O'Donnell CJ, Elousa R. *Factores de riesgo cardiovascular. Perspectivas derivadas del Framingham Heart Study*. Rev Esp Cardiol 2008; 61(3): 299 – 310.
3. Hipsley HB. *Dietary "Fibre" and Pregnancy Toxaemia*. Brit Med J 1953; 2 (4833): 420 – 422.
4. Trowell HC, Southgate DA, Wolever TM, Leeds AR, Gasull MA, Jenkins DJ. *Dietary fibre redefined*. Lancet 1976; 1: 967.
5. Prosky L, Asp NG, Furda I, DeVries JW, Schweizer TF, Harland BF. *Determination of total dietary fiber in foods and food products: collaborative study*. J Assoc Off Anal Chem 1985; 68: 677 – 679.
6. Englyst HN, Quigley ME, Hudson GJ, Cummings JH. *Determination of dietary fiber as non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography*. Analyst 1992; 117 (11): 1707 – 1714.
7. American Association of Cereal Chemists. AACC Dietary Fiber Technical Committee. *The definition of dietary fiber*. Cereal Food World 2001; 46:112.
8. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washinton D.C.: The National Academy Press; 2005.
9. Codex Alimentarius Commission (CAC). *Report of the 27th session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses*. Bonn, Germany. ALINORM; 2006.
10. Girbés T. Curso de 2º Grado en Nutrición Humana y Dietética 2012 – 2013. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.
11. Voragen AGJ, Coenen GJ, Verhoef RP, Schols HA. *Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls*. Struct Chem 2009; 20: 263 – 275.
12. Franco E, López MG. *Implications of fructans in Health: Immunomodulatory and antioxidant mechanisms*. ScientificWorldJournal 2015; 2015: 1 – 15.
13. Putaala H. *Polydextrose in Lipid Metabolism*, En: Rodrigo Valenzuela Baez. Lipid Metabolism. 2013.
14. González A, Fernández N, Sahagún AM, García JJ, Díez MJ, Sierra M et al. *Glucomanano: propiedades y aplicaciones terapéuticas*. Nutr Hosp 2004; 19 (1): 45 – 50.

15. Morales A, Niño G, Carvajal E, Gardea A, Torres P, Lizardi J. *Los arabinosilanos ferulados de cereales. Una revisión de sus características fisicoquímicas y capacidad gelificante.* Rev Fitotec Mex 2013; 36(4): 439 – 446.
16. Chávez-Sifontes M, Domine ME. *Lignina, estructura y aplicaciones: métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial.* Av Cien Ing 2013; 4(4): 15 – 46.
17. Synytsya A, Novak M. *Structural analysis of glucans.* Ann Transl Med 2014; 2(2):17
18. Balanzà R. *Efectos metabólico-terapéuticos a corto y largo plazo de la suplementación con fibra dietética.* Dirigida por Salas J y García P. Tesis doctoral. Universidad Rovira i Virgili (España). 2007.
19. Hamer HM, Preter V, Windey K, Verbeke K. *Functional analysis of colonic bacterial metabolism: relevant to health?* Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol 2012; 302: G1 – G9.
20. García P, Bretón I, Cuerda C, Cambor M. *Metabolismo colónico de la fibra.* Nutr Hosp 2002; 17 (Sup.2): 11 – 16.
21. McNeil M. *The contribution of the large intestine to energy supplies in man.* Am J Clin Nutr 1984; 39: 338 – 342.
22. García P, Velasco C. *Evolución en el conocimiento de la fibra.* Nutr Hosp 2007; 22(Supl.2): 20 – 25.
23. Escudero E, González P. *La fibra dietética.* Nutr Hosp 2006; 21(2): 61 – 72.
24. Slavin J. *Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits.* Nutrients 2013; 5: 1417 – 1435.
25. Inas MS, Rasoulpour RJ, Yin L, Hubbard A, Rosenberg DW, Giardina C. *The luminal short chain fatty acid butyrate modulates NF- κ B activity in human colonic epithelial cell line.* Gastroenterology 2000; 118: 724 – 734.
26. Tucker LA, Tomas KS. *Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women.* J Nutr Rev 2009; 139: 576 – 581.
27. Chambers ES, Viardot A, Psichas A, Morrison DJ, Murphy KG, Frost G et al. *Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults.* Gut 2014; 0: 1 – 11.
28. Lattimer JM, Haub MD. *Effects of dietary fiber and its components on metabolic health.* Nutrients 2010; 2(12): 1266 – 1289.
29. Lu XZ, Walker KZ, Muir JG, O'Dea K. *Arabinosylan fiber improves metabolic control in people with type II diabetes.* Eur J Clin Nutr 2004; 58(4): 621 – 628.

30. García AL, Otto B, Reich SC, Weickert MO, Steiniger J, Koebnick C et al. *Arabinoxylan consumption decreases postprandial serum glucose, serum insulin and plasma total ghrelin response in subjects with impaired glucose tolerance.* Eur J Clin Nutr 2007; 61(3): 334 – 341.
31. Bhupathiraju SN, Tobias DK, Malik VS, Pan A, Hruby A, Hu FB et al. *Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and updated meta-analysis.* Am J Clin Nutr 2014; 100(1): 218 – 232.
32. Everard A, Cani PD. *Diabetes, obesity and gut microbiota.* Best Pract Res Cl Ga 2013; 27: 73 -73.
33. Fernández C. *La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular.* Nut Clín Diet Hosp 2010; 30(2): 4 – 12.
34. Whitehead A, Beck EJ, Tosh S, Wolever TMS. *Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials.* Am J Clin Nutr 2014; 100: 1413 – 1421.
35. Berstein AM, Titgemeier B, Kirkpatrick K, Golubic M, Roizen MF. *Major cereal grains fiber and psyllium in relation to cardiovascular health.* Nutrients 2013; 5: 1471 – 1487.
36. Lairon D. *Dietary fibres: effects on lipid metabolism and mechanisms of action.* Eur J Clin Nutr 1996, 50: 125 – 133.
37. Mckeown N, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PWF, Jacques PF. *Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring study.* Am J Clin Nutr 2002; 76: 390 – 398.
38. Strepel MT, Arends LR, vant't Veer P, Grobbee DE, Gelejinse JM. *Dietary fiber and blood pressure: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials.* Arch Intern Med 2005; 165: 150 – 156.
39. Fechner A, Kiehntopf M, Jahreis G. *The formation of short-chain fatty acids is positively associated with the blood lipid-lowering effect of lupin kernel fiber in moderately hipercholesterolemic adults.* J Nutr 2014; 144: 599 – 607.
40. Rodríguez-Leyva D, Weighell W, Edel AL, LaVallee R, Dibrov E, Grant NP. *Potent antihypertensive action of dietary flaxseed in hypertensive patients.* Hypertension 2013; 62:1081 – 1089.
41. Nichenametla SN, Weidauer LA, Wey HE, Beare TM, Specker BL, Dey M. *Resistant starch type 4-enriched diet lowered blood cholesterol and improved body composition in a double-blind controlled crossover intervention.* Mol Nutr Food Res 2014; 58(6): 1365 – 1369.

42. Dall'Alba V, Moraes F, Peçanha J, Steemburgo T, Persch C, Jobin M et al. *Improvement of the metabolic syndrome profile by soluble fibre – guar gum - in patients with type 2 diabetes: a randomized clinical trial.* Brit J Nutr 2013; 110: 1601 – 1610.
43. Mckeown N, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PWF, Jacques PF. *Carbohydrate nutrition, insulin resistance and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort.* Diabetes Care 2004; 27: 538 – 546.
44. Trowell HC. *Letter: Dietary fibre hypothesis.* B Med J 1975; 4(5997): 649.
45. Morris JN, Marr JW, Clayton DG. *Diet and heart: a postscript.* Br Med J 1977; 2(6098): 1307 – 1314.
46. Cho SS, Qi L, Fahey G, Klurfeld DM. *Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk in type 2 diabetes, obesity and cardiovascular disease.* Am J Clin Nutr 2013; 98: 594 – 619.
47. Buil-Cosiales P, Zazpe I, Toledo E, Corella D, Salas-Salvadó, Martínez MA. *Fiber intake and all-cause mortality in the Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED) study.* Am J Clin Nutr 2014; 100: 1498 – 1507.
48. Tovar J, Nilsson A, Johansson M, Björck I. *Combining functional features of whole-grain barley and legumes for dietary reduction of cardiometabolic risk: a randomized cross-over intervention in mature women.* Brit J Nutr 2014; 111: 706 – 714.
49. Wilson PWF, D'Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silvershatz H, Kannel WB. *Prediction of coronary heart disease using risk factor categories.* Circulation 1998; 97: 1837 – 47.
50. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). *Evaluación nutricional de la dieta Española I. Energía y macronutrientes. Sobre datos de la Encuesta Nacional de Ingesta Dietética (ENIDE).* Madrid, España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2012.
51. Fundación Española de la Nutrición (FEN). *Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario.* Madrid, España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2012.
52. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). *Objetivos nutricionales para la población española.* Rev Esp Nutr Comunitaria 2011; 17(4): 178 – 199.

ANEXO 1: Constituyentes de la fibra dietética. ⁷

Grupo	Constituyentes
Polisacáridos no amiláceos y oligosacáridos resistentes o no digeribles	<ul style="list-style-type: none">· Celulosa· Hemicelulosa<ul style="list-style-type: none">ArabinoxilanosArabinogalactanos· Polifruktosas<ul style="list-style-type: none">InulinaOligofruktanos· Galactooligosacáridos· Gomas· Mucílagos· Pectinas
Análogos de carbohidratos	<ul style="list-style-type: none">· Dextrinas no digeribles<ul style="list-style-type: none">MaltodextrinasDextrinas resistentes· Carbohidratos compuestos sintéticos<ul style="list-style-type: none">PolidextrosaMetilcelulosaHidroxipropilmetilcelulosa· Almidones resistentes
Sustancias no polisacáridicas	<ul style="list-style-type: none">· Lignina· Ceras· Fitatos· Cutinas· Saponinas· Suberina· Taninos

ANEXO 2: Contenido en fibra dietética de algunos alimentos de origen vegetal.

CANTIDAD DE FIBRA DIETÉTICA TOTAL EN 100g DE ALIMENTO			
	>10g	5 – 10g	2 – 4,9 g
CEREALES Y DERIVADOS	Salvado de trigo Germen de trigo Harina de centeno Avena en copos	Harina de trigo integral Cereales de trigo Quinoa Pan integral Pan de trigo y centeno	Pasta seca Galletas tipo <i>Digestive</i> Maíz en copos Pan blanco de molde Harina de trigo Pan blanco de barra Arroz integral
VERDURAS, HORTALIZAS Y LEGUMBRES	Alubia blanca Harina de soja Soja seca Garbanzos Lentejas	Alcachofa Níscalos Apio	Coles de Bruselas Judías verdes Brócoli Espinacas Zanahoria Berenjena
FRUTAS FRESCAS Y DESECADAS FRUTOS SECOS	Coco seco Ciruela seca Albaricoque seco Higo seco Almendra cruda	Coco fresco Piñón Cacahuete Grosellas Maracuyá Dátiles Frambuesa Pasas Moras Nueces	Kiwi Pera Naranja Manzana Plátano

ANEXO 3: Fuentes alimentarias de los principales tipos de fibra dietética.¹⁸

Tipo de fibra dietética	Principales fuentes alimentarias
Celulosa	Salvado de cereales, harina de trigo integral, verduras
Hemicelulosas	Glucomanano, salvado de cereales, cereales integrales
Lignina	Verdura madura, frutas con semillas comestibles
Gomas	Avena, centeno, legumbres
Pectinas	Manzanas, cítricos, fresas, zanahorias
Mucílagos	<i>Plantago ovata</i> , semillas de lino y otros vegetales
Almidones resistentes	Semillas y granos de cereales, legumbres, banana verde, patata cruda, patata cocida y enfriada, pan.
Fructooligosacáridos	Cebolla, plátanos, tomates, trigo, cebada, alimentos funcionales industriales
Beta-glucanos	Avena, cebada
Inulina	Alcachofa