

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**



MONOGRÁFIA

FIBRA DIETÉTICA

POR:

DIANA ELIZABETH CABRERA LÓPEZ

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PAR OBETENER EL

TITULO DE:

INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

BUENA VISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

FIBRA DIETÉTICA

POR:

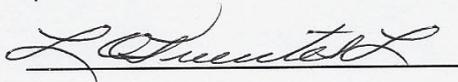
DIANA ELIZABETH CABRERA LÓPEZ

MONOGRAFÍA

Que ha sido aprobada como requisito para obtener el título de:

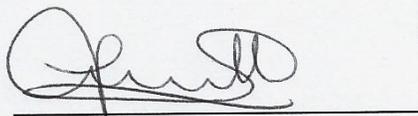
INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

El presente trabajo ha sido asesorado y aceptado de acuerdo al artículo 89 del
Reglamento Académico para Alumnos de Licenciatura por el siguiente Comité:



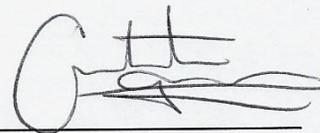
Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Asesor principal

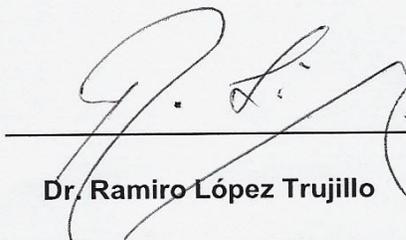


M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Asesor



Dr. Antonio F. Aguilera Carbó



Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Diciembre 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

FIBRA DIETÉTICA

POR:

DIANA ELIZABETH CABRERA LÓPEZ

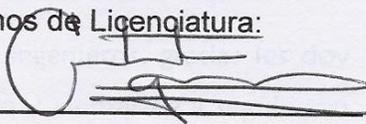
MONOGRAFÍA

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial
para obtener el Título de:**

INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

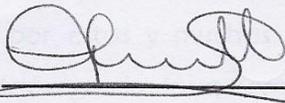
De acuerdo al artículo 90 del Reglamento para Alumnos de Licenciatura:

Dr. Antonio F. Aguilera Carbó



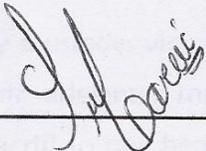
Presidente

M.C. Xochitl Ruelas Chacón



Vocal

Q.F.B. Carmen Julia García



Vocal

AGRADECIMIENTOS

Durante esta etapa de mi vida debo agradecer a varias personas que de alguna u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de esta meta tan importante, los cuales fueron el motivo para lograr este objetivo planteado durante 4 años y medio, pero que gracias a ellos he culminado.

A ti papito **Luis Cabrera Bustamante** por darme la vida y ser mi pilar durante toda esta etapa, por tu amor incondicional que me abrigo siempre, por tus palabras de aliento, por la confianza que depositaste en mí y sin duda por la comprensión que me tuviste. Te amo padre.

A ti mamita **Catalina López Juárez** por traerme al mundo, por luchar siempre para el bienestar de tus hijos, por ser mi compañera, amiga y madre, por la confianza tan grande que me brindaste, por los consejos y porque jamás encontrare alguien que me ame como tú lo sabes hacer, porque siempre estas para levantarme te amo mamita.

A ustedes hermanos **Hipólito, Ricardo y José Juan** mis Ingenieros, gracias les doy por haber sido mis ejemplos a seguir, por acompañarme y alentarme a seguir con mis estudios, por el apoyo incondicional que aportaron siempre, por ser un orgullo en la familia, por el amor y la confianza, por estos y muchos motivos más les agradezco eternamente, con respeto y admiración gracias los quiero.

A mis hermanitas **Janette y Guadalupe** mi **Matzy** a ustedes viejas, ¿qué adivinen? les gane, pero tienen un motivo más para seguir adelante, manitas no sé cómo agradecer todo lo que han hecho por mí, el sacrificio que hemos hecho para este logro, no fue fácil sin embargo ya estamos en la etapa final, manitas gracias por haber compartido esta experiencia a mi lado, por esas risas y lágrimas compartidas. A ti Janet porque a pesar de todos los problemas nunca me abandonaste, a ti pita por que no te importo las consecuencias que pudiste tener a cambio de verme feliz, las adoro.

Quiero agradecer a una personita muy especial en mi vida, por impulsarme a seguir adelante, por esa confianza que brindo en mí desde siempre, a ti **Josué Jhersain Tenango Rivera** por ser mi compañero y formar parte de mi vida, por vivir esta experiencia a mi lado, por esas risas y lágrimas que derramamos, agradecer todo el tiempo dedicado, por amarme, apoyarme, por vivir todos los momentos tanto bueno como malos, por secar mis lágrimas y compartir las alegrías de la familia y sin duda por regalarme una hermosa nena.

También agradecer a ti **Leslie** a ti mi nena hermosa, aunque no sabes leer aun, pero algún día podrás leer esto, gracias nena por ser un impulso más en mi vida, Te amo mamita y gracias por hacerme muy feliz, y con esto demuestro que nada en la vida es imposible siempre y cuando tengas fe y amor.

A ustedes suegros **Facundo Tenango Ramos y María del Rosario Concepción Rivera Pacheco** por que forman parte de la familia, por el apoyo incondicional que nos brindaron a Josué, a Leslie y a mí, mis más sinceros agradecimientos hacia ustedes.

A mis profesores que gracias a ellos pude preparar mi formación profesional, entre todos cabe mencionar a la profesora Laurita quien fue mi asesora de este trabajo.

A mi **Alma Terra Mater** por haberme dado la oportunidad de desarrollar mis conocimientos y darme el mejor regalo de la vida que es la preparación profesional y de esta forma poder culminar una etapa más de mi vida, y porque puedo decir orgullosamente que soy buitre de corazón.

Sin duda agradecer a ti **Dios Todo** poderoso por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

DEDICATORIAS

La dedicatoria de este trabajo que es como requisito para poder titularme lo dedico principalmente con todo mi amor a mis padres, **Luis Cabrera Bustamante y Catalina López Juárez**, quienes me dieron la vida y lucharon para brindarme el mejor regalo que pudieron, el estudio. A ustedes mis viejos que dieron lo mejor de cada uno para verme feliz, por darme motivos para ser una profesionista, porque han derramado lagrimas por los momentos difíciles y por las sonrisas de todos esos momentos felices que hemos compartido, ustedes que han sido mis compañeros, amigos y padres, que a pesar de lo difícil que pudiera ser la circunstancia me apoyaron porque nunca dejaron carne, por tantos motivos que nunca terminaría, les dedico este trabajo y toda mi carrera porque se bien que sin ustedes no podría lograrlo, los amo. Quiero que sepan que ustedes fueron la razón principal para poder llegar a esta etapa de mi vida.

A mis **hermanos y hermanas** quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos. Porque son lo mejor que mis padres me pudieron regalar, por esos malos entendidos, por esa felicidad que me dan cada momentos que me regalan un abrazo y una sonrisa, pero lo más importante porque nunca dejaron de confiar en mi los amo hermanos y me siento orgullosa de ser su hermana.

A ti **Josué** por simplemente hacerme inmensamente feliz y porque eres mi compañero al lado de mi Leslie los amo.

Dedico este trabajo de igual manera a mi asesor la profesora **Laurita** quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto que enmarca el último escalón hacia un futuro en donde sea partícipe en el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 GENERALIDADES DE LA FIBRA DIETÉTICA (FD).....	3
2.2 RECOMENDACIONES NUTRICIONALES DE CONSUMO DE FIBRA DIETÉTICA.....	5
2.3 FIBRA DIETÉTICA COMO INGREDIENTE	9
2.3.1 Fibra de cereales	10
2.3.2 Fibra de fruta.....	10
2.3.3 Fibra de legumbres.....	10
2.3.4 Fibra de origen marino	11
2.3.5 Almidón resistente e inulina	11
2.4 EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE FIBRA.....	13
2.5 PREBIÓTICOS	18
2.6 COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA	20
2.6.1 Componentes de la fibra soluble	21
2.6.2 Componentes de la fibra insoluble	22
2.7 FUENTES DE FIBRA DIETÉTICA.....	26
2.8 LA FIBRA DIETÉTICA EN EL APARATO DIGESTIVO	30
2.8.1 Estómago.....	35
2.8.2 Intestino delgado	35
2.8.3 Intestino grueso	35
2.9 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL BAJO CONSUMO DE FIBRA ALIMENTARIA.....	43

2.10 PROPIEDADES FISIOLÓGICAS QUE JUSTIFICAN LOS BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA FIBRA.....	46
2.10.1 Volumen de las heces.....	46
2.10.2 Capacidad de absorber sustancias.....	46
2.10.3 Velocidad de tránsito intestinal.....	47
2.10.4 Colesterol en sangre.....	47
2.11 Fibra dietética y cáncer.....	48
2.12 Fibra y enfermedades cardiovasculares.....	49
2.13 Fibra dietética y diabetes <i>mellitus</i>	50
CAPÍTULO III. CONCLUSIONES.....	53
CAPÍTULO IV. BIBLIOGRAFÍA.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fermentación Colónica	15
Figura 2. Aparato digestivo.....	32
Figura 3. Efectos fisiológicos de la fibra.....	33
Figura 4. Efectos fisiológicos de la formación de geles intraluminales.....	34
Figura 5. Resumen de los efectos fisiológicos de la fibra en el sistemas digestivo.....	40
Figura 6. Tipos de heces.....	42
Figura 7. Posibles efectos saludables de la fibra dietética.....	44
Figura 8. Déficit de fibra como causa posible de enfermedades.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades asociadas a la fibra dietética.	4
Tabla 2. Selección de recomendaciones mundiales para la ingesta de fibra alimentaria en adultos.	7
Tabla 3. Ingestas recomendadas de fibra dietética.	8
Tabla 4. Alimentos más comunes enriquecidos en fibra dietética.	11
Tabla 5. Ingredientes funcionales más comunes.	12
Tabla 6. Prebióticos utilizados como ingredientes funcionales.	19
Tabla 7. Componentes de la fibra y sus fuentes en los alimentos.	21
Tabla 8. Fibra: Tipo, características y funciones.	24
Tabla 9. Acciones que tienen en el organismo los diferentes componentes de la fibra.	25
Tabla 10. Principales fuente alimentarias de los diferentes tipos de fibra dietética.	27
Tabla 11. Contenido en fibra dietética de algunas frutas, vegetales, cereales y frutos secos.	27
Tabla 12. Contenido de fibra por 100 g de porción comestible.	28
Tabla 13. Contenido de fibra dietética en bebidas.	29
Tabla 14. Tiempo de tránsito intestinal promedio y peso de las heces en función del tipo de dieta.	33
Tabla 15. Propiedades saludables de la fibra dietética en el aparato digestivo. ...	41
Tabla 16. Efectos fisiológicos de la ingestión de fibra dietética y su influencia en las diferentes enfermedades.	45
Tabla 17. Supuestos efectos saludables de la fibra dietética, bases fisiológicas propuestas y nivel de evidencia.	51

RESUMEN

La alimentación es un tema de suma importancia, en la actualidad el consumidor se preocupa por la relación alimentación- salud lo que contribuye a la existencia de nuevos alimentos presentes en el mercado. Estos conocidos como alimentos funcionales.

Alimentos funcionales aquellos que, con independencia de aportar nutrientes, han demostrado científicamente que afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo, de manera que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar, reduce el riesgo de contraer enfermedades crónicas (Mataix, 2003).

Dentro de los componentes de los alimentos funcionales se encuentra la fibra dietética, se entiende como la materia vegetal resistente a la acción de las enzimas digestivas del tracto gastrointestinal humano. Se clasifica en: soluble e insoluble. No puede utilizarse para generar energía ni aporta ningún nutriente. Sin embargo, es necesaria para el proceso de digestión.

Los prebióticos son sustancias que atraviesan el intestino delgado sin absorberse y llegan al colon, donde pueden ejercer un efecto modulador de la flora bacteriana favoreciendo el desarrollo de bacterias beneficiosas (*Lactobacilos*, *bifidobacterias*, entre otras) y disminuyendo el desarrollo de bacterias patógenas.

Algunos componentes que están presentes en la fibra como la inulina y fructo-oligosacaridos (FOS), se les llama prebióticos: no son digeridos en el intestino que, al alcanzar el intestino grueso, son metabolizados selectivamente por un número limitado de bacterias denominadas benéficas. Estas son llamadas así por alterar la microbiota bacteriana saludable, capaz de inducir efectos fisiológicos importantes para la salud (Hernández, 2010).

La primera propiedad de la fibra, conocida desde hace décadas, es la relación directa entre su ingesta y el correcto funcionamiento gastrointestinal. Ello fundamenta su uso como agente terapéutico en el tratamiento del estreñimiento, diverticulosis, hemorroides, ya que aumenta la excreción y disminuye la presión colónica, por lo que tiene acción terapéutica sobre esta dolencia.

El consumo de fibra en países desarrollados están en alrededor de 30 a 40 g, es una recomendación general de nutriólogos y organizaciones sanitarias, contenida en una dieta con una cantidad limitada de grasa animal.

Los alimentos ricos en fibra son principalmente: frutas, verduras, cereales, bebidas entre otros.

Palabras clave: Fibra dietética, prebiótico, propiedades.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Tener una alimentación sana es una de las preocupaciones de salud que se ha ido implementando en nuestro estilo de vida durante los últimos años. Por lo tanto se ha tratado de buscar en los alimentos, todas aquellas propiedades que sean favorables a la hora de incrementar o aumentar nuestro estado de salud. En los últimos años, ha aumentado considerablemente el interés de los responsables de la salud pública y de los consumidores por conocer la relación entre la dieta y la salud. Con ayuda de estudios se ha demostrado que muchos alimentos tradicionales como las frutas, las verduras, el pescado y la leche contienen componentes que resultan beneficiosos para nuestro organismo (Cadaval *et al.*, 2005).

Los cambios en la alimentación de algunas poblaciones se deben a que han abandonado las dietas tradicionales ricas en cereales, leguminosas, frutas y verduras, por dietas en las que predominan alimentos de origen animal, comidas rápidas ricas en hidratos de carbono simples, sodio, grasas saturadas y libres de fibra (Huerta, 2009).

El término Alimento Funcional fue propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80 con la publicación de la reglamentación para los "Alimentos para uso específico de salud" ("Foods for specified health use" o FOSHU).

Alimentos funcionales aquellos que, con independencia de aportar nutrientes, han demostrado científicamente que afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo, de manera que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar, reduce el riesgo de contraer enfermedades crónicas. Otros factores que contribuyen al crecimiento de los alimentos funcionales son el envejecimiento de la población, el aumento de costos en la salud, la autonomía en el cuidado de la salud y los cambios en la regulación de los alimentos (Mataix, 2003).

Los componentes más destacables que hacen a un alimento funcional son: la fibra dietética, aminoácidos, ácidos grasos insaturados, como los omega- 3, fitoesteroles, vitaminas y minerales, antioxidantes, bacterias ácido-lácticas.

Dentro de la fibra soluble se encuentran los prebióticos que incluyen tanto hidratos de carbono no digeribles/fermentables como otros compuestos menos definibles químicamente de la dieta, su función es la alimentación de las más de 400 especies de bacterias (bífidos, lactobacilos, streptococcus, bacteroides, entre otros) que tenemos en nuestro intestino y que son esenciales para nuestra salud.

Fibra dietética: Es la materia vegetal resistente a la acción de las enzimas digestivas del tracto gastrointestinal humano (polisacáridos no digeribles). Se clasifica en: soluble e insoluble.

En cuanto al mecanismo de acción de la fibra se ha comprobado que aumenta la velocidad del tránsito intestinal y el tamaño del bolo fecal, favoreciendo la expulsión al exterior de los carcinógenos ingeridos o endógenos de las dietas con alto contenido en vegetales intactos y en la fibra tienen un efecto protector frente al cáncer de colon y otras patologías (Cadaval, 2005).

La fibra no puede utilizarse para generar energía ni aporta ningún nutriente. Sin embargo, es necesaria para el proceso de digestión (Castro, 2006).

1.1 OBJETIVO GENERAL

Recopilación de información bibliográfica que permita tener un panorama más amplio sobre el tema de fibra dietética en la alimentación.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DE LA FIBRA DIETÉTICA (FD)

Contrariamente a lo que ocurre con el resto de los nutrientes, la fibra no es atacada por las enzimas del estómago y del intestino delgado, por lo que llega al intestino grueso sin degradar. Allí, en el colon, sufre en mayor o menor grado, según su composición, un proceso de fermentación que permite el desarrollo de las bacterias intestinales y la producción de metabolitos con propiedades específicas, y la parte no fermentada es excretada.

Hace 3 décadas que las observaciones de Trowell y de Burkitt dieron origen a la “teoría de la fibra”, en la que se proponía que existía una relación entre el consumo de una alimentación alta en fibra y carbohidratos sin refinar y la protección frente a muchas de las enfermedades de países occidentales, como: estreñimiento, diverticulosis, cáncer de colon, diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares.

Hoy en día podemos encontrar que la fibra dietética se clasifica en soluble e insoluble y estas al mismo tiempo se dividen en:

- Estructurales o insolubles forman parte de la pared de la célula vegetal a la que confieren rigidez, e incluyen a las ligninas, hemicelulosas, mananos, galactomananos, fructanos, celulosa y algunas pectinas.
- No estructurales o solubles, son secreciones de las células vegetales e incluyen las gomas, los mucilagos, pectinas.
- Polisacáridos de algas, figuran el agar, la carragenina y los alginatos, sustancias muy utilizadas en la industria de alimentos como espesantes.

Algunos componentes que están presentes en la fibra como la inulina y fructo-oligosacáridos (FOS), se les llama prebióticos: no son digeridos en el intestino que, al alcanzar el intestino grueso, son metabolizados selectivamente por un

número limitado de bacterias denominadas benéficas. Estas son llamadas así por alterar la microbiota bacteriana saludable, capaz de inducir efectos fisiológicos importantes para la salud (Hernández, 2010).

Según F. Saura (2008) existe la tendencia a considerar a la fibra como nutriente y hay consenso para recomendar el incremento de su ingesta actual en los países desarrollados. La fibra a lo largo del aparato digestivo tiene diversos efectos (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades asociadas a la fibra dietética.

Efectos	Consecuencias
Sensación de saciedad	Menor ingesta de alimentos
Disminución del tiempo de tránsito intestinal de los alimentos	Regulación intestinal
Aumento de excreción	Control de estreñimiento
Mayor excreción de grasa y proteína	Disminución del índice glucémico
Retraso en la absorción de glucosa	Factor preventivo de cáncer intestinal
Mantenimiento de flora intestinal	Salud de células epiteliales
Producción de metabolitos	Fortalecimiento del sistema inmune
Efecto prebiótico	Preventivo de enfermedades cardiovasculares

Fuente: Espín *et al.*, 2010

Ingestas altas de fibra conllevan regulación intestinal y menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, obesidad y trastornos gastrointestinales. La fibra soluble mejora la glicemia y la sensibilidad a la insulina y fortalece el sistema inmune.

La divulgación de sus efectos positivos en nutrición y salud ha atraído la atención de los consumidores y ha propiciado el desarrollo comercial de numerosos alimentos y suplementos dietéticos enriquecidos en fibra.

La primera propiedad de la fibra, conocida desde hace décadas, es la relación directa entre su ingesta y el correcto funcionamiento gastrointestinal. Ello

fundamenta su uso como agente terapéutico en el tratamiento del estreñimiento, diverticulosis, hemorroides, ya que aumenta la excreción y disminuye la presión colónica, por lo que tiene acción terapéutica sobre esta dolencia.

Los mecanismos de acción de la fibra para producir pérdida de peso son múltiples (sensación de saciedad, aumento de excreción de grasa y proteína, menor índice glicémico, disminución del contenido calórico de la dieta). La acción hipocolesterolemica de la fibra se deriva de aumento de viscosidad del contenido gastrointestinal que interfiere con la formación de micelas y absorción de lípidos, aumento de excreción de esteroides y ácidos biliares e inhibición de síntesis de colesterol hepático debida a la absorción del ácido propiónico formado en la fermentación (Espín *et al.*, 2010).

La fermentación de la fibra por las bacterias anaerobias en el colon, puede producir: flatulencia, distensión abdominal (meteorismo) y dolor abdominal. Se recomienda que el consumo de fibra se realice de forma gradual para que el tracto gastrointestinal se vaya adaptando (Sánchez, 2012).

Un efecto negativo de la Fibra Dietética es que las dietas con alto contenido en fibra pueden modificar el balance de algunos cationes metálicos como el del hierro, cinc, calcio, magnesio y el de la vitamina B12, con lo que se puede causar un desequilibrio de minerales. Además, una dieta con alto contenido de fibra puede producir fitobenzatos, que pueden causar una obstrucción gastrointestinal e incluso aumentar la excreción de nitrógeno, por lo que puede entorpecer la digestión y la absorción de proteínas (Molina *et al.*, 2007).

2.2 RECOMENDACIONES NUTRICIONALES DE CONSUMO DE FIBRA DIETÉTICA

Hoy existe la tendencia a considerar la fibra como nutriente por que desempeña funciones de suma importancia en el organismo como son la

prevención de ciertas enfermedades y el buen funcionamiento del sistema digestivo.

El consumo de fibra en países desarrollados están en alrededor de 30 a 40 g, es una recomendación general de nutriólogos y organizaciones sanitarias, contenida en una dieta con una cantidad limitada de grasa animal (Juárez *et al.*, 2006).

La OMS sugiere una ingesta de 27- 40 g diarios. La Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos recomienda a los individuos adultos el consumo de 25 g de fibra/2000 Kcal por día. La American Health Foundation (AHF) aconseja para los niños y adolescentes de entre 3 - 20 años, la ingesta diaria de fibra, en cantidad correspondiente a la edad más 5 o 10 g (Hernández, 2010).

Se recomienda que al menos el 30 % de la ingesta sea en forma soluble. En la dieta española, las frutas frescas y verduras aportan el 53 % de la fibra total (y el 63 % de la fibra soluble), mientras que el consumo de cereales supone tan sólo un 39.7 %. En los países europeos, la ingesta de fibra es del mismo orden cuales tienen una proporción menor de fibra soluble. Al menos el 30 % de la fibra ingerida debería ser soluble. Un mayor consumo de alimentos vegetales, y especialmente frutas, legumbres y hortalizas, es la mejor forma de lograr una ingesta adecuada de fibra (Juárez *et al.*, 2006).

El predominio e intensidad de un efecto u otro depende tanto del tipo y cantidad de la fibra, como de la persona que la ingiere (Balanza.2007).

En la tabla 2 se resumen las ingestas de la fibra alimentaria en diferentes partes del mundo, así como la fuentes de la recomendaciones que se realizan.

Tabla 2. Selección de recomendaciones mundiales para la ingesta de fibra alimentaria en adultos.

País	Recomendación	Fuente de la recomendación
Mundial	>25 g* >20 g**	OMS/FAO, 2003
Francia	25-30 g***	Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de los Alimentos, 2001.
Alemania, Austria, Suiza	30 g*	Sociedad de Nutrición Alemana, 2000.
Holanda	30-40 g: 3.4g/MJ***	Consejo de Salud de Holanda, 2006.
Países Nórdicos	25-35 g***	Recomendaciones nórdicas de Nutrición 2004.
España	30 g*	Dato no oficial
Reino Unido	18 g**	Departamento de Salud, 1991
EE.UU	18 g hombres. 19-50 años 31 g hombres 50+años* 29 g mujeres, 19-50 años 21g mujeres 50+años*	Instituto de medicina, 2002
Colombia	15-20 g**	Ministerio de Salud, 1992
Japón	20-30 g*	Ministerio de salud
Sudáfrica	30-40 g*	Fundación del Corazón, Asociación contra el Cáncer; Departamento de salud.

*Fibra alimentaria total (AOAC, 1995).

**Polisacáridos no amiláceos (Englyst *et al.*, 1982).

*** Fibra dietética, método no especificado.

Fuente: Gray, 2006.

Esta otra tabla (tabla 3) presenta el nombre de la sociedad u organización que recomiendan una cierta ingesta de la fibra, para mantener sana la alimentación.

Tabla 3. Ingestas recomendadas de fibra dietética.

Sociedad Española de Nutrición (SENC)	Edad (años) + 5 g/día	>25 g/día
Organización Mundial de la salud(OMS)	-	>30 g/día
Dietary Guidelines for Americans (HHS) (USDA)	-	14 g/1000Kcal
American Academy of Pediatrics (AAP)	0.5 g/kg de peso	-
American Health Foundation (AHF)	Edad años + 5 g/día	-

Fuente: Balanza, 2007.

Existen diferencias considerables a nivel mundial entre las recomendaciones para el consumo de fibra dietética. Estas diferencias reflejan las variaciones en la forma como se definen los valores dietéticos de referencia, entre los adultos de los países occidentales las ingestas promedio de fibra dietética están bajo las ingestas recomendadas para mantener la salud y prevenir enfermedades. Hay datos insuficientes sobre los efectos de la fibra dietética en los niños. Con la excepción del Reino Unido, Holanda y los Estados Unidos, la mayoría de los países no ha hecho recomendaciones respecto a la ingesta de fibra dietética durante la niñez (Gray, 2006).

Para cumplir con la recomendación diaria de fibra, se deben incluir al día 5 porciones de frutas y vegetales procurando mantener la cáscara y las semillas, así como el consumo de nueces y de mínimo media taza de leguminosas (frijoles, garbanzos, entre otros). Este hecho debe de ir de la mano con un adecuado consumo de líquidos, de mínimo 8 vasos al día, donde por lo menos 4 sean de agua pura (Cordero, 2013).

2.3 FIBRA DIETÉTICA COMO INGREDIENTE

La fibra dietética se considera el ingrediente cuantitativamente más utilizado en alimentos funcionales. La podemos encontrar en el mercado como suplemento dietético este ya es un mercado en expansión en dietética y en farmacia, también podemos encontrarlos como concentrados de fibra; los alimentos enriquecidos en fibra van dirigidos a una demanda diferenciada: personas sanas que buscan una dieta equilibrada, en la que la fibra es un factor de regulación intestinal y preventivo de diversas enfermedades y trastornos fisiológicos. Un segundo grupo lo forman aquellas personas que presentan algún tipo de trastorno (estreñimiento, obesidad, hipercolesterolemia, diabetes que demandan un tipo específico de fibra. Se puede decir que el factor que más ha contribuido el crecimiento de su consumo es el adelgazamiento.

La reciente regulación de la Unión Europea sobre alegaciones nutricionales y de salud de los alimentos incluye a la fibra entre los nutrientes, y considera que un alimento es fuente de fibra cuando contiene al menos 3 g por 100 g (o 1.5 g por 100 kcal) y es de alto contenido en fibra cuando la cantidad es al menos de 6 g/100 g (o 3 g/100 kcal).

Existen numerosas fibras con propiedades nutricionales muy diferentes, derivadas fundamentalmente de su estructura, composición y solubilidad. Por ello, es muy importante elegir la más adecuada, según el objetivo nutricional y el tipo de alimento en que se desee incluir. En ello juegan un papel importante aspectos tecnológicos, textura y propiedades organolépticas del producto enriquecido, costes de elaboración, entre otros (Juárez *et al.*, 2006).

Las primeras fibras, comercializadas desde hace décadas, son las de cereales. El salvado de trigo es el producto rico en fibra más clásico y el más utilizado, debido en parte a su bajo precio, contiene un 44 % de fibra, aunque mayoritariamente es insoluble.

2.3.1 Fibra de cereales

Hoy es de amplio uso el salvado de avena, su contenido en fibra total es más bajo (12 %) la proporción de fibra soluble es mayor que en el salvado de trigo. Cabe destacar que en la fibra insoluble de los cereales contienen ácido fólico. El ácido fólico es un secuestrante de minerales y su eliminación, generalmente con tratamiento con fitasas, es habitual en la preparación de cereales para alimentación infantil.

2.3.2 Fibra de fruta

Menos comercializadas. Estas se consideran de mayor calidad nutricional por diversos aspectos. Presentan, comparativamente con cereales, un porcentaje más alto de fibra soluble (referido a materia seca); menor contenido calórico; mayor capacidad de retención de agua y lípidos; menor o nulo contenido de ácido fólico. Las fibras de manzana y cítricos son representativas de este grupo. Las pectinas extraídas de frutas también se pueden considerar como fibra totalmente soluble, con buenas propiedades nutricionales.

2.3.3 Fibra de legumbres

Son alimentos ricos en fibra insoluble y soluble. Su comercialización es inexistente debido a que un concentrado de fibra debe tener la menor cantidad posible de azúcares, almidón, proteína y grasa para que los compuestos considerados como fibra sean los componentes mayoritarios y, sobre todo, para que su contenido calórico sea bajo.

Dado que las legumbres son ricas en almidón y proteína, la separación de estos nutrientes para aislar la fibra supondría tratamientos tecnológicos que probablemente implicarían un coste excesivo. Un ejemplo de este tipo de fibra puede ser la fibra de soya, dado que puede obtenerse a partir de subproductos del proceso de obtención de leche y proteína de soya.

Sin embargo, las semillas de leguminosas son materiales muy utilizados para la obtención de fibra soluble. Destaca, por sus excelentes propiedades y amplio uso, la fibra de *Psyllium*, obtenida de semillas de *Plantago ovata*. Igualmente

pueden considerarse fibras solubles de este tipo las gomas, como la de garrofin, obtenida de algarroba (*Ceratonia siliqua*), o la goma guar.

2.3.4 Fibra de origen marino

Especialmente las procedentes de algas. Las fibras solubles de este tipo pueden ser polisacáridos aislados de algas como agar y carragenatos, mientras que los quitosanos, obtenidos a partir de la quitina (polímero de galactosamina o glucosamina) procedente de invertebrados, hongos y levaduras, son fibra insoluble. Como ingredientes del grupo de carbohidratos y derivados se incluyen xilitol, trehalosa, almidón resistente, inulina y otros oligosacáridos.

2.3.5 Almidón resistente e inulina

Se comercializan como fibra o sucedáneos de fibra, aunque su composición o estructura no corresponde exactamente al concepto de fibra clásico, que implica estructuras de polisacáridos no amiláceos de alto peso molecular (celulosa y hemicelulosas). El almidón resistente es un tratamiento térmico del almidón que le hace resistente a las enzimas digestivas al igual que la fibra, aunque obviamente su estructura es amilácea o de α -polisacárido, mientras que la inulina es un compuesto soluble constituido por oligofructanos de peso molecular bajo o intermedio. No obstante, ambos presentan alguna de las propiedades de la fibra, como son alta fermentabilidad colónica y efecto prebiótico, por lo que se comercializan como tal (Juárez *et al.*, 2006).

Es importante conocer los diferentes alimentos presentes en el mercado que son ricos en fibra dietética (tabla 4).

Tabla 4. Alimentos más comunes enriquecidos en fibra dietética.

Alimentos	Contenido en fibra (g/100 g)	Ingredientes
Cereales de desayuno	5-29	Salvado de trigo
Panes	5-24	Harinas integrales, salvados de cereales
Galletas	3-10	Harinas integrales, salvado de cereales
Productos cárnicos	2-10	Fibras de cereales , soya
Mermelada	3-5	Frutas, guisantes

Yogurt	1-1.5	Fibras de frutas y oligosacáridos
Pasta (espaguetis)	7	Fibras de salvado de trigo y legumbres
Leche	0.5-1	Fibras de cereales, frutas, fructooligosacáridos
Zumos de frutas	0.4-1	Fructooligosacáridos

Fuente. Espín, *et al*, 2010.

Con respecto a la fibra dietética, los suplementos pueden servir para lograr una ingesta adecuada en personas que consumen pocas frutas y verduras o para regímenes especiales. No se han descrito efectos negativos del uso de fibra en suplementos.

Una dieta saludable debe cumplir dos aspectos fundamentales:

- 1) Aportar una cantidad adecuada y equilibrada de energía y nutrientes
Aportar una cantidad determinada de fibra y compuestos bioactivos para prevención de enfermedades crónicas y degenerativas (Espín *et al.*, 2010).

Los alimentos funcionales contienen ciertos ingredientes que los hacen pertenezcan a esta clasificación de alimentos, dentro de todos estos podemos encontrar los siguientes (tabla 5).

Tabla 5. Ingredientes funcionales más comunes.

Probióticos	<i>Lactobacillus, bifidobacterium</i>
Fibra dietética y prebióticos	Salvado de trigo, salvado de avena, B-glucanos, fibra de frutas, pectinas, gomas, almidón resistente.
Ácidos grasos	Omega -3, oleico, linoléico
Fitoesteroles y estanoles	
Péptidos bioactivos	
Antioxidantes naturales	
Antioxidantes naturales	Polifenoles , carotenoides
Vitaminas	C, E, ácido fólico.
Minerales	Calcio, Fe

Fuente: Espín *et al.*, 2010.

2.4 EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE FIBRA

El término Fibra Alimentaria (FA) lo introdujo por primera vez, por el médico inglés Hispsley en 1953, “el material derivado de la pared celular vegetal en los alimentos. A finales de los años sesenta, se utilizó el término “carbohidratos no asimilables”, para referirse a los carbohidratos que resisten la digestión enzimática en el tracto digestivo superior.

Trowell en 1972 (citado por García *et al.*, 2008), definió FA como la parte de las paredes celulares vegetales, incluidas en la dieta humana que resiste la acción de las secreciones del tracto gastrointestinal. En 1974 el mismo autor modifica dicha definición para incluir otras sustancias asociadas a los polisacáridos estructurales tales como: la lignina, ceras, cutina, polifenoles, proteínas indigeribles, una fracción de lípidos y compuestos inorgánicos, en 1976 propone la definición de fibra alimentaria a la suma de todos los polisacáridos y la lignina, resistentes a la hidrólisis de las enzimas endógenas del tracto digestivo humano.

En el mismo año surge un nuevo término “plantix”, todos aquellos polisacáridos que no son digeridos por las enzimas gastrointestinales humanas, pero, que pueden ser digeridos por la microbiota intestinal. El posterior desarrollo del conocimiento de sus constituyentes, funciones, propiedades fisiológicas y metabolismo ha tenido como consecuencia el establecimiento actual de un concepto de fibra más amplio que el tradicional de Trowell, basado principalmente en estudios de energía metabólica y flora intestinal relacionados con la fermentación .

Cummings en 1981 propone definir a la FA como el conjunto de los polisacáridos, excepto el almidón y la lignina, que resisten a las enzimas del tracto gastrointestinal humano.

Lanza y Butrom en 1986 (citado por García *et al.*, 2008), definieron a la FA como la suma de todos los polisacáridos no amiláceos y la lignina, presente en los alimentos que no son digeribles por las secreciones endógenas del tracto digestivo humano.

En 1991, investigadores japoneses, propusieron una definición de FA más amplia, afirmando que: son todas las componentes indigeribles en los alimentos, los cuales son resistentes a las enzimas digestivas de humanos.

Algunos componentes de la fibra, que se encuentran, ya sea, en la fracción soluble o insoluble de la misma; se comportan como agentes promotores de la salud; catalogándose entonces como agentes prebióticos y probióticos, una categoría dentro de los alimentos funcionales.

La micro ecología del tracto gastrointestinal humano, se puede ver afectada por la fibra alimentaria presente en prebióticos y probióticos. De allí surge la importancia de la fibra alimentaria como alimento funcional.

Algunos autores señalan, que la fibra alimentaria por sí misma, podría considerarse un «alimento funcional». Es decir, alimentos o nutrientes que contienen componentes o elementos fisiológicamente activos. El término «funcional» implica, que el nutriente posee demostradas propiedades beneficiosas para la salud. La tendencia actual, es la de incluir definitivamente a la fibra alimentaria como un alimento funcional, que debe formar parte de la dieta diaria del ser humano.

El concepto de fibra alimentaria, puede tener diversas definiciones dependiendo de quien la estudie, pero, la mayoría de los autores la han definido, en función de sus efectos en el tracto gastrointestinal humano y no en algo netamente químico o físico o bien, basándose en las metodologías analíticas para su determinación (García *et al.*, 2008).

El intestino grueso es un ecosistema complejo con más de 400 especies diferentes de bacterias (más del 95 % localizada en el colon), las cuales contienen o intestino grueso una capacidad enorme para transformar y degradar sustratos indigestibles, carbohidratos y no carbohidratos.

La fermentación de la FA es un proceso, esquematizado en la figura 1, de extraordinaria importancia que permite el mantenimiento y desarrollo de la flora bacteriana y de las células epiteliales y produce ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico, butírico), gases (H₂, CO₂), aminas, fenoles y otros compuestos con utilidad metabólica, además de energía.

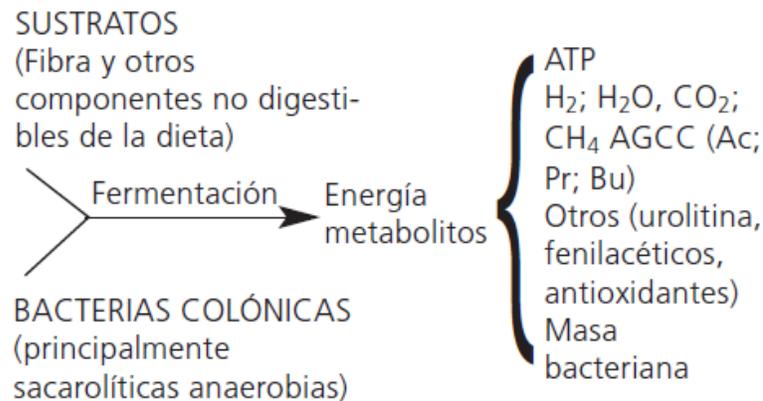


Figura 1. Fermentación Colónica.

Fuente: Espín *et al.*, 2010.

Para el mantenimiento de la flora intestinal (cada día excretamos alrededor de 15 g de bacterias) y el consiguiente mantenimiento del equilibrio intestinal es preciso que fermenten en el colon diariamente del orden 50 - 60 g de sustratos (fibra y/o constituyentes indigestibles de los alimentos).

La ingesta media de fibra en los países desarrollados es de sólo 20 g, nos encontramos con el denominado “*carbohydrate gap*”: un déficit de 30 - 40 g de materia orgánica no incluida en el concepto inicial de fibra todo ello justifica una

definición de fibra más amplia que tenga en cuenta, además de los compuestos incluidos en la definición tradicional (polisacáridos celulósicos, hemicelulósicos y lignina), otros constituyentes indigestibles de alimentos que también escapan al proceso digestivo y llegan sin degradar al colon (Espín *et al.*, 2010).

En este contexto, se han propuesto y comenzado a implantar definiciones de fibra más amplias. Cabe citar, entre ellas.

- American Association of Cereal Chemist (AACC): “la parte comestible de plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con completa o parcial fermentación en el intestino grueso.
- La FA incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y compuestos asociados”, o la de “fracción indigestible” o “fracción dietética indigestible” (la parte de los alimentos vegetales que no se digiere absorbe en el intestino delgado y llega al colon, donde es utilizada como sustrato de fermentación por la microbiota) (Espín *et al.*, 2010).

Los compuestos incluidos en el concepto de fibra pueden agruparse en dos fracciones, insoluble y soluble en agua, sus propiedades nutricionales vienen determinadas, en gran parte, por el contenido y proporción de dichas fracciones (González *et al.*, 2014).

Diversos estudios han mostrado que la ingesta de fibra, expresada como fracción indigestible o en base al concepto actual ampliado, en una dieta es del orden de 45 a 60 g diarios per cápita. Estos resultados concuerdan con la cantidad de sustratos que diariamente entran en el colon y que permite mantener la microbiota bacteriana, lo cual corrobora la validez de las definiciones más amplias de fibra.

También, desde un punto de vista energético la fibra alimentaria definida en el concepto tradicional proporciona solamente del 22 al 34 % de las calorías necesarias para la fermentación colónica. Cabe mencionar que en el etiquetado de

alimentos se asigna a la fibra valor cero para el cálculo del contenido calórico. No obstante, la fibra libera energía en el intestino grueso y el valor calórico depende de su grado de fermentabilidad y suele estar entre 1 y 2.5 kcal/g (Espín *et al.*, 2010).

Fibra alimentaria (FA) o fibra dietética, en general se utiliza el término de fibra, es evidente que la procedente de alimentos distintos tiene contenidos variables de los diferentes componentes no digeribles que la constituyen y que, en lo que concierne a su efecto fisiológico, tales componentes no son equivalentes.

Además la trituración y otras técnicas de elaboración pueden influir en sus propiedades físicas (tamaño de la partícula ejemplo) y, a su vez, en la capacidad fijadora de agua de la fibra procedente de la misma fuente. La fibra forma también complejos con algunos minerales impidiendo su absorción; si se ingiere fibra en exceso, la fijación de minerales puede provocar un desequilibrio y hasta una deficiencia de los mismos.

Las dietas que contienen cantidades moderadas de cereales, frutas y vegetales tienen pocas posibilidades de ser pobres en fibra o de fijar minerales en exceso, la fijación de minerales puede provocar un desequilibrio y hasta una deficiencia de los mismos (Norman *et al.*, 1995).

La fibra dietética no se considera como entidad si no como un término colectivo de una compleja mezcla de sustancias con diferentes propiedades químicas y físicas que ejercen distintos tipos de efectos fisiológicos (González *et al.*, 2014).

La inclusión de los diferentes componentes ha ido variando con el tiempo, así como los métodos de determinación que permitían conocer el contenido en los alimentos y en muchas ocasiones el nombre deriva precisamente del método analítico. Así, se han utilizado los nombres de fibra bruta o fibra cruda, Fibra Ácido

Detergente (FAD) o Fibra Neutro Detergente (FND) y fibra alimentaria. Fibra Dietética (FD) es el término más habitual. Los nombres más extendidos en la actualidad son, además del de Fibra Dietética, Fibra Soluble (FS) y Fibra Insoluble (FI), que tienen en cuenta sus propiedades físico-químicas (Sánchez, 2012).

No existe una definición de fibra dietética aceptada en general en Europa o en el mundo. Sin embargo, existe consenso sobre la necesidad de una definición basada en la fisiología (Gray, 2006).

Contar con una definición de fibra dietética que sea precisa, pero lo suficientemente amplia, es de gran importancia a nivel mundial. Esto es vital para la industria de alimentos, el comercio detallista y para las autoridades regulatorias, de modo de proporcionar información válida y precisa para el etiquetado de alimentos y el desarrollo de un marco regulatorio para la nutrición y los mensajes saludables. Esta información es necesaria para los consumidores que usan los valores nutricionales declarados en las etiquetas de los alimentos y en el material asociado (Gray, 2006).

La definición exacta del término es todavía hoy motivo de controversia, debido a las diferentes aproximaciones realizadas por la comunidad científica a diversos aspectos de la fibra dietética y su impacto en la salud (Balanza, 2007).

Uno de los principales problemas para cualquier definición de fibra dietética es encontrar el equilibrio, en cada momento, entre el conocimiento acerca de sus efectos fisiológicos y nutricionales, y las posibilidades de los métodos analíticos disponibles para su determinación (Balanza, 2007).

2.5 PREBIÓTICOS

Es un tipo específico de fibra y un ingrediente funcional que se ha implantado, científica y comercialmente, en los últimos años. Los prebióticos son sustancias

que atraviesan el intestino delgado sin absorberse y llegan al colon, donde pueden ejercer un efecto modulador de la flora bacteriana favoreciendo el desarrollo de bacterias beneficiosas (*Lactobacilos*, *bifidobacterias*, entre otras) y disminuyendo el desarrollo de bacterias patógenas.

En general los prebióticos son un tipo de fibra dietética que tiene un efecto específico en alguna población bacteriana del colon. Los prebióticos de uso más extendido actualmente (tabla 6) son oligosacáridos (o fibras solubles de bajo peso molecular) de distintos tipos (fructo, galacto y xylo oligosacáridos, entre otros).

Tabla 6. Prebióticos utilizados como ingredientes funcionales.

Prebiótico	Fuente
Fructooligosacáridos	Hidrólisis
Inulina	Raíces achicoria
Isomalto- oligosacáridos	Tratamiento enzimático de maltosa
Soya – oligosacáridos	Soya
Galacto – oligosacáridos	Tratamiento enzimático de lactosa
Xylo – oligosacáridos	Tratamiento enzimático de xilanos
Rafinosa	Legumbres
Estaquiosa	Legumbres
Lactulosa	Isomerización de lactosa
Almidón resistente	Retrogradación de almidón

Fuente: Espín *et al*, 2010.

Es un campo en desarrollo que incluye, además de oligosacáridos, otros tipos de sustancias tales como almidón resistente, polialcoholes y pirodextrinas.

Los efectos prebióticos en la salud se asocian a:

- a) La promoción del crecimiento de bacterias benéficas de la Membrana Gastrointestinal.
- b) Al bienestar intestinal que produce su consumo en cantidades adecuadas

- c) La evidencia que existe sobre su participación en el metabolismo de lípidos y minerales (González *et al.*, 2014).

Cabe mencionar que para conseguir efecto fisiológico significativo generalmente son necesarias dosis elevadas de prebióticos (superiores a 10 g diarios), generalmente muy superiores a las que realmente pueden conseguirse con el consumo de los alimentos que se comercializan como enriquecidos con oligosacáridos (Espín *et al.*, 2010).

Para que los prebióticos tengan efectos benéficos estos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Influencia de la ecología intestinal en la función inmune e inflamaciones en cualquier parte del cuerpo.
- Modificación del medio intestinal.

Se han realizado varios estudios en seres humanos en los que indica que al usar dosis de fibra que oscila entre 5 y 8 gramos al día en los adultos promueve el crecimiento de bífidobacterias y reduce el pH fecal. También se dice que trabaja indirectamente en la reducción de patógenos potenciales en la microbiota fecal (Jaramillo, 2007).

2.6 COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA

De acuerdo a sus propiedades físicas, se clasifican soluble e insoluble. La fibra insoluble constituida por celulosa, la hemicelulosa insoluble y lignina, se encuentran en las envolturas de los granos enteros o integrales y proporcionan estructura a las células de la plantas; se localizan en todos los tipos de material (Betancur *et al.*, 2003). Se caracterizan por su escasa capacidad para formar soluciones viscosas en contacto con el agua, las fibras poco solubles pueden retener agua, aunque esta capacidad es siempre menor que en el caso de las fibras solubles (Vegenat, 2012).

La fibra soluble se encuentra en las pectinas, gomas (β -glucanos y pentosanos), se encuentran en las paredes celulares (Betancur *et al.*, 2003). En contacto con el agua forman un retículo, donde ésta queda atrapada, originando soluciones de gran viscosidad. Son fibras con elevada capacidad de retener agua (Vegenat, 2012).

Existen diferentes fuentes de fibra alimentaria, sin embargo se debe conocer el tipo de fibra que se encuentra en cada fuente como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Componentes de la fibra y sus fuentes en los alimentos.

Característica	Componente	Fuente principal de alimentos
Soluble	B- glucano	Granos (avena , centeno)
	Pectina	Frutas, verdura, leguminosas, papa, remolacha Leguminosas (guar , algarrobo) , algas
	Goma	Cebolla ,trigo ,alcachofa, achicoria
	Inulina	
Insoluble	Celulosa	Plantas (cereales, y leguminosas , verdura)
	Hemicelulosa	Granos de cereales y leguminosas , frutas
	Lignina	Plantas leñosas

Fuente: Betancur *et al.*, 2003

2.6.1 Componentes de la fibra soluble

2.6.1.1 B- glucano

Los β -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. Estas propiedades influyen en su solubilidad, permitiéndoles formar soluciones viscosas. Los β -glucanos son un componente principal del material de la pared celular en los granos de avena y cebada, pero están presentes en pequeñas cantidades en el trigo. Se ha generado interés en ellos como fuente de fibra soluble. El salvado de avena se ha agregado a algunos productos alimentarios como una fuente de estos β -glucanos (Gray, 2006).

2.6.1.2 Pectina

Las pectinas son polisacáridos solubles en agua caliente y forman geles por enfriamiento. Se componen, principalmente de cadenas de ácido galacturónico intercaladas con unidades de ramnosa y se ramifican con cadenas de unidades de pentosa y hexosa. Están presentes en las paredes celulares y tejidos intracelulares de frutas y verduras y se usan como agentes gelificantes y espesantes en varios productos alimentarios. Aunque las frutas contienen mayoritariamente pectinas, ellas también representan de un 15% a un 20% de la fibra dietética en las verduras, legumbres y nueces (Gray, 2006).

2.6.1.3 Gomas

Estos hidrocoloides se usan en pequeñas cantidades, en ciertos alimentos, como agentes gelificantes, espesantes, estabilizantes y emulsionantes. Algunos, por ejemplo la goma guar y la ispágula, también se han investigado y/o usado como ingredientes funcionales en los alimentos (Gray, 2006).

2.6.1.4 Inulina

Carbohidrato de reserva que se encuentra en la achicoria, cebolla, ajo, cardo y alcachofa. Es soluble en agua y no es digerible por las enzimas digestivas, sino por los de los microorganismos pobladores del intestino.

2.6.2 Componentes de la fibra insoluble

2.6.2.1 Celulosa

Localizada en las membranas celulares de las plantas, donde aportan rigidez al vegetal, compuesto orgánico vegetal más abundante de la tierra. Abunda en harina entera de los cereales, en verduras, frutas, leguminosas, frutos secos y cereales, que aportan cantidades importantes de celulosa.

En el ámbito industrial participan como estabilizantes, aglutinantes, efecto laxante o capacidad para formar películas resistentes (Del castillo, 2006).

La celulosa es un polisacárido lineal, no ramificado que consiste solo de unidades de glucosa; hasta 10.000 unidades de glucosa por molécula. Las moléculas lineales están empacadas juntas como fibras largas en una estructura que es muy insoluble y resistente a la digestión por las enzimas humanas. La celulosa es el componente principal de la pared celular de la mayoría de las plantas (Figura 1) y, por lo tanto, está presente en frutas, verduras y cereales. Gran parte de la fibra en el salvado de cereal es celulosa. La celulosa forma alrededor de un cuarto de la fibra dietética en los granos y frutas y un tercio en las verduras y nueces (Gray, 2006).

2.6.2.2 Hemicelulosa (xilanos, glucomananos)

Forma parte de las paredes celulares de las plantas superiores asociadas a la celulosa, se encuentra también en los alimentos con celulosa, dado que ambas se encuentran la cubierta externa (fundamentalmente el salvado).el aporte será mayor o menor en función de del grado extracción de la harina. Junto con la celulosa y las pectinas son los tres componentes mayoritarios de la fibra alimentaria total quedando está en segundo lugar.

2.6.2.3 Lignina

Componente de las paredes celulares vegetales. Estructuralmente no es hidrato de carbono si no un polímero de fenilpropano altamente ramificado. Resistente a la digestión en el intestino delgado y no es atacado por la microbiota bacteriana del colon. Se incluye como fibra dietética dado que se encuentra unida a la hemicelulosa en la pared de la celular vegetal y por tanto influye en aspectos de la fisiología gastrointestinal. Abundan sobre todo en vegetales viejos y pueden resultar muy irritables para la mucosa intestinal (Del castillo, 2006).

La lignina no es un polisacárido, pero está químicamente unida a la hemicelulosa en la pared de las células vegetales y, por lo tanto, está íntimamente asociada con los polisacáridos de la pared de las células vegetales. También influye en la fisiología gastrointestinal. Está presente en los alimentos como un

componente “leñoso”, tal como en el apio, y en las capas externas de los granos de cereal (Gray, 2006).

Cada tipo de fibra dietética tiene ciertas características así como una función específica en el organismo al momento de su consumo (tabla 8).

Tabla 8. Fibra: Tipo, características y funciones.

	Fibra soluble (gomas, mucílagos y pectinas)	Fibra insoluble(celulosa, hemicelulosa y lignina)
Características	Solubles en agua Capacidad de ligar sustancias grasas	Insolubles en agua Capacidad de atrapar agua
Funciones en el alimento , en la naturaleza y la industria	Se usan como texturizantes, espesantes y estabilizadores de alimentos	Dan estructura a la pared celular de las plantas. Se añaden deliberadamente a algunos alimentos para aumentar su contenido total de fibra
Funciones en el organismo	Facilitan la excreción de sustancias grasas, como el colesterol. Disminuye sus niveles en la sangre. Ayudan a regular el uso corporal o la absorción de azúcares simples, se recomienda para diabéticos para regular la glucemia.	Dan consistencia a la heces y mantiene niveles elevados de humedad en ellos, por lo que facilitan la digestión y disminuir el tiempo de tránsito intestinal, con lo que se reduce la absorción de sustancias nocivas Promueve la regularidad en la defecación y previenen el estreñimiento.

Fuente: Casa *et al.*, 2008

En la tabla 9 se destacan las principales acciones de la fibra alimentaria, de acuerdo a su clasificación.

Tabla 9. Acciones que tienen en el organismo los diferentes componentes de la fibra.

Tipo de fibra	Acción
Celulosa	Capacidad de retención de agua, reducción de la presión colónica y reducción del tiempo de tránsito intestinal
Hemicelulosa	Capacidad de retención de agua , incremento de la masa fecal, reducción de la presión colónica , reducción del tiempo de tránsito intestinal y posibilidad de retener ácido biliares
Pectinas, gomas y mucilagos	Retiene ácidos biliares, reduce la evacuación gástrica e incrementa la fermentación colónica
Lignina	Capacidad de retención agua , ligado a minerales, aumento de excreción y posibilidad de incrementar la defecación

Fuente: Casa *et al.*, 2008.

Se ha demostrado que la fibra es resistente a las enzimas intestinales, pero puede ser fermentada por las bacterias presentes en el intestino grueso. Esta fermentación es muy importante para la homeostasis colónica. Este interés radica en un doble hecho

1. La fermentación origina ácidos grasos de cadena corta, especialmente acetato, butirato y propionato, que son tróficos para las células epiteliales intestinales, al mantenerse en ese equilibrio de la microbiota intestinal; se absorbe rápidamente, estimulan la absorción de agua y sal y constituyen la fundamental fuente de energía del colonocito. Su inclusión en la ingesta puede prevenir o incluso evitar la translocación bacteriana, que es el paso de gérmenes de origen gastrointestinal hacia tejidos estériles como los ganglios mesentéricos, hígado, bazo y pulmón. Este movimiento de las bacterias fuera de su lugar habitual puede afectar seriamente al sistema inmunitario del individuo.
2. La fermentación es realizada por la microbiota saprofita, como *Lactobacillus* o *Bifidobacterium*, por lo que la presencia permite el crecimiento de esta

microbiota buena en detrimento de bacterias patógenas (*Clostridium*) (Gil, 2010).

2.7 FUENTES DE FIBRA DIETÉTICA

Las principales fuentes alimentarias de fibra dietética y carbohidratos no digeribles son los alimentos vegetales, como los granos de cereal, las legumbres, las verduras, las frutas y las semillas (Gray, 2006).

Los alimentos con mayor contenido en fibra dietética son, en orden cuantitativo decreciente: los cereales sin refinar, los frutos secos, las legumbres, las frutas y las verduras. La mayoría de las fuentes alimentarias naturales ricas en fibra dietética, contienen una mezcla de fibra dietética soluble e insoluble, aunque con un claro predominio de la insoluble.

Si consideramos los alimentos con mayor proporción de fibra dietética insoluble, tenemos que destacar al salvado de trigo y de otros cereales, los cereales integrales o completos y el pan integral. A la hora de hablar de los alimentos con mayor proporción de fibra soluble, hay que mencionar la avena, la cebada, las legumbres, las frutas como los cítricos y las manzanas, y también verduras y hortalizas como las zanahorias (Balanza, 2007).

Es preferible que las fuentes de fibra provengan de las comidas y no de suplementos, ya que los alimentos proveen de otros nutrientes como vitaminas y minerales (Cordero, 20013).

De acuerdo a las diferentes tipos de fibra, existen alimentos específicos con presencia de estos como se observa en la tabla 10.

Tabla 10. Principales fuentes alimentarias de los diferentes tipos de fibra dietética.

Fibra dietética	Principales fuentes alimentarias
Celulosa	Salvado de cereales, harina de trigo integral, verduras
Hemicelulosa	Salvado de cereales, cereales integrales
Lignina	Verdura madura, frutas con semillas comestibles
Gomas	Avena , centeno, legumbres, judías
Pectinas	Manzanas, cítricos, fresas, zanahoria.

Fuente: Balanza, 2007.

Las fuentes de fibra en alimentos son variadas, la podemos encontrar desde las frutas hasta ciertas bebidas con diferentes cantidades y tipos de fibra en cada alimento (tabla 11).

Tabla 11. Contenido en fibra dietética de algunas frutas, vegetales, cereales y frutos secos.

Alimento	Tamaño de la ración	FD total (g/ración)
Frutas		
Naranja	1 naranja	3.1
Pera	1 pera	4.0
Manzana grande con piel	1 manzana	3.7
Plátano	1 plátano	2.8
Uvas	50 gramos	2.1
Higos secos	2 higos	4.6
Ciruelas secas	5 ciruelas	3.0
Vegetales		
Guisantes enlatados	½ taza(120 ml)	3.5
Judías enlatadas	½ taza(120 ml)	4.5
Lentejas cocidas	½ taza(120 ml)	7.8
Lechuga desmenuzada	1 taza(240 ml)	0.8
Patatas cocidas	½ taza(120 ml)	1.6
Espinacas cocidas	½ taza(120 ml)	2.2
Brócoli crudo	½ taza(120 ml)	1.3
Zanahorias crudas	½ taza(120 ml)	1.8

Cereales		
Arroz completo cocido	1 taza(240 ml)	3.5
Pan de trigo blanco	1 rebanada	0.6
Pan de trigo completo	1 rebanada	1.9
Salvado de trigo en copos	¾ taza (180ml)	4.6
Avena cocida	¾ taza (180ml)	3.0
Frutos secos		
Frutos secos mezclados, tostados	30 gramos	2.8

Fuente: Fernández, 2010.

A continuación se presenta la tabla 12 algunos ejemplos de alimentos, con un cierto contenido de fibra dietética por cada porción de 100g en cada caso.

Tabla 12. Contenido de fibra por 100 g de porción comestible.

Fibra Dietética (g)		Fibra Dietética (g)	
Cereales		Verduras	
Germen de trigo	24.7	Alcachofa	10
Cereal integral, C/salvado	24.5	Espinacas	6
Cebada	15	Acelga	5.6
Centeno	13	Guisantes	5
Pan integral	9	Habas tiernas	4
Maíz	9.2	Zanahorias	3
Avena	8	Judía verde	3
Cereal integral desayuno	8.24	Puerro	3
Pan blanco	4	Remolacha	3
Cereales desayuno	1.4	Champiñón y setas	3
Galletas "María"	1.34	Soya brotes	2.4
Arroz integral	1.2	Col	2
Magdalena	0.67	Coliflor	2
Arroz	0.3	Escarola	2
Frutas		Lechuga	1.5
Higo seco	19	Tomate	1.5
Ciruela seca	16	Calabacín	1.3

Dátil	8.7	Esparrago	1
Uva pasa	7	Pimiento	1
Plátano	3	Legumbres en cocido	
Kiwi	2.12	Alubias	7
Naranja	2	Garbanzos	6
Pera	2	Lentejas	4
Manzana	2	Soja en grano	5
albaricoque	2	Frutos secos	
Fresa	2	Almendra	14
Melón	1	Cacahuete	10
Melocotón	1	Avellanas	5
Ciruela	1	Castañas	7
Piña	1	Nueces	2.4

Fuente Román, 2003.

De acuerdo a Román, 2003, Se encontró que la mayor parte de las bebidas habituales contienen fibra dietética soluble. Las cantidades se indican en la tabla 13.

Tabla13. Contenido de fibra dietética en bebidas.

Bebida	Fibra soluble(g/l)
Zumo de naranja	0.8
Zumo de piña	0.9
Zumo de melocotón	2.4
Zumo de uva	0.4
Cerveza	2.0
Vino blanco	0.1
Vino tinto	1.4
Sidra	0.2
Té	0.1
Café	3-7

Fuente: Espín *et al.*, 2010.

2.8 LA FIBRA DIETÉTICA EN EL APARATO DIGESTIVO

El colon es un órgano fundamental en la digestión de todos aquellos nutrientes que escapan a la acción de los enzimas digestivos en el intestino delgado. La flora bacteriana colónica produce enzimas capaces de digerir hidratos de carbono y proteínas que escapan del proceso de digestión común en el intestino delgado, este proceso de digestión se produce en condiciones anaeróbicas y se le denomina fermentación (Balanza, 2007). Es un complejo ecosistema formado por más de 100 millones de bacterias pertenecientes a unas 400 especies diferentes; la composición puede variar entre individuos pero si embargo es muy estable en cada uno a lo largo de la vida, quedando casi de forma definitiva a los dos años de edad (Román, 2003).

Esta flora fermenta sustratos no digeridos y mucinas endógenas, a la recuperación de energía mediante la liberación de Ácidos Grasos de Cadena Corta (AGCC), protege frente a la invasión de patógenos, e induce el desarrollo, estimulación y modulación del sistema inmune. Actúa fermentando la fibra dietética que llega sin digerir, especialmente en el colon ascendente y ciego. Además, los productos de la fermentación ejercen unos efectos fisiológicos y una alteración de las condiciones químicas del ciego y colon ascendente que afectan el crecimiento bacteriano y su actividad metabólica (Balanza, 2007).

Las fibras solubles retrasan el tiempo de tránsito en el estómago y en el intestino delgado, fermentadas rápidamente por así bacterias del colon y no tienen efecto laxante. Por otro lado las fibras insolubles tienen efecto laxante, no son fermentadas o lo son escasamente (Román, 2003).

La fibra dietética regula el tiempo de tránsito intestinal (lapso que transcurre desde que un alimento se ingiere por la boca hasta que salen sus productos

residuales por el recto). Depende del tiempo de permanencia del residuo en el colon. La fibra aumenta el volumen del bolo intestinal como de la cantidad total del residuo fecal y esto facilita el transporte y evacuación, mientras mayor sea el volumen de la fibra dietética menor será el tiempo de tránsito intestinal y viceversa (Román, 2003).

La digestión de los polisacáridos es muy variable. Así, mientras que la pectina y la hemicelulosa son digeridas prácticamente en su totalidad, la celulosa es digerida en menor grado y la lignina, gracias a su estructura de uniones cruzadas, es resistente a la degradación bacteriana y es recuperable en su práctica totalidad en las heces, Los polisacáridos provenientes de vegetales muy maduros y altamente lignificados son menos digeribles debido a la presencia de la lignina. En general, los constituyentes de la fibra procedentes de frutas y verduras son mucho más fermentables que los procedentes de cereales, ya que estos últimos presentan unas paredes celulares más gruesas y un mayor grado de lignificación (Balanza, 2007).

Además, el grado de fermentación será superior cuando: las partículas de fibra son de tamaño pequeño respecto a las de mayor tamaño, en el caso de la fibra soluble respecto a la insoluble, cuando la fibra se somete a una exposición prolongada a un pH ácido (como ocurre cuando el tiempo de permanencia en el estómago se prolonga) y cuando aumenta el tiempo de tránsito intestinal, al aumentar la duración del contacto con los enzimas microbianos.

Fibras se podrían incluir dentro de los alimentos considerados como prebióticos, es decir, como aquellos componentes no digeribles de los alimentos, que resultan beneficiosos para el huésped porque producen la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o de un número limitado de especies bacterianas en el colon, estudios a nivel experimental han llamado la atención sobre el papel estimulante de la inulina y de los fructooligosacáridos sobre la producción de bifidobacterias (Balanza, 2007).

El aparato digestivo está formado por el tracto digestivo, una serie de órganos huecos que forman un largo y tortuoso tubo que va de la boca al ano, y otros órganos que ayudan al cuerpo a transformar y absorber los alimentos (figura 2).

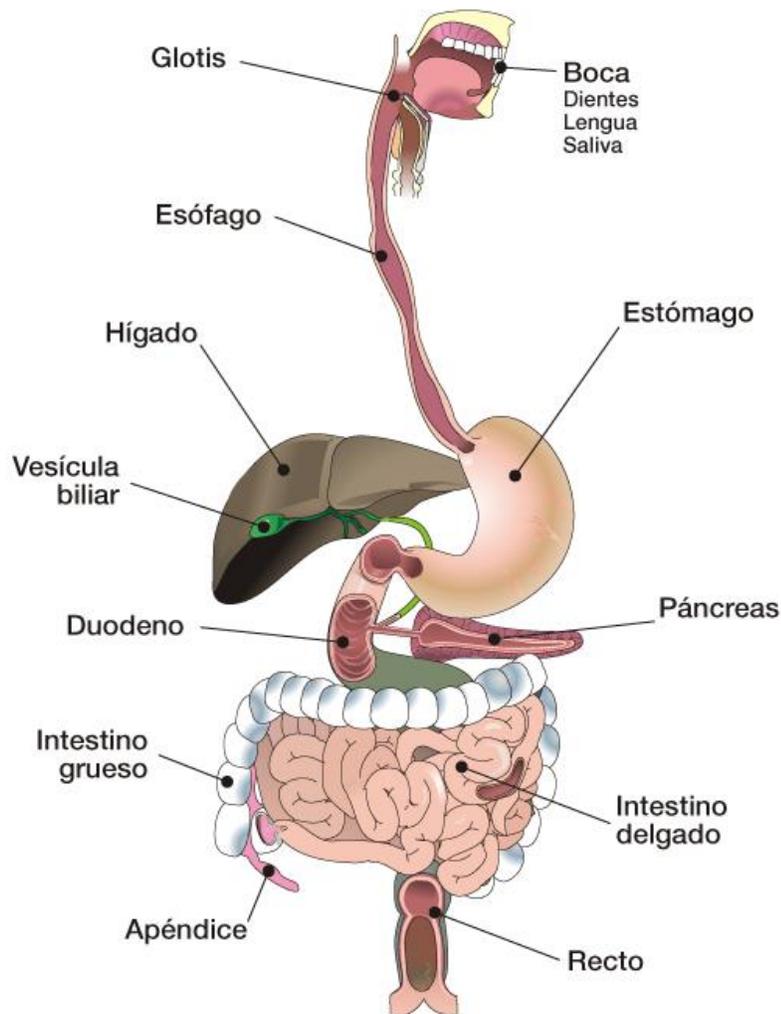


Figura 2. Aparato digestivo

Fuente: Google

Según el tipo de dieta: refinada, intermedia o sin refinar, tendremos como resultados cierto tiempo de tránsito así como un peso fecal diferente. Si la

alimentación es menos refinada tenemos una alimentación más rica de fibra. (Tabla 14).

Tabla 14. Tiempo de tránsito intestinal promedio y peso de las heces en función del tipo de dieta.

Dieta	Tiempo de tránsito (horas)	Peso fecal (g/día)
Refinada	66	133
Intermedia	44	181
Sin refinar	35	373

Fuente: Socorro, 2011.

Como ya se comentó antes, la fibra dietética tiene diferentes efectos fisiológicos a lo largo del aparato digestivo, estos efectos dependen del tipo de fibra que se ingiere, en la figura 3, tenemos una representación de estos efectos.

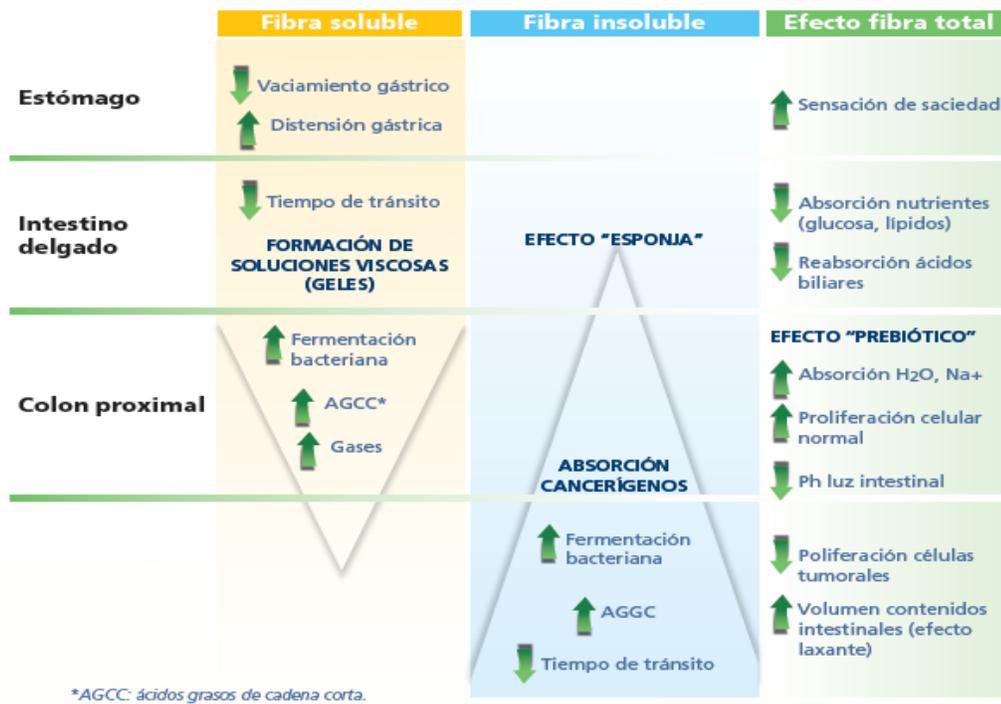


Figura 3. Efectos fisiológicos de la fibra.

Fuente: Vegenat, 2012

La ingestión de una cantidad elevada de fibra (>25-30 g/día), a partir de diferentes fuentes alimentarias (frutas, verduras, legumbres y cereales) parece ser la única manera de prevenir muchas de las enfermedades, ya que esta aproximación supone beneficios adicionales como la consecuente reducción en la ingesta lipídica y el aumento en la ingesta de sustancias antioxidantes (figura 4).

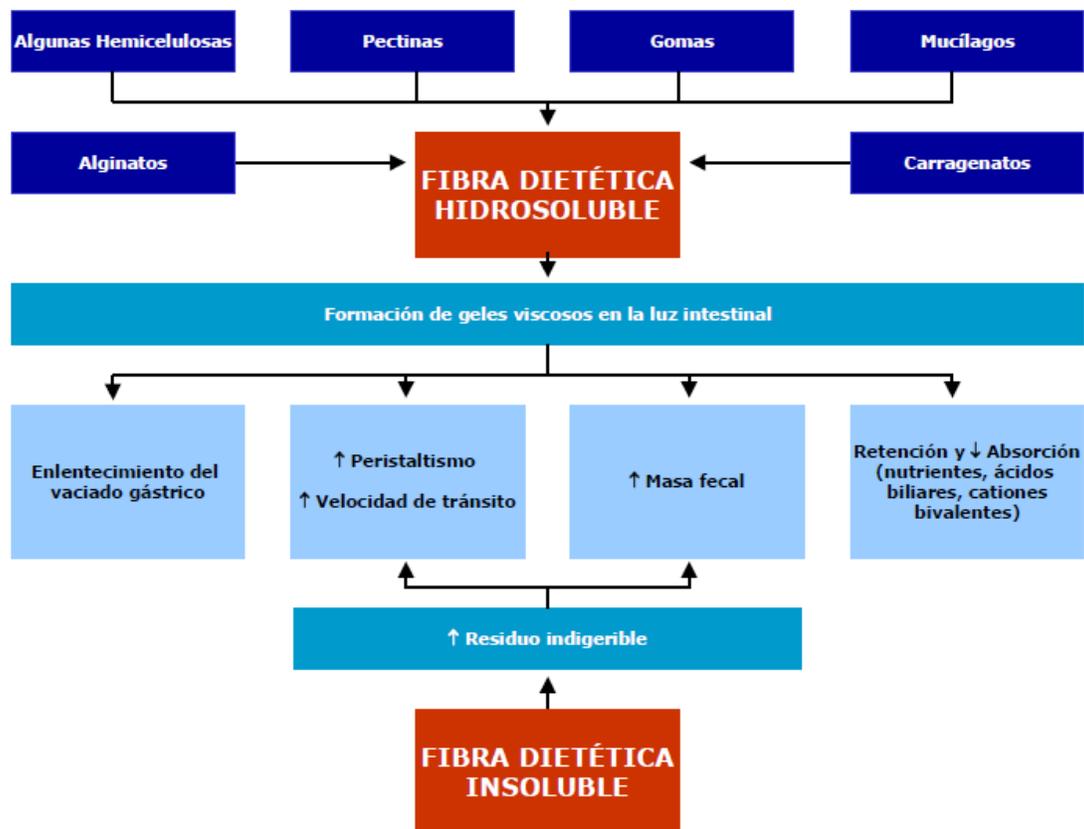


Figura 4. Efectos fisiológicos de la formación de geles intraluminales.

Fuente: Balanza, 2007.

Las fibras solubles, rápidamente forman soluciones viscosas o geles cuando se combinan con agua. Por el contrario, las fibras insolubles van a actuar como una “esponja” de forma que el agua queda retenida en su matriz estructural, formando mezclas de baja viscosidad.

En consecuencia, la ingesta de fibra dietética va a generar un incremento en el volumen de los contenidos lumbinales, con la consiguiente distensión de las paredes del tracto gastrointestinal. El resultado final será la estimulación de los correspondientes reflejos que facilitan la sensación de saciedad ya que aceleran el tránsito de los contenidos en los intestinos delgado y grueso (Sánchez, 2012).

Bello (2000, citado por Escobar, *et al*, 2010), menciona que estos polisacáridos no representan un aporte de nutrientes para el organismo humano, pero si desempeñan una función dietética al servir de soporte semisólido al bolo alimenticio, a la vez que presionando sobre las paredes intestinales favorecen el peristaltismo y, por consiguiente facilitan la defecación.

2.8.1 Estómago

A nivel gástrico la retención hídrica produce una distensión del estómago provocando sensación de saciedad. Por otra parte, la formación de soluciones viscosas (capaces de “atrapar” nutrientes dispersos en ellas) retrasa el vaciamiento gástrico, y esto justifica para muchos autores el enlentecimiento y la gradualidad en la absorción de nutrientes, como la glucosa, impidiendo la elevación agua de esta en sangre.

2.8.2 Intestino delgado

La fibra soluble, junto al agua retenida, aumenta el volumen del contenido intestinal. Esa situación, junto con las características viscosas de la solución formada, determina el grado de contacto de los sustratos nutricionales con las enzimas digestivas y, asimismo, la velocidad de absorción, de tal modo que se puede decir que se produce, en mayor o menor grado, un enlentecimiento de la absorción intestinal, hecho que potencia los efectos gástricos ya mencionados.

2.8.3 Intestino grueso

Se ve modificada la motilidad tanto en el intestino delgado como en el grueso producto de un aumento del contenido intestinal debido a la fijación de agua, por estimulación mecánica de la célula muscular por la fibra e inclusive, podría deberse a una estimulación química muscular directa de la propia fibra, por la

acidez generada en la fermentación intestinal. De este modo, se reduce por consiguiente el tiempo de tránsito y aumenta la frecuencia de las deposiciones. El tiempo del tránsito, que realmente corresponde al tránsito del intestino grueso, puede ser alrededor de 10 veces superior al del intestino delgado.

El aumento de la velocidad del tránsito, junto con la mayor cantidad de agua retenida, justifica el efecto laxante, ya que esta es fermentada por la microbiota intestinal, transformándose en metabolitos diversos, incapaces de absorber agua.

Dilución intestinal: el menor tiempo de tránsito intestinal, junto con la mayor cantidad de agua presente en intestino que ejerce un efecto diluyente, impiden un contacto excesivo de agentes oncogenos, ya sea formados de manera endógena o los que provienen de alimentos, pudiendo encontrarse en este doble efecto el fundamento de la menor incidencia de cáncer colorrectal que se observa en poblaciones que consumen cantidades elevadas de fibras.

Presión intraluminal colónica : la ingesta elevada de fibra conduce a una disminución de la presión intraluminal del colon, ocurriendo lo contrario cuando la dieta es baja en fibras, esto porque una dieta pobre en fibras da como resultado una masa fecal pequeña viscosa, que produce estreñimiento, lo que requiere un mayor esfuerzo muscular del colon para su propulsión.

Cuando se produce en forma continuada, generara una hipertrofia muscular colonica que irá acompañada en su funcionalismo por un aumento de la presión intracolonica. La presión intracolonica aumentada genera la salida de la mucosa a través de la capa muscular circular intestinal, es decir, se forma una hernia mucosa o divertículo, en puntos débiles de la musculatura, concretamente en los lugares donde los vasos sanguíneos perforan la pared muscular, para llegar al plano submucoso.

Presión intrabdominal: un contenido fecal escaso y poco hidratado no solo genera un aumento de la presión intracolónica (involuntaria) sino también un aumento de la presión intrabdominal (voluntaria), que se genera como consecuencia del esfuerzo muscular necesario para lograr la defecación. La presión intrabdominal aumentada es capaz de producir tres alteraciones patológicas:

- Hernia de hiato
- Hemorroides
- Varices en miembros inferiores

Micriobiota intestinal: En el colon derecho o ascendente se localiza la mayor parte de la denominada microbiota intestinal, se compone de bacterias anaeróbicas estrictas fundamentalmente, en una cantidad superior a cuatrocientas especies.

Todos los tipos de fibra, con excepción de la lignina, son atacados por las bacterias. Las solubles son mucho más atacadas que las insolubles (hemicelulosas diversas y celulosas). La microbiota intestinal, al actuar sobre la fibra, produce efectos que son importantes desde una perspectiva fisiológica.

Aumento de la masa bacteriana total: Al llegar más sustrato (fibra) al intestino grueso, se desarrolla una mayor cantidad de masa bacteriana total que constituye del 35 al 50 % del contenido intestinal. Así hay un incremento de la masa fecal, una mayor capacidad sacarolítica o fermentativa, e inclusive se ve afectada el agua retenida.

Efectos fisiológicos: la fermentación de la fibra da lugar a la producción de gases como hidrógeno, metano y dióxido de carbono que son los responsables de cierto grado de flatulencia. Se forman así mismo ácidos grasos volátiles, acetato, propionato y butirato así como ácido láctico, los cuales pueden presentar destinos y funciones diferentes. Cabe destacar los diversos efectos fisiológicos o de cadena corta que se producen en la fermentación de la fibra.

Efectos metabólicos: los ácidos grasos indicados, son los responsables del pH relativamente bajo del intestino grueso (5.6 a 6.6) y, la cantidad producida de uno de ellos depende a su vez de la cantidad y tipo de hidrato de carbono que alcanza el colon. El ácido butírico se metaboliza en los enterocitos: antes de alcanzar la sangre portal, constituyendo una magnífica y preferente fuente energética para la mucosa colonica, en especial, la distal.

Más aun, este ácido y posiblemente otros productos de la fermentación, pueden inhibir el desarrollo de tumores en el colon y en el recto, potenciándose esta inhibición por el bajo pH que generan los ácidos grasos de cadena corta. La importancia del ácido butírico sobre el cáncer colorrectal radica en su capacidad para detener o endentecer el metabolismo de las células de la mucosa potencialmente cancerosas, aunque induzca la proliferación de células normales. Asimismo, el ácido butírico, parece ejercer un papel regulador del metabolismo de ácidos nucleicos en colonocitos. El ácido propionico se metaboliza en el hígado, pudiendo servir como precursor de la síntesis de carbohidratos (gluconeogenesis) y de lípidos.

El ácido acético, puede ser metabolizado en tejidos periféricos, proporcionando energía, o utilizado a nivel hepático para la síntesis de ácidos grasos de cadena larga o incluso de cuerpos cetónicos.

En cualquier caso, todos ellos pueden oxidarse vía glicolítica, contribuyendo así a la provisión energética celular, lo que desmiente el antiguo concepto de la fibra como sustrato no aprovechable por el organismo. En individuos sanos, la energía procedente de los AGCC (ácidos grasos de cadena corta), puede llegar a representar de un 5 a un 10 % de la energía total requerida, pero en individuos con determinados trastornos intestinales y mal absorbidos, puede constituir un aporte más elevado.

Proliferación celular: en general se admite que los AGCC (ácidos grasos de cadena corta) son potentes estimulantes de la proliferación celular.

Absorción intestinal de sodio y agua: los ácidos grasos de cadena corta, al penetrar en la célula intestinal, se disocian generando iones hidrogeno que salen al lumen intercambiándose con los iones sodio que penetran en el enterocito colonico. De este modo son estimulantes de la absorción de sodio y agua.

Aumento de la osmolaridad y acidez intestinal: mientras los ácidos citados no se reabsorben, produce un aumento de la osmolaridad, hecho que mantiene una determinada cantidad de agua en las heces, contribuyendo a través de su absorción a la de iones de sodio, cloro, calcio y a la secreción de bicarbonato y de potasio.

Respecto a la acidez que generan los ácidos grasos de cadena corta, son muy interesantes algunos de los efectos fisiológicos que se les atribuye:

- Inhibición de la hidroxilasa, enzima implicada en el metabolismo de los ácidos libres.
- ligero incremento de peristaltismo que, junto al aumento de la osmolaridad, produce efecto laxante.
- Precipitación y eliminación de moléculas potencialmente toxicas como ácidos Biliares y determinados ácidos grasos, e inhibición de la producción de amoniaco.
- Contribución al desarrollo de la microbiota bífida beneficiosa para el organismo (Hernández, 2010).

En la figura 5 se indican los efectos fisiológicos más relevantes de la fibra alimentaria que se han comentado previamente.

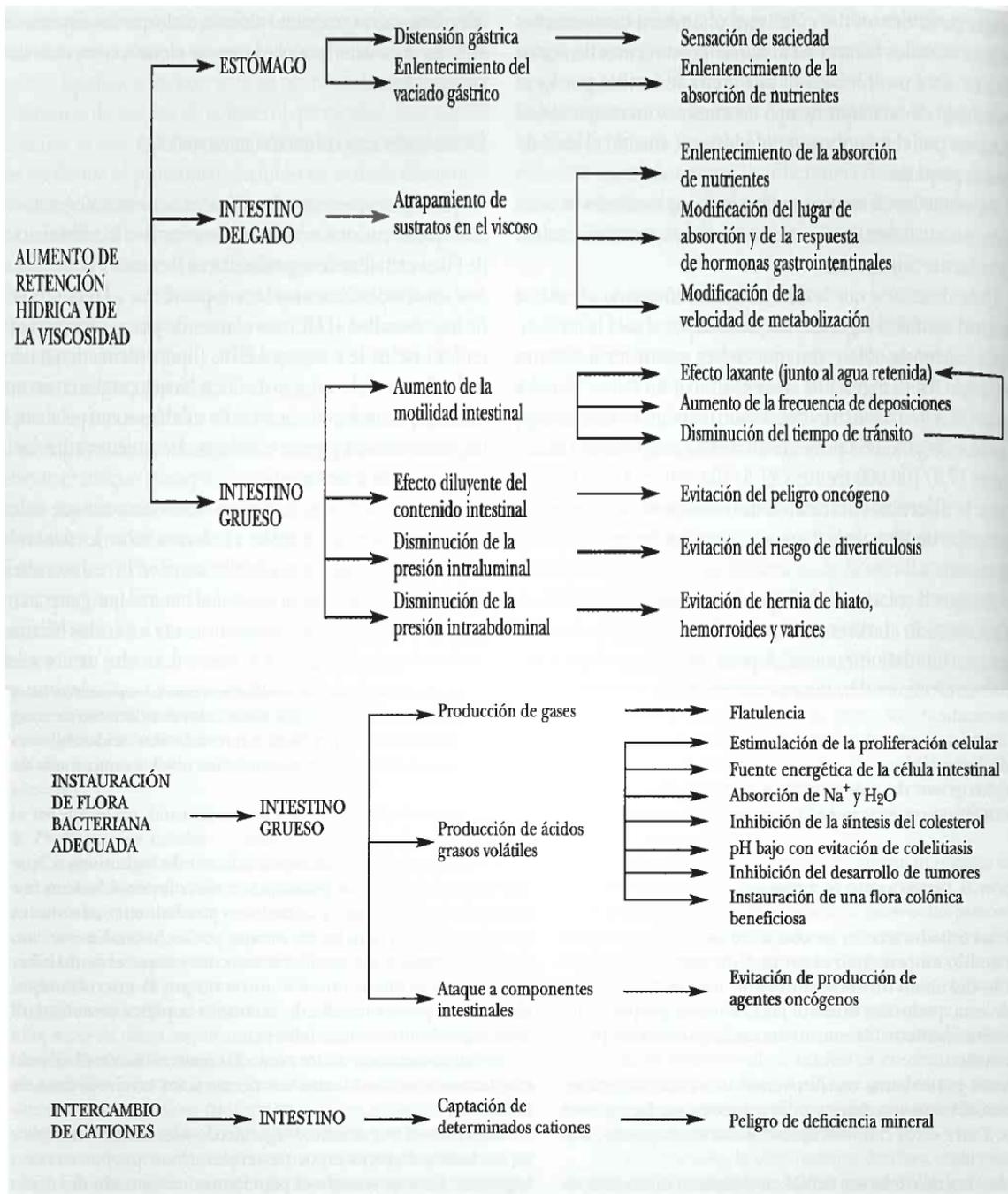


Figura 5. Resumen de los efectos fisiológicos de la fibra en el sistemas digestivo.

Fuente: Mataix, 2008.

La fibra dietética presenta diferentes propiedades a lo largo del aparato digestivo: boca, intestino delgado, intestino grueso, en la tabla 15 se observan las funciones y los efectos que presentan en cada caso.

Tabla 15. Propiedades saludables de la fibra dietética en el aparato digestivo.

Órgano	Función	Efecto
Boca	Aumenta el flujo de la saliva.	
	Distensión Gástrica	Sensación de saciedad
	Retardo del vaciado gástrico	Absorción lenta de nutrientes
	Retención de sustratos en la solución viscosa	Absorción de nutrientes de manera gradual Modificación de la respuesta de hormonas gastrointestinales
INTESTINO DELGADO	Quelación de minerales	Riesgo de deficiencia de minerales
	Absorción de sales biliares, colesterol y sustancias carcinogénicas	Incremento del efecto hipercolesterolémico
	Aumentos de la motilidad intestinal	Efecto laxante Disminución del tiempo de tránsito Incremento en la frecuencia de deposiciones
	Dilución del contenido intestinal	Previene el peligro oncogénico
	Dilución de la presión intraluminal	Disminución del riesgo de diverticulitis, hernia de hiato, hemorroides y varices.
INTESTINO GRUESO	Producción de ácidos grasos de cadena corta	Inhibición de la síntesis de ácidos biliares secundarios y colesterol. Inhibición de la instauración de flora patógena Aumento de la actividad motora intestinal Regulación de la absorción de agua e intercambio iónico
	Crecimiento de una microbiota óptima	Mejor perfil de especies presentes con predominio de beneficiosas (<i>Lactobacillus</i> y <i>Bifidobacteria</i>). Sobre patógenas (<i>Clostridium</i> , <i>E. Coli</i> , etc.). Mayor cantidad de masa bacteriana

	Mejor circulación intestinal (vasodilatación)
Distensión Gástrica	Sensación de saciedad
Retardo del vaciado gástrico	Absorción lenta de nutrientes
Retención de sustratos en la solución viscosa	Absorción de nutrientes de manera gradual Modificación de la respuesta de hormonas gastrointestinales

Fuente: González, 2014.

Según la cantidad de fibra que se consuma, tendremos como resultado diferentes tipos de heces como se puede observar en la figura 6.

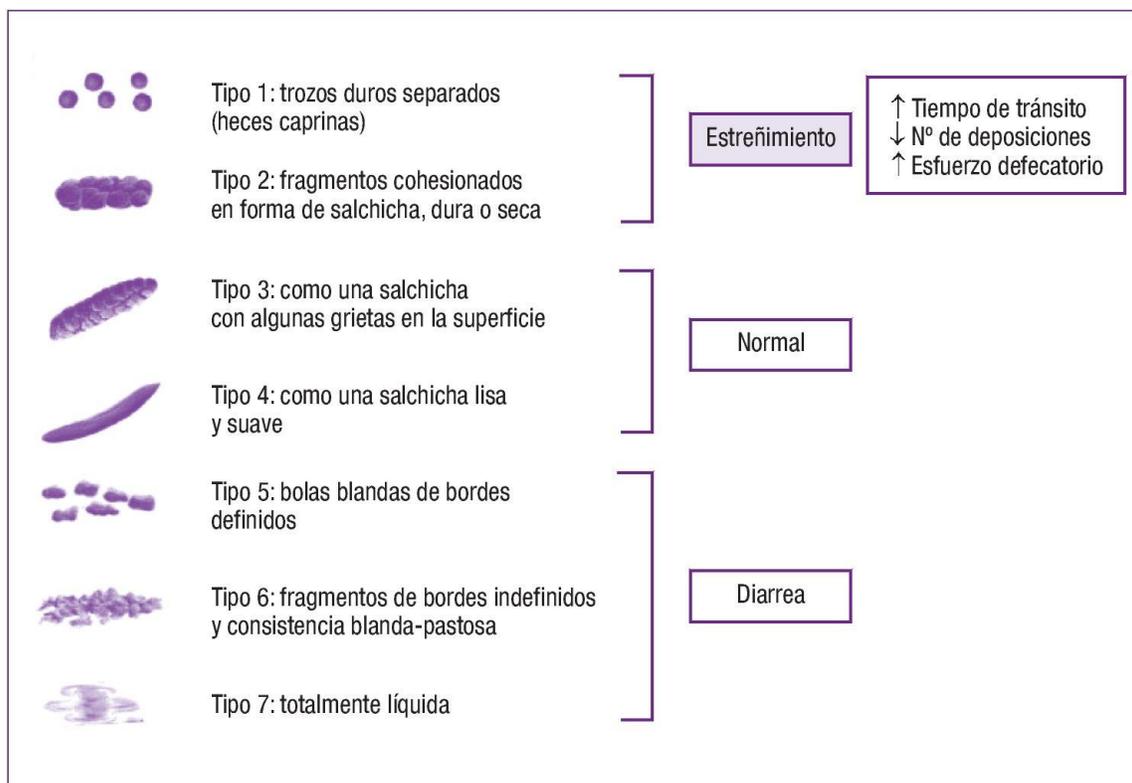


Figura 6. Tipos de heces.

Fuente: Google

2.9 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL BAJO CONSUMO DE FIBRA ALIMENTARIA

El paso de la fibra a lo largo del aparato digestivo y su fermentación en el colon conlleva diversos efectos relacionados con regulación y salud intestinal(Espín *et al.*,2010).

El bajo consumo de fibra dietética en la dieta se relaciona con una mayor incidencia de diversas enfermedades como las que afectan al colon (diverticulosis, hemorroides, cancer correctal) y enfermedades metabólicas (obesidad, diabetes, enfermedad cardiovascular). Esto de debe principalmente al mayor consumo de alimentos refinados, productos industrializados y alimentos de origen animal(Jury, 2007).

La recomendación generalizada de su consumo como medida terapéutica en el manejo de diversas patologías, algunas de ellas altamente prevalentes como la obesidad, la diabetes mellitus. Fibra dietética es un nutriente funcional es decir, con efectos saludables en un buen número de situaciones patológicas o tal vez sea, un marcador de un hábito dietético y un estilo de vida más saludable y, por tanto, protector frente a diversas enfermedades (Balanza, 2007).

Se presenta en la figura 7 algunos posibles efectos beneficiosos que puede tener el consumir fibra dietética en la alimentación (figura 7).

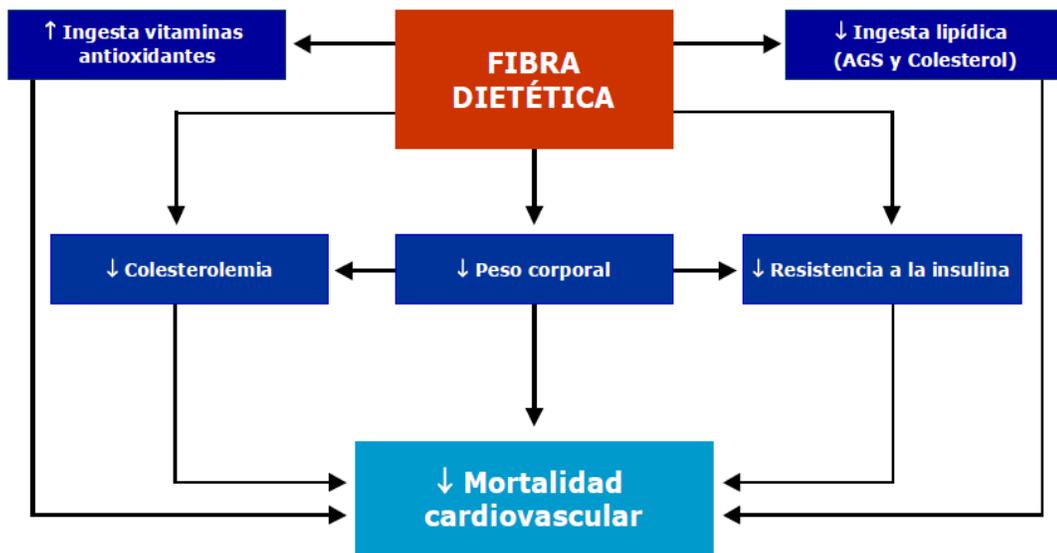


Figura 7. Posibles efectos saludables de la fibra dietética.

Fuente. Balanza, 2007.

Entre los efectos beneficiosos de la fibra, comprobados con suficiente nivel de evidencia, está el alivio del estreñimiento, ejercido, en el caso de la fibra soluble, por un aumento de la proliferación bacteriana y, en el de la insoluble, a través de sus propiedades captadoras de agua que aumentan la voluminosidad de las heces, su motilidad, frecuencia y consistencia. La fibra insoluble ejerce un efecto de “esponja” en virtud del cual absorbe ciertas moléculas carcinogénicas y ácidos biliares, por lo que podría ejercer efectos anticancerígenos y reductores del colesterol (Juárez, 2006).

El exceso de fibra puede llegar a provocar problemas estomacales, enfermedades como cáncer, hemorroides por su deficiencia en la alimentación (figura 8).

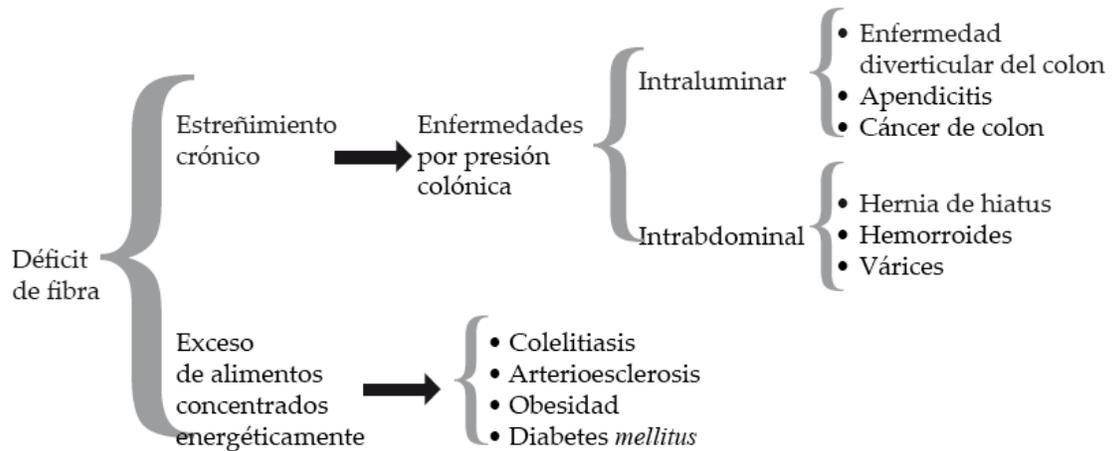


Figura 8. Déficit de fibra como causa posible de enfermedades.

Fuente: Betancur *et al.*, 2003.

Como ya se mencionó con anterioridad la fibra dietética influye en ciertos efectos fisiológicos con ciertas enfermedades teniendo resultado en la mejora de estas (tabla 16).

Tabla 16. Efectos fisiológicos de la ingestión de fibra dietética y su influencia en las diferentes enfermedades.

Tipo de efecto y padecimientos involucrados	Mecanismo fisiológicos	Nivel del efecto
Efecto directo :	Disminuye la ingesta energética	Intestino grueso y defecación
Obesidad	Retrasa el vaciamiento gástrico	
Estreñimiento	Afecta la actividad de las enzimas	
Enfermedad diverticular	Disminuye la absorción de nutrimentos	
Cáncer de colon y recto	Interactúa con ácidos biliares	
	Afecta la morfología intestinal	

	Disminuye el tiempo de tránsito intestinal
	Aumenta el peso de las heces
	Estimula la fermentación
	Estimula el crecimiento bacteriana
Efectos indirecto	Disminuye la glucemia
Diabetes	Metabolismo posprandial
Aterosclerosis	Modifica el metabolismo de los lípidos

Fuente: Casa *et al.*, 2008.

2.10 PROPIEDADES FISIOLÓGICAS QUE JUSTIFICAN LOS BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA FIBRA.

2.10.1 Volumen de las heces

Tanto por su presencia como por su capacidad de retención de agua, la fibra aumenta el volumen del contenido intestinal. Al aumentar el volumen del contenido colónico, provoca un aumento de su peristaltismo, lo que facilita la función evacuatoria (Páez 2009).

2.10.2 Capacidad de absorber sustancias

Entre las mallas de la fibra vegetal pueden quedar retenidas algunas sustancias como el colesterol, los ácidos biliares y diversas sustancias tóxicas que se introducen en los alimentos. Evitan que entren en contacto con la mucosa intestinal, lo que favorece su eliminación. Sin embargo, pueden quedar retenidas ciertas cantidades de calcio, hierro, magnesio y cinc, que pueden eliminarse por las heces (Páez 2009).

2.10.3 Velocidad de tránsito intestinal

Los componentes no hidrosolubles aumentan la velocidad del tránsito intestinal. Las fibras hidrosolubles tienen la propiedad de disminuir la velocidad de absorción intestinal de la glucosa (el vaciamiento gástrico resulta más lento).

Cualquier fibra con alta proporción de fibra insoluble y elevada capacidad de retención de agua mejora el funcionamiento gastrointestinal. Esta capacidad de retención de agua provoca un incremento de la cantidad de heces mayor cuanto mayor sea la capacidad de retención de agua y un menor tiempo de tránsito intestinal. Esto provocará una menor absorción de nutrientes, debido a la formación de soluciones viscosas que dificultan esta absorción y ralentizan su paso a través del intestino delgado, con lo que se absorbe menor energía se ayuda al control de la obesidad. Otros mecanismos de acción contra la obesidad por parte de la fibra son los nombrados anteriormente: sensación de saciedad, aumento de excreción de grasa y proteínas y menor índice glicémico.

La diverticulosis también se ha asociado con dietas bajas en fibras y con alta presión intracolónica. La fibra aumenta la excreción y disminuye la presión colónica, por lo que tiene acción terapéutica sobre esa dolencia. Esta dolencia está relacionada con el volumen de masa fecal, a menor volumen, mayor probabilidad de desarrollo de la enfermedad (Molina, 2007).

2.10.4 Colesterol en sangre

La fibra (concretamente la fracción soluble) también tiene efectos hipocolesterolémicos. Los mecanismos de acción son varios: aumento del contenido gastrointestinal, que interfiere en la formación de micelas y absorción de lípidos, aumento y excreción de esteroides y ácidos biliares e inhibición de síntesis de colesterol hepático, debido a la absorción del ácido propiónico formado en la fermentación. Estos mecanismos actúan significativamente en las tasas de colesterol del suero sanguíneo, con lo que se afecta principalmente a la

subfracción de LDL (lipoproteínas de baja densidad) que es la que está directamente relacionada con las enfermedades cardiovasculares (Molina, 2007).

2.11 Fibra dietética y cáncer

El posible papel de la fibra en la prevención del cáncer de colon procede de estudios realizados en poblaciones africanas, porque son poblaciones donde se consumen elevadas cantidades de alimentos vegetales intactos y presentan una baja incidencia de dicho cáncer (Cadaval *et al.*, 2005).

Una ingesta alta en fibra se asocia con un menor riesgo de cáncer colorrectal. Una de las hipótesis sobre el desarrollo de cáncer de colon y recto es que a partir de las excesivas cantidades de ácidos biliares en el intestino se forman algunas sustancias cancerígenas. La fibra tendrá un efecto beneficioso importante porque reduce la secreción de ácidos biliares e incrementa su excreción en las heces. Por otra parte, la alta capacidad de retención de agua puede diluir la concentración de agentes cancerígenos y también adsorberlos en su superficie. La fibra reduce el tiempo de contacto de las sustancias cancerígenas con las paredes del intestino. Además, el ácido butírico formado por la fermentación puede inhibir la formación de tumores, que se ve potenciada por los bajos pH que resultan de la fermentación de la fibra en el colon (Molina, 2007).

El mecanismo de acción se debe a la propiedad que tiene la fibra de ligar los ácidos biliares y disminuir la absorción del colesterol, incrementando la desviación del mismo hacia la síntesis de ácidos biliares. La dieta puede estar asociada con ingesta creciente de proteínas animales. Se ha sugerido que estos carcinógenos potenciales son producidos por las bacterias colónicas que fermentan los productos nutritivos que quedan en el colon.

La fibra de la dieta es degradada en ácidos grasos volátiles, hidrógeno, dióxido de carbono y metano. Aunque la ingestión de la fibra no parece alterar la flora bacteriana, los derivados desfavorables del metabolismo bacteriano son diluidos

por las propiedades de retención de líquidos de la fibra de la dieta intacta restante; esto puede disminuir el período de exposición de la mucosa del colon a los supuestos carcinógenos.

Una dieta alta en frutas, verduras y cereales ha sido asociada con un menor riesgo de padecer varios tipos de cáncer, particularmente aquellos relacionados con el tracto gastrointestinal. Más aún, las dietas con alto contenido en frutas y verduras, aunadas al consumo de cereales, y bajas en grasa y carnes rojas, pueden ser factores importantes para disminuir los riesgos de padecer cáncer.

La evidencia demuestra que una dieta baja en grasas y rica en cereales con alto contenido en fibra puede ayudar a reducir el riesgo de padecer cáncer de colon mediante la rápida eliminación y disolución de compuestos dañinos fuera del organismo, lo cual permite proteger las células del intestino de cambios cancerígenos (Páez 2009).

2.12 Fibra y enfermedades cardiovasculares

Los factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares son el consumo de cigarro, la edad, el sexo, la raza, la hipercolesterolemia, la inactividad física, la diabetes mellitus y la obesidad. Las fibras solubles dietéticas (particularmente pectinas y gomas) reducen el colesterol sérico, pero no cambian los triglicéridos y colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad). Los fitosteroles son esteroides de las plantas que tienen la capacidad de inhibir la absorción de colesterol endógeno y exógeno.

Los estudios epidemiológicos realizados durante varios años a grandes muestras de población sana muestran un efecto protector de la fibra dietética contenida en frutas, vegetales, granos integrales y cereales contra las enfermedades cardiovasculares (ECV), tanto en incidencia como en mortalidad. El efecto beneficioso se ha observado independientemente de la raza o la edad de los individuos estudiados.

Los FOS se encuentran en gran variedad de alimentos vegetales como la achicoria, la alcachofa, el espárrago, el ajo, la cebolla, el puerro, el tomate o el plátano, entre otros, pero en cantidades más bien pequeñas. Por esta razón se considera adecuado introducir en la dieta, además de los citados alimentos, aquellos que presenten fructooligosacáridos como ingredientes añadidos (Páez, 2009).

2.13 Fibra dietética y diabetes *mellitus*

Actualmente se recomienda una dieta baja en azúcares a base de polisacáridos complejos de cereales, vegetales, leguminosas y frutas, y ejercicio físico diario para prevenir el desarrollo de diabetes mellitus.

La FD soluble contribuye a disminuir la concentración de glucosa e insulina en el suero posprandial tanto en los individuos sanos como en los que padecen de diabetes *mellitus*. Entre los mecanismos que explican el efecto benéfico se encuentran:

- 1) El aumento de la viscosidad del contenido de nutrientes en el intestino delgado, lo cual retarda la difusión de la glucosa hacia el borde ciliado de la mucosa intestinal
- 2) La unión de la glucosa a la FD y disminución de su disponibilidad para la absorción
- 3) Inhibición de la acción de la amilasa sobre el almidón. Todos los efectos anteriores provocan un retardo del vaciamiento gástrico que aumenta la saciedad en el individuo.

La incorporación de la FD a un alimento mejora la tolerancia a la glucosa al diluir los hidratos de carbono digeribles (azúcares simples y almidones). El aumento de volumen del alimento puede reducir la cantidad de hidrato de carbono digerible en una ración. Como la glucosa y la fructosa se absorben en el intestino

delgado, la adición de fibra viscosa a los alimentos puede retardar el vaciado gástrico alterando la digestión del alimento. La incorporación de fibras viscosas a los alimentos disminuye el aumento de la concentración de glucosa en sangre comparado con la ingestión de un alimento control (Páez, 2009).

El efecto se produce principalmente por la fracción soluble, pectinas y gomas que tienden a reducir la velocidad con la que la glucosa llega a la sangre y la secreción de insulina (Molina, 2007).

Se han realizado varios estudios para respaldar la información que se tiene, acerca de las funciones de la fibra en los diferentes padecimientos de enfermedades por mencionar algunas estreñimiento, diabetes entre otras (tabla 17).

Tabla 17. Supuestos efectos saludables de la fibra dietética, bases fisiológicas propuestas y nivel de evidencia.

Indicación	Acción supuesta	Tipo de fibra	Bases fisiológicas propuestas	Nivel* de evidencia
Estreñimiento	Mejoría de la frecuencia y consistencia	Todos	Mayor volumen fecal Menor tránsito intestinal	I
Enfermedad diverticular	Prevención del inicio y progresión	Todos	Mayor volumen fecal Menor presión intraluminal	III
Dislipemia	Disminución de la colesterolemia	Soluble e insoluble	Efecto esponja Menor tránsito intestinal Mayor AGCC	III
Diabetes	Mejoría control glicémico	Soluble	Retraso vaciamiento gástrico Menor absorción de glucosa Menor tránsito intestinal	II
Obesidad	Aumento de saciedad	Todos	Retraso vaciamiento gástrico Menor absorción de nutrientes	III

	Disminución de peso	de		Menor ingesta grasa	
Enfermedad cardiovascular	Prevención del infarto miocardio y del accidente vascular cerebral	de	Soluble	Menor absorción de nutrientes Menor ingesta grasa Menor colesterolemia Mayor antioxidantes	III
Enfermedad inflamatoria intestinal	Previene recaídas en colitis ulcerosa	en	Soluble	Mayor butirato	II
Síndrome del colon irritable	Mejoría del habito intestinal	del	Todos	Mayor volumen fecal	II

Fuente: Balanza, 2007.

CAPÍTULO III. CONCLUSIONES

Se llevó a cabo el objetivo planteado, el cual fue recopilar información sobre fibra dietética, es un trabajo con información relevante del tema para poder impartir un conocimiento claro al momento que se consulte por las personas.

La fibra alimentaria es, por tanto, un complejo formado por numerosos compuestos de naturaleza química muy diversa, es una fracción del alimento que se caracteriza por que no se digiere en el intestino ya que carecemos de la enzima que la degrada, y que consta de dos fracciones, una insoluble y otra soluble en agua. Sus propiedades vendrán determinadas principalmente por el porcentaje de estas dos fracciones. La fibra insoluble es escasamente fermentada y tiene un marcado efecto laxante y regulador intestinal, mientras que la fibra soluble es fermentada en alta proporción y sus principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y glucosa en sangre y desarrollo de la microbiota intestinal.

Es un tema que se desconoce, pero es de suma importancia porque hay evidencias que el consumo de fibra dietética procedente en los diferentes alimentos contribuye a la prevención de ciertos padecimientos, así como su control en caso de ya presentar alguno.

En la actualidad se considera a la fibra como nutriente ya que contribuye beneficios en el organismo.

CAPÍTULO IV. BIBLIOGRAFÍA

- Balanza, R. R. 2007. Efectos Metabólico-Terapéuticos a corto y largo plazo de la suplementación con fibra dietética. Universitat Rovira i Virgili. España. Pag. 2-11 Disponible: dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=8253.
- Betancur, A. D.; Pérez, F. V.; Chel, G.L. 2003. Fibra dietética y sus beneficios en la alimentación. Revista de la Universidad autónoma de Yucatán.
- Cadaval, A.; Artiach, E, B.; Barín, B., U.; Pérez, R.; Aranceta, J. 2005, Alimentos funcionales para una alimentación sana. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Disponible: http://www.nutricioncomunitaria.org/BDArchivos/Guia%20Funcional%20NATURLINEA_I_1138822039406.pdf
- Casa, N. E.; Kaufer, H. M.; Bertha, P. L. A.; Arroyo, P. 2008. Nutriología Médica. Tercera. Fundación Mexicana para la salud. Tercera edición. Editorial Panamericana. México. Pág. 443-444. Disponible: http://books.google.com.mx/books?id=ZjcGp1sulUC&pg=PA442&dq=fibra+diet%C3%A9tica+como+alimentos+funcional&hl=es&sa=X&ei=kx8_VM2FBqWa8gHcyoGgCw&ved=0CCkQ6wEwAA#v=onepage&q=fibra%20diet%C3%A9tica%20como%20alimentos%20funcional&f=false.
- Castro, Q. M. 1997. Guías para la educación nutricional en Costa Rica “Carbohidratos y fibras”. Ministerio de Salud. San José, Costa Rica. Pág. 5. Disponible: http://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/guiasalimentarias/carbohidratos.pdf
- Cordero, D. 2013. Fibra dietética. Geo Salud. Disponible: <http://geosalud.com/Nutricion/fibra-dietetica.html>

Del Castillo, J. M. S. 2006. Nutrición básica humana. Edición Universat de Valencia pág.140142. Disponible en: http://books.google.com.mx/books?id=z6iMx642m_wC&pg=PA139&dq=fibra+dietetica&hl=es&sa=X&ei=RVIVNaKM4rD8AHa6YDYDA&ved=0CFUQ6AEwCA#v=onepage&q=fibra%20dietetica&f=false

Escobar, R. L. M.; Guamis, L. B. B.; Amaya, G. C. A. 2010. Desarrollo de un producto con nopal de "alto contenido de fibra" Laboratorio de Dietología, Facultad de Salud Pública y Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León. Guanajuato Pág. 3.

Espín, G. J. C.; Fontecha, A. J.; Gil, H.Á.; 2010. Alimentos saludables y de diseño específico. Alimentos funcionales. Ed. Universidad Internacional de Andalucía. Andalucía España. Pág. 98-105. Fernández, M.C. 2010. La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular, Dietary fiber in the prevention of cardiovascular risk. Nutrición clínica. Unidad de Lípidos y Aterosclerosis. Servicio de Medicina Interna Hospital Universitario. Madrid. Pág. 6. Disponible: http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_2010_02/Fibra-dietetica.pdf

García, O. O. E.; Benito, I. R.; Rivera, C. J. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria. Caracas, Venezuela.; vol. 21. Pág. 25-30.

Gil, A. 2010. Tratado de nutrición. Tomo II composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Segunda edición. Editorial Médica Panamericana, S.A. Pág. 483-484. Disponible: http://books.google.com.mx/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT510&dq=CLASIFICACION+DE+LA+FIBRA+DIETETICA&hl=es&sa=X&ei=X_U1VIDEcL4yQTko4C4DA&ved=0CCwQ6AEwBA#v=onepage&q=CLASIFICACION%20DE%20LA%20FIBRA%20DIETETICA&f=false

González, A. G. A.; González, C. A. F.; Córdova, V.; Álvarez, P, E.; H.García, H.S. 2014. Los alimentos funcionales. Un nuevo reto para la industria de alimentos. Editorial AGT. Mexico. Pág. 174-194.

Gray Juliet.2006. Fibra Dietética Definición, Análisis, Fisiología y Salud. LSI Europe Concise Monograph Series. Bélgica. Disponible: www.ilsa.org/Europe/Documents/CM_fibre_Spanish.pdf

Hernández, L. 2010. Estudio del consumo de fibra dietética en Adolescentes de Capital federal. Buenos Aires. Universidad ISALUD. Pág. 9-24.

Huerta, P., G. 2009 Beneficio de la fibra dietética en enfermedades crónico degenerativas. Facultad de Nutrición Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa Veracruz México.

Jaramillo, V.Z.P.2007. Elaboración de yogurt simbiótico. Tesis previa para la obtención del título de ingeniera en industrialización de alimentos. Escuela de ingeniería de alimentos. Facultad Ciencias de la Ingeniería. Universidad Tecnológica Equinoccil. Pichincha Ecuador. Pág. 24-28.

Juárez, M.; Olano, A.; Moráis, F.2006. Alimentos Funcionales. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Pág. 167-207.

Jury, J. G.2007.Fibra dietética y salud. NUT, Centro de psiconutricion.cl. San Pascual-Las condes. Disponible: <http://www.psiconutricion.cl/documentos/documentos/Fibradietetica%20y%20salud.pdf>

Mataix, J.; Fontecha, A. G. J.; Muriana, F. G.; Mata, P.; Entrala, A.; Román, M.J; Martínez, J. R; Boza, J.; Baró, L.2003. Guía de alimentos funcionales. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Instituto Omega 3.

Mataix, V. J.; Ángel, G. M.2008. Fibra alimentaria, Nutrientes. Capítulo 7.Pág. 14

Molina, M. M. E.; Martín, I. A. P. 2007. La fibra dietética procesada como alimento funcional. Escuela Andaluza de salud pública. Consejería de salud. Junta de Andalucía. Granada. B Csic. Estación experimental del Zaidón. Granada, Pág. 76.

Norman, N.P. Joseph, H. H.1995 .Ciencia de los alimentos. Fibra. Ed Acribia, S.A. Zaragoza España. 5º edición. Pág. 69.

Páez, H. G.2009. Beneficio de la fibra dietética en enfermedades crónicas degenerativas. Facultad de nutrición. Universidad Veracruzana. Xalapa Veracruz. Pág. 32-34.

Román, M. A. J.; Arpe, M .C.; Urrialde, A. R.; Fontecha, J.; Gonzales, C. C.; Villarino, M. A.2003.Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Nutrición y salud. Instituto de salud pública. España. Pág. 147-150.

Sánchez, L.E. 2012. Trabajo de Fibra Dietética. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/108855459/Trabajo-de-Fibra-Dietetica-1>.

Saura C. F. 2008. Fibra alimentaria: Novedades. Instituto del Frío. CSIC. Madrid. Pág.34.Disponible:<http://www.um.es/lafem/Nutricion/DiscoLibro/02Nutrientes/SaberMas/02-03.pdf>.

Socorro Coral Calvo Bruzos. Carmen Gómez Candela. Consuelo López nom dedeu. Miguel Ángel Royo Bordonada.2011. Nutrición, salud y alimentos funcionales. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Pág. 583-585.

Disponible:http://books.google.com.mx/books?id=hfQMXBliydgC&pg=PA579&dq=fibra+diet%C3%A9tica+como+alimentos+funcional&hl=es&sa=X&ei=kx8_VM2FBqWa8gHcyoGgCw&ved=0CEYQ6AEwBQ#v=onepage&q=fibra%20diet%C3%A9tica%20como%20alimentos%20funcional&f=false

Vegenat. 2012. Monográfico, Fibra Dietética. Pueblo nuevo del Guadiana. Badajoz. Pág. 6.