

# FIBRAS DIETÉTICAS:

beneficios que  
van más allá de la  
salud intestinal

## AUTORAS:

Mtra. Vania Lara Mejía. México

Mtra. Rebeca Leyva Rico. México

Mtra. Liliana Ladino. Colombia

L.N. Daniela Ghiardo Soto. Chile

L.N. María Inés Somoza. Argentina

Dra. Tania Aguilar López. México



Apoyo:



Material diseñado para profesionales de la salud 2022

# ÍNDICE

Prólogo ..... 4

**PARTE 1. ASPECTOS GENERALES DE LA FIBRA, DATOS DE CONSUMO Y FUNCIONES BIEN ESTABLECIDAS**

1. Estado del arte de la fibra y su consumo en Latinoamérica

1.1. Conceptos básicos..... 6

1.2. Clasificación y tipos..... 7

1.3. Efectos fisiológicos y beneficios a la salud

1.4. Beneficios en condiciones patológicas..... 9

1.5. Datos sobre la ingesta de fibra

1.6. Recomendación de ingesta diaria ..... 10

2. Tipos de fibras: ¿cómo influyen en mi salud intestinal?

2.1. Tracto gastrointestinal y sus procesos..... 13

2.2. Efectos de las fibras sobre la salud y función intestinal ..... 14

3. Efecto prebiótico: ¿todas las fibras son iguales?

3.1. Aspectos generales y modulación de la microbiota intestinal ..... 20

3.2. Conceptos y funciones de las fibras prebióticas..... 23

4. Pediatría: beneficios de la fibra

4.1. Alimentación en el crecimiento y desarrollo infantil ..... 28

4.2. Importancia de la fibra en la salud infantil..... 29

4.3. Recomendaciones de ingesta de fibra ..... 30

4.4. Estrategias para incrementar la ingesta de fibra en pediatría ..... 31

**PARTE 2. BENEFICIOS DE LAS FIBRAS EN EL CONTROL METABÓLICO**

5. Fibra dietética: ¿tiene un rol en el control del peso corporal?

5.1. Datos sobre el exceso de peso y su tratamiento a largo plazo ..... 35

5.2. Efectos de las fibras en el control de peso corporal ..... 36

5.3. Uso de suplementos de fibra en el control del peso corporal ..... 37

6. Efecto de la fibra en glucemia posprandial

6.1. Efectos de la fibra en la respuesta glucémica ..... 40

6.2. Mecanismos de acción ..... 41

6.3. Beneficios para la salud ..... 42

6.4. Fibras en prevención y manejo de diabetes tipo 2

6.5. Estrategias nutricionales..... 43



7. Fibras y salud cardiovascular	
7.1. Datos sobre las enfermedades cardiovasculares .....	46
7.2. Rol de la fibra dietética en la prevención de la enfermedad cardiovascular	
7.3. Beneficios en condiciones patológicas .....	48
7.4. Implicaciones para la práctica .....	49
8. Consumo de fibras en las dietas de tendencia	
8.1. Dieta baja en hidratos de carbono .....	54
8.2. Dieta cetógena	
8.3. Dieta paleolítica	
8.4. Dieta libre de gluten .....	55
8.5. Dieta baja en FODMAPs	
8.6. Dieta mediterránea	

**PARTE 3. LOS NUEVOS BENEFICIOS DE LA FIBRA**



9. Fibra y microbiota: ¿cómo educan a nuestro sistema inmunológico?	
9.1. Organización del sistema inmune intestinal .....	59
9.2. Relación entre la microbiota y el sistema inmune .....	60
9.3. Fibras e inmunomodulación .....	61
10. Consumo de fibra dietética: ¿cómo contribuye al envejecimiento saludable?	
10.1. Aspectos fisiológicos del envejecimiento saludable .....	64
10.2. La importancia de las fibras en el envejecimiento .....	66
11. Consumo de fibra dietética: ¿cómo contribuye a nuestra salud ósea?	
11.1. Fibras, microbiota y salud ósea .....	70
11.2. Mecanismos de acción .....	71
11.3. Fibras y salud ósea .....	72
12. La salud de tu intestino es la salud de tu cerebro: eje microbiota-intestino-cerebro	
12.1. Eje microbiota-intestino-cerebro .....	76
12.2. Microbiota en enfermedades psiquiátricas y neurodegenerativas .....	77
12.3. La fibra en el eje microbiota-intestino-cerebro	
12.4. El futuro en el estudio del eje microbiota-intestino-cerebro .....	78
Sobre las autoras .....	82



# Prólogo

Las fibras dietéticas representan sin lugar a duda, un grupo de nutrientes ampliamente reconocidos por su funcionalidad y beneficio al mantenimiento de la salud intestinal. No obstante, su consumo diario se mantiene por debajo de las recomendaciones de ingesta diaria en un alto porcentaje de la población mundial. Y hoy reconocemos que el consumo de este nutrimento tiene un impacto que va mucho más allá que solo la regularidad intestinal, sino que influye directa o indirectamente sobre el microbiota intestinal y el mantenimiento del peso corporal, la glucemia posprandial, la respuesta inmunológica, la prevención de enfermedades metabólicas, la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso la densidad mineral ósea, el neurodesarrollo y el envejecimiento saludable. Y es, por tanto, objetivo de este documento; brindarle al lector información útil y de actualidad acerca del estado del arte de la fibra, su impacto en la salud, la nutrición y la ciencia de los alimentos.

Esperamos que a lo largo de las 3 secciones y los 12 diferentes capítulos, encuentres información novedosa que despierte tu interés por entender más a profundidad este grupo de nutrimentos, y generar una mayor conciencia sobre la importancia de su consumo en diferentes situaciones y etapas de la vida. En ellos, las autoras han preparado de forma breve y concreta información sobre la clasificación de las fibras dietéticas, los prebióticos, datos sobre su ingesta – tanto en población general como en diferentes patrones de dieta –; para luego adentrarnos en su función tanto intrainestinal como sistémica. De tal manera, que al terminar su lectura, seas capaz de distinguir que ni todas las fibras son iguales, ni su beneficio se limita a la salud intestinal; sino que va mucho más allá para el bienestar de nuestro cuerpo y nuestra mente.

M.C. Elisa Gómez Reyes

Instituto de Nutrición y Salud de Kellogg

# PARTE 1

ASPECTOS  
GENERALES DE  
LA FIBRA,  
DATOS DE  
CONSUMO Y  
FUNCIONES  
BIEN  
ESTABLECIDAS

# 1 Estado del arte de la fibra y su consumo en latinoamérica

Mtra. Rebeca Leyva Rico

## CONCEPTOS BÁSICOS

De acuerdo al CODEX Alimentario, la fibra es un nutrimento conformado por polímeros de carbohidratos (CHO) con 10 o más unidades monoméricas (3-9), que no son hidrolizadas por enzimas endógenas en el intestino delgado de los humanos y que pertenecen a alguna de las siguientes categorías:<sup>1</sup>

- Polímeros de carbohidratos comestibles presentes en la comida.
- Polímeros de carbohidratos obtenidos de la comida en crudo por métodos físicos, enzimáticos o químicos.
- Polímeros de carbohidratos sintéticos.

Las últimas dos categorías deben mostrar un beneficio fisiológico para la salud probado con evidencia científica para su inclusión como fibra. Algunas como la pectina o los almidones resistentes se encuentran en la naturaleza y son utilizados para la creación de algunos tipos sintéticos.<sup>1</sup>

Los componentes mayoritarios de la fibra son los hidratos de carbono complejos y la lignina, aunque nuevos productos pueden ser, en el futuro, incluidos en el concepto de fibra.<sup>1</sup> Los carbohidratos que componen la fibra pueden ser oligosacáridos como la rafinosa, estaquiosa, los fructanos y los galactooligosacáridos o bien polisacáridos. Los polisacáridos a su vez, pueden ser almidón resistente, o no amiláceos como la celulosa y los no celulósicos. Los no celulósicos incluyen a la hemicelulosa, los  $\beta$ -glucanos, las gomas y mucílagos; y otros como los galactomananos, alginatos, arabinoxilanos y carragenatos.<sup>2</sup>

Entre las fibras obtenidas por proceso de síntesis a partir de materias primas como el maíz, se encuentra la polidextrosa y la fibra soluble de maíz.<sup>1</sup>



Tabla 1. Clasificación y tipos

Clasificación de acuerdo a su:	TIPOS:	
<b>Solubilidad:</b> capacidad de las fibras de disolverse en agua sin dejar partículas en suspensión. <sup>3</sup>	<b>Insoluble:</b> componentes de la pared celular vegetal como la celulosa, la lignina, algunas pectinas, la hemicelulosa y el almidón resistente. <sup>3</sup>	<b>Soluble:</b> polisacáridos no celulósicos como polidextrosa, fibra soluble de maíz, β-glucanos, gomas, mucílagos, dextrinas de trigo, psyllium, pectina e inulina. Tiene capacidad de formar geles. <sup>3</sup>
<b>Fermentabilidad:</b> capacidad de ser destruida por las bacterias intestinales con la subsecuente formación de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y gases. <sup>3</sup>	<b>Fermentables:</b> gomas, mucílagos, sustancias pécticas y algunas hemicelulosas. En este apartado se incluyen a los almidones resistentes, la inulina, los fructooligosacáridos (FOS) y los galactooligosacáridos (GOS). <sup>3</sup>	<b>Parcialmente fermentables y no fermentable:</b> fibras con la celulosa como componente esencial y la lignina se combina de forma variable, incluye a las hemicelulosas. Escasa o nualmente degradadas por la acción de las bacterias del colon, por este motivo y por su capacidad para retener agua, aumentan la masa fecal. <sup>3</sup>
<b>Viscosidad:</b> asociada con la capacidad de la fibra dietética para absorber agua, lo que da como resultado la formación de una masa gelatinosa. <sup>4</sup>	<b>Viscosas:</b> se relaciona más con las fibras solubles como las pectinas, gomas, psyllium y β-glucanos. <sup>4</sup>	<b>Menor viscosidad:</b> fibras insolubles que generan dispersiones en agua menos viscosas. La viscosidad de una solución de fibra depende de varios factores, incluido el pH. <sup>3</sup>

EFFECTOS FISIOLÓGICOS Y BENEFICIOS A LA SALUD

Los efectos fisiológicos comienzan desde que la fibra se ingiere. Las fibras solubles a nivel estómago retardan la velocidad del vaciamiento gástrico, aumentando distensión gástrica, con un efecto final de aumentar la sensación de saciedad.<sup>5</sup> En el intestino delgado resultan en una disminución en la absorción de glucosa y, en algunos casos, grasa y disminución en la reabsorción de ácidos biliares, apoyando al control de enfermedades como la diabetes mellitus 2 (DM2) y mejorando en algunos casos el perfil lipídico.<sup>6</sup> En el colon proximal aumenta la fermentación

bacteriana, y en el caso de las fibras con efecto prebiótico, se producen ácidos grasos de cadena corta y producción de gases, resultando en la proliferación celular normal y disminución del pH en la luz intestinal.<sup>5</sup>

Algunos de los efectos fisiológicos de la fibra y beneficios que otorga se ilustran en la **Figura 1** y van desde el control de peso y disminución de grasa corporal hasta su participación en procesos de inmunomodulación junto con la microbiota, promoviendo un envejecimiento saludable; contribuyendo a la salud ósea; promoviendo la salud cardiovascular e intestinal; favoreciendo la reducción de la presión arterial;<sup>7</sup> mejorando la saciedad y con efectos antioxidantes.<sup>8</sup>



**Figura 1.** Efectos fisiológicos de la fibra

Las fibras insolubles también aumentan el bolo alimenticio, entre más grande sea éste, hay mayor dilución de carcinógenos como los ácidos biliares secundarios que son promotores de tumores que además serán absorbidos por la fibra disminuyendo la proliferación de células tumorales. Además, habrá un aumento en el volumen de contenidos intestinales con un efecto laxante.<sup>5</sup>



## BENEFICIOS EN CONDICIONES PATOLÓGICAS

Hablando en particular de algunas patologías, las fibras tienen efectos benéficos mejorando su fisiopatología. A continuación, algunos ejemplos:

- Alergias, los oligosacáridos han demostrado modular de manera directa el desarrollo de alergias alimentarias.<sup>6</sup>
- Enfermedad cardiovascular, favorecen su control o previenen a través de la disminución en la absorción de colesterol y lípidos.<sup>9</sup>
- Enfermedades gástricas como en gastritis, favorecen su tratamiento o previenen su aparición pues disminuyen la acidez gástrica disminuyendo reflujo y con esto su capacidad de daño a la mucosa.<sup>10</sup>
- Encefalopatía hepática, se genera una reducción del pH intraluminal con el consecuente aumento de la excreción fecal de amoníaco, situación especialmente benéfica en personas con esta patología.<sup>11</sup>
- Diabetes, la fibra en las comidas favorece la disminución en la absorción de glucosa y ácidos grasos libres mejorando niveles de glucosa e insulina postprandiales.<sup>6</sup>
- Cáncer, la fermentación de las fibras produce butirato, incrementa la expresión de células Treg, las cuales juegan un importante papel en la regulación de células proinflamatorias; se ha encontrado que en los tejidos tumorales las Tregs aumentan como una manera de contrarrestar el desarrollo de cáncer.<sup>12</sup>
- Estreñimiento o constipación intestinal, la ingesta de fibra favorece la cantidad de deposiciones al aumentar el contenido fecal luminal y por su capacidad de retener agua convirtiéndolo en consistencia blanda mejorando su paso a través del intestino, que a su vez genera la disminución de los síntomas como las hemorroides.<sup>13</sup>
- Síndrome de intestino irritable los suplementos de fibra soluble disminuyen el tiempo de tránsito y la presión intracolónica, aliviando la constipación resultando en disminución del dolor.<sup>13</sup>

## DATOS SOBRE LA INGESTA DE FIBRA

De acuerdo análisis sistemático para el *Global Burden of Disease* que indica la proporción de enfermedades específicas atribuidas a cada factor de riesgo dietético, el bajo consumo de fibra es uno de ellos; en Latinoamérica el consumo promedio de fibra por día es inferior a 15 g por patrones alimenticios que se caracterizan por un bajo consumo de frutas,

vegetales, leguminosas, granos y cereales enteros, así como semillas por debajo de la recomendación, todos estos alimentos ricos en fibra.<sup>14</sup> De acuerdo al *National Health and Nutrition Examination Survey* para el caso de Estados Unidos (**Tabla 2**) y la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición para el caso de México, el caso de los niños no es muy diferente a la de los adultos, quienes tienen un consumo deficiente de fibra con una ingesta por debajo de la recomendación.<sup>15</sup>

Tabla 2. Tabla de la ingesta de fibra en niños y adultos por género y edad.<sup>15</sup>

	HOMBRES g/día (Desviación estándar)	MUJERES g/día (Desviación estándar)
2-19 años	14.6 (0.29)	13.6 (0.41)
20 en adelante	18.1 (0.32)	15.2 (0.37)
2 en adelante	17.2 (0.28)	14.9 (0.32)

RECOMENDACIÓN DE INGESTA DIARIA

Las recomendaciones varían de acuerdo a distintos organismos pero se resume en lo siguiente:

- 10 a 14 g de fibra/ 1000 kcal <sup>16</sup>
- 25g a 38 g de fibra / día <sup>17</sup>

Tabla 3. Recomendación de ingesta de fibra niños y adolescentes.<sup>18</sup>

	HOMBRES (g/día)	MUJERES (g/día)
1-3 años	19	
9-13 años	31	26
14-18 años	38	26
18 años en adelante	38	25



## CONCLUSIONES

- La fibra dietética es un nutrimento que comprende una gran cantidad de polímeros de hidratos de carbono complejos y la lignina que contribuye a la buena salud.
- La fibra dietética, de acuerdo con su tipo, tiene diversos efectos benéficos que comienzan desde que se ingieren tanto en condiciones de salud como en algunas enfermedades.
- El promedio de ingesta en la población a nivel mundial no alcanza las recomendaciones de ingesta diaria de fibra.
- Una variedad de elecciones y fuentes de alimentos contribuyen a alcanzar el requerimiento de fibra.

## REFERENCIAS

1. Jones J. CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the 'fiber gap'. Nutrition Journal. 2014;13(1).
2. Mataix Verdú J, Jiménez J, Zarzuelo A. Tratado de nutrición y alimentación. España: Océano; 2009.
3. García Peris P, Velasco Gimeno C.. Evolución en el conocimiento de la fibra. Nutr. Hosp. [Internet]. 2007 Mayo [citado 2022 Abr 04]; 22( Suppl 2 ): 20-25.
4. Deepak Mudgil, in Dietary Fiber for the Prevention of Cardiovascular Disease, 2017
5. Bernaud, Fernanda Sarmento Rolla, and Ticiana C Rodrigues. "Fibra alimentar--ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo" [Dietary fiber--adequate intake and effects on metabolism health]. Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia vol. 57,6 (2013): 397-405.
6. Mézes M, Erdélyi M. Az Antioxidant effect of the fibre content of foods. Orvosi Hetilap. 2018;159(18):709-712.
7. Escudero Álvarez E, González Sánchez P. La fibra dietética. Nutrición Hospitalaria. 2006;21:61-72.
8. Betancur-Ancona D. Dietary Fiber: Sources, Properties and Their Relationship to Health. Nova Science Publishers Incorporated; 2013.
9. Wang Z, Zhong J, Meng X, Gao J, HongLi, Sun J et al. The gut microbiome-immune axis as a target for nutrition-mediated modulation of food allergy. Trends in Food Science & Technology. 2021
10. Morozov S, Isakov V, Konovalova M. Fiber-enriched diet helps to control symptoms and improves esophageal motility in patients with non-erosive gastroesophageal reflux disease. World Journal of Gastroenterology. 2018;24(21):2291-2299.
11. Amodio P, Bemeur C, Butterworth R, Cordoba J, Kato A, Montagnese S et al. The nutritional management of hepatic encephalopathy in patients with cirrhosis: International society for hepatic encephalopathy and nitrogen metabolism consensus. Hepatology. 2013;58(1):325-336.
12. Chen J, Vitetta L. Inflammation-Modulating Effect of Butyrate in the Prevention of Colon Cancer by Dietary Fiber. Clinical Colorectal Cancer. 2018;17(3):e541-e544
13. McRae M. Effectiveness of Fiber Supplementation for Constipation, Weight Loss, and Supporting Gastrointestinal Function: A Narrative Review of Meta-Analyses. Journal of Chiropractic Medicine. 2020;19(1):58-64.
14. GBD 2017 Diet collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis forthe Global Burden of Disease Study 2017 Lancet 2019;393:1958-1972
15. USDA Government Table 1. Nutrient Intakes from Food and Beverages: What We Eat in America, NHANES 2017-March 2020 Prepandemic 2020
16. Marlett JA, McBurney MI, Slavin JL; American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. J Am Diet Assoc. 2002 Jul;102(7):993-1000
17. FAO. 2020. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. Roma.
18. Clemens R, Kranz S, Mobley A, Nicklas T, Raimondi M, Rodriguez J et al. Filling America's Fiber Intake Gap: Summary of a Roundtable to Probe Realistic Solutions with a Focus on Grain-Based Foods. The Journal of Nutrition. 2012;142(7):1390S-1401S.

## 2 Tipos de fibras: ¿cómo influyen en mi salud intestinal?

Mtra. Vania Lara Mejía

### TRACTO GASTROINTESTINAL Y SUS PROCESOS

El tracto gastrointestinal (TGI) está conformado por una serie de órganos unidos en un tubo largo que va desde la boca hasta el ano. Los órganos que comprenden el TGI son: boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ano.<sup>1</sup> En este caso vamos a detallar como es la digestión de los alimentos ricos en fibra a lo largo del TGI. En la boca, los alimentos ricos en fibra suelen tardar más en masticarse, lo que puede aumentar la saciedad sensorial debido al aumento del tiempo de exposición en la cavidad bucal.<sup>2</sup> De igual manera, en el estómago las fibras también contribuyen a la sensación de saciedad, ya que promueve la distensión gástrica y disminuye el vaciamiento gástrico.<sup>2</sup> En el intestino, la fibra, especialmente la de tipo soluble, puede disminuir la velocidad de paso intestinal, conduciendo a una absorción más gradual de los nutrientes y a una sensación prolongada de saciedad.<sup>3</sup> Dicha sensación de saciedad se ha visto relacionada con la liberación de péptidos reguladores del apetito, como la colecistoquinina (CCK), el péptido similar al glucagón-1 (GLP-1) y el polipéptido pancreático (PPY).<sup>1</sup> En el caso de las fibras insolubles, éstas aceleran el tránsito intestinal y promueven la formación y el volumen fecal, lo que contribuye a la prevención del estreñimiento.<sup>3</sup> En el colon, parte del intestino grueso, las fibras alimentarias pueden ser fermentadas por las bacterias de la microbiota intestinal, lo que aumenta la concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como butirato, acetato y propionato.<sup>4</sup> Estos AGCC pueden actuar localmente en el intestino como fuente de energía para los colonocitos y regulando la inflamación del colon,<sup>5</sup> sin embargo, también se pueden distribuir en el organismo a través de la vena porta para realizar varias funciones benéficas como disminuir la presión arterial, incrementar la proliferación de células inmunes y la producción de citocinas antiinflamatorias.<sup>6</sup>

La función intestinal en los estudios y en la práctica clínica se evalúa por medio de 3 factores: 1) consistencia y peso de las heces, 2) frecuencia y



facilidad de evacuación, y 3) sensación de plenitud después de la evacuación.<sup>7</sup> La escala de Bristol es una escala descriptiva y gráfica que clasifica a las heces según su forma y consistencia, ya que estas características pueden aportar una valiosa información a la hora de diagnosticar un cuadro de estreñimiento y valorar los tiempos de tránsito intestinal.<sup>7</sup> La escala está estructurada del 1 al 7 con base en la forma y dureza de las heces, siendo el tipo 1 estreñimiento y el tipo 7 diarrea. La consistencia normal se considera entre el tipo 3 y el tipo 4 (**Figura 1**).<sup>7</sup>

TIPO 1		Pedazos duros separados. Dificil excreción.
TIPO 2		Con forma de salchicha, pero compuesta de fragmentos.
TIPO 3		Con forma de salchicha, pero con grietas en la superficie.
TIPO 4		Con forma de salchicha, pero lisa y suave.
TIPO 5		Trozos pastosos con borden bien definidos.
TIPO 6		Pedazos blandos y esponjosos con bordes irregulares.
TIPO 7		Acuosa, sin pedazos sólidos, totalmente líquida.

**Figura 1.** Escala de Bristol de Consistencia de Heces.

Adaptada de Martínez AP, Azevedo GR. Bristol Stool Form Scale. Rev Lat Am Enfermagem [Internet]. 2012;20(3):583–9. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/rlae/a/vDBpwytkNhBsLbzyYkPygFq/?lang=es>

## EFFECTOS DE LAS FIBRAS SOBRE LA SALUD Y FUNCIÓN INTESTINAL

Recientemente se han descrito diversos factores que pueden llegar a modificar el funcionamiento intestinal, tales como: actividad física, medicamentos (ej., antibióticos, antiinflamatorios e inhibidores de la bomba de protones) y ciertas enfermedades (ej., enfermedad inflamatoria intestinal, intolerancias alimentarias, entre otras).<sup>8</sup> No obstante, la dieta es uno de los principales factores, siendo el agua, las grasas, los probióticos y las fibras los componentes más estudiados.<sup>8</sup> La acción mecánica de las fibras solubles e insolubles, como la estimulación de los movimientos peristálticos en el intestino, la aceleración del tránsito intestinal, y el ablandamiento y aumento del volumen de las heces, son los principales mecanismos que se han relacionado con la modulación del funcionamiento intestinal.<sup>9</sup>



Timm y colaboradores evaluaron los efectos de la Fibra Soluble de Maíz (FSM) y la Polidextrosa (PDX) en la función intestinal. Un total de 36 participantes ingirieron 20 gramos de FSM o PDX al día por medio de un muffin o cereal durante 10 días, se compararon resultados de producción y consistencia de las heces entre los dos grupos de tratamiento y el grupo control -LFC- (bajo en fibra). Los resultados mostraron que el peso húmedo fecal fue mayor después de los tratamientos con FSM y PDX que con el tratamiento control, resultado benéfico al considerar que pesos fecales mayores a 150 gramos/día se han relacionado con una disminución en la incidencia de cáncer de colon. Asimismo, el número de deposiciones por día y la producción fecal diaria también fueron significativamente mayores durante la intervención con PDX en comparación con el grupo control (**Tabla 1**). Debido a que un aumento en el peso de las heces es aceptado como un biomarcador de mejor laxación, estos resultados demuestran que ambos tipos de fibras pueden llegar a mejorar la salud intestinal cuando se agregan a los alimentos y bebidas.<sup>9</sup>

Tabla 1. Tiempo de tránsito intestinal completo, producción de heces, pH fecal y consistencia de las heces de hombres y mujeres<sup>9</sup>

	LFC	PDX	SCF
Tiempo de tránsito intestinal completo, h	52 ± 22	50 ± 23	56 ± 24
Peso húmedo fecal 5-d, g	623 ± 342 <sup>b</sup>	830 ± 443 <sup>a</sup>	785 ± 364 <sup>a</sup>
Heces en colección 5-d, n	4.4 ± 2.1 <sup>b</sup>	5.5 ± 2.3 <sup>a</sup>	5.3 ± 2.1 <sup>a</sup>
Peso húmedo fecal, g/heces	150 ± 59	163 ± 73	155 ± 66
Peso húmedo de heces, g/d	125 ± 68 <sup>b</sup>	166 ± 89 <sup>a</sup>	157 ± 73 <sup>ab</sup>
Aumento del peso fecal por encima del período de control <sup>2</sup> , g/g de fibra suplementada	6.55 ± 0.36 <sup>a</sup>	2.07	1.62
pH fecal		6.37 ± 0.39 <sup>b</sup>	6.41 ± 0.50 <sup>ab</sup>
Consistencia de las heces <sup>3</sup>	3.86 ± 1.38 <sup>b</sup>	4.64 ± 1.31 <sup>a</sup>	3.89 ± 1.47 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Los valores son la media + DS, n = 36. Las medias etiquetadas en cada fila sin una letra común difieren, P < 0,05. LFC, bajo en fibra; PDX, polidextrosa; FSM, fibra de maíz soluble.

<sup>2</sup> El peso fecal medio durante el período LFC se restó del peso durante los períodos de tratamiento PDX y FSM dividido por la cantidad de fibra suplementaria consumida durante el período de recolección de 5 días.

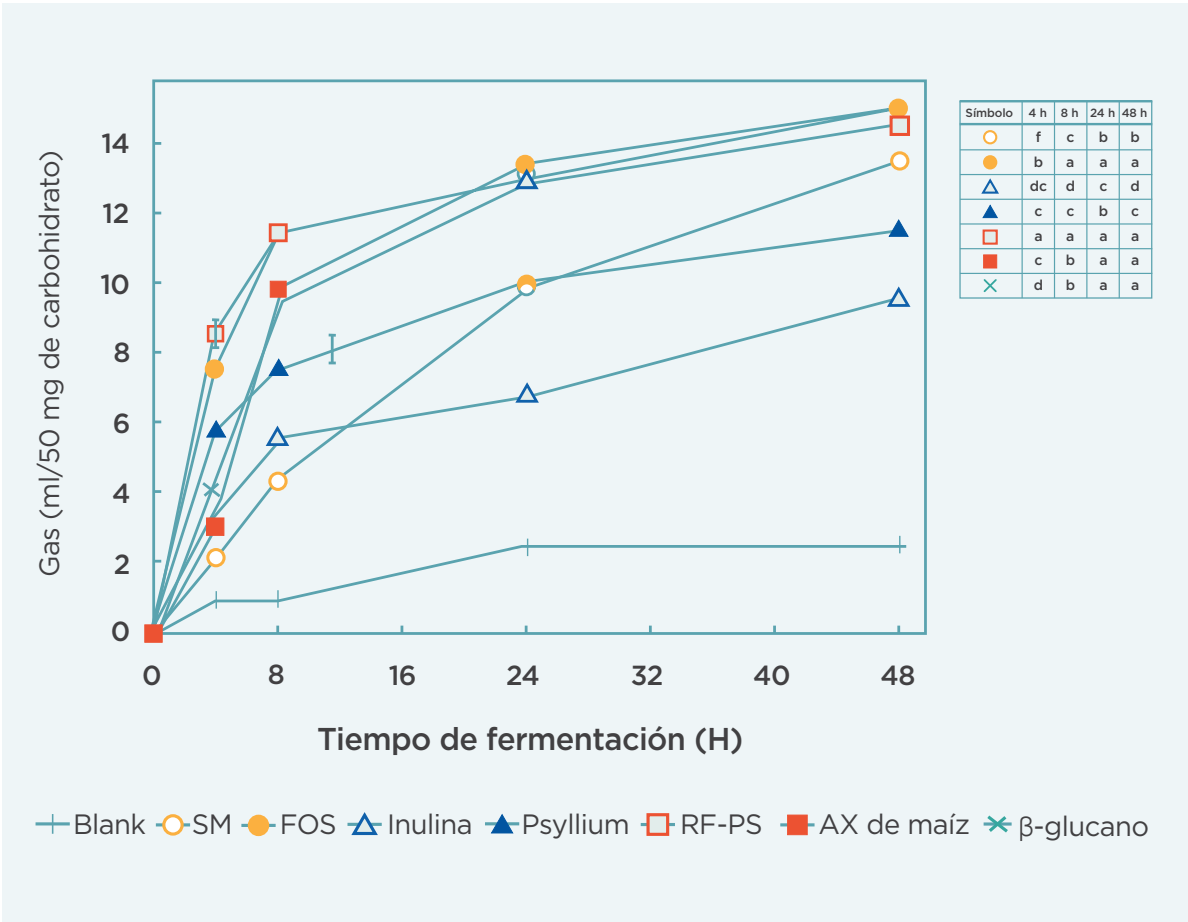
<sup>3</sup> Los valores se clasifican en la tabla de consistencia de heces de Bristol, donde 1 = grumos duros separados y 7 = completamente líquido.

Adaptada de Timm DA, Thomas W, Boileau TW, Williamson-Hughes PS, Slavin JL. Polydextrose and soluble corn fiber increase five-day fecal wet weight in healthy men and women. J Nutr. 2013;143(4):473–8.

En cuanto a la fibra de salvado de trigo, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) publicó un documento sobre la opinión científica de este tipo de fibra y su relación con el tiempo del tránsito intestinal.<sup>10</sup> Con base en 14 estudios concluyeron que una dosis entre 4-27 gramos/día puede incrementar la velocidad de tránsito intestinal, disminuyendo el riesgo de estreñimiento y diverticulosis. Aclarando que una cantidad menor de 10 g/día dio lugar a resultados inconsistentes.<sup>10</sup> Por los beneficios mostrados anteriormente muchas personas se preocupan por consumir la cantidad adecuada de fibra, pero también por los posibles síntomas gastrointestinales (inflamación, ruidos intestinales, estreñimiento, diarrea, flatulencias, entre otros) que se pueden llegar a presentar tras su consumo. Sin embargo, es importante mencionar que en general las fibras dietéticas son bien toleradas, los efectos se suelen observar al inicio de la introducción, pero tienden a desaparecer a medida que el intestino se adapta a la ingesta de éstas. Es importante aclarar, que estos síntomas gastrointestinales no siempre se observan, ya que sólo suelen presentarse en personas con mayor sensibilidad.

Las características fisicoquímicas de las fibras son los principales factores que afectan su tolerancia gastrointestinal. Por ejemplo, las moléculas pequeñas (ej., fructooligosacáridos e inulina) son fermentadas más rápido por las bacterias y ocasionan una mayor producción de lactato y gases (ej., hidrógeno), lo cual está relacionado con un mayor número de efectos secundarios gastrointestinales. Por otro lado, moléculas más grandes (ej., FSM y  $\beta$ -glucanos) son fermentadas más lento, convirtiendo el lactato en butirato y ocasionando una menor presencia de efectos secundarios indeseables.<sup>11</sup> Aunado a la velocidad de fermentación, el sitio de fermentación también puede llegar a influir. Las fibras de fermentación rápida a menudo se fermentan completamente en el colon proximal, limitando el aporte de efectos benéficos por la fermentación en el colon distal y aumentando el riesgo de efectos secundarios. Por lo tanto, las fibras que se fermentan más lento, usualmente se fermentan a lo largo del colon, disminuyendo el riesgo de efectos secundarios y ayudando a la función intestinal.<sup>11</sup>

En un estudio donde analizaron varios tipos de fibras presentes en los granos de cereales, se observó que los  $\beta$ -glucanos tuvieron una fermentación lenta, ocasionando una producción relativamente baja de gas, lo que sugiere un posible efecto benéfico en la reducción de la distensión abdominal, flatulencias y/o diarrea (**Figura 2**).<sup>12</sup>



**Figura 2.** Gas producido durante la fermentación fecal in vitro utilizando la microbiota fecal humana<sup>12</sup>

SM = Microesferas envueltas en almidón (sin cocer); FOS = Fructo-oligosacáridos de cadena corta; Inulina = Inulina de cadena larga; RF-PS = Fracción resistente de la fécula de papa cocida; AX de maíz = Arabinoxilanos de salvado de maíz;  $\beta$ -glucano =  $\beta$ -glucano de cadena larga.

Adaptada de Timm DA, Thomas W, Boileau TW, Williamson-Hughes PS, Slavin JL. Polydextrose and soluble corn fiber increase five-day fecal wet weight in healthy men and women. J Nutr. 2013;143(4):473–8.



## CONCLUSIONES

- El intestino realiza importantes funciones relacionadas con la salud global del individuo, por lo tanto, debe ser considerado dentro de las estrategias de intervención nutricional para promover la salud y reducir el riesgo de enfermedades.
- Las fibras dietéticas son uno de los principales nutrientes que se utilizan para promover la salud intestinal.
- Las fibras insolubles (ej., lignina, celulosa, almidón resistente, etc.) aceleran el tránsito intestinal, ayudan a la formación y aumento del volumen fecal, y previenen el estreñimiento.
- Las fibras solubles (ej., pectinas, gomas, mucílagos, algunas hemicelulosas, oligosacáridos, polioles, etc.) poseen una capacidad significativa para retener agua y formar soluciones viscosas (geles), retrasando en el vaciamiento gástrico y aumentando la saciedad.
- Las fibras prebióticas (ej., fibra soluble de maíz,  $\beta$ -glucano, inulina, fructo-oligosacáridos, etc.) promueven la producción de AGCC e intervienen positivamente en la modulación de la microbiota.
- El consumo medio de fibra sigue siendo bajo con base en las cantidades recomendadas. Por esta razón, una posible forma de aumentar su consumo es por medio de la incorporación de alimentos ricos en fibra (verduras, frutas, cereales integrales, leguminosas, nueces y semillas), o bien alimentos y bebidas enriquecidos con fibra.

## REFERENCIAS

1. Wanders AJ, van den Borne JJGC, de Graaf C, Hulshof T, Jonathan MC, Kristensen M, et al. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: A systematic review of randomized controlled trials. *Obes Rev*. 2011;12(9):724–39.
2. Zijlstra N, De Wijk RA, Mars M, Stafleu A, De Graaf C. Effect of bite size and oral processing time of a semisolid food on satiation. *Am J Clin Nutr*. 2009;90(2):269–75.
3. Dikeman CL, Fahey GC. Viscosity as related to dietary fiber: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2006;46(8):649–63.
4. Sleeth ML, Thompson EL, Ford HE, Zac-Varghese SEK, Frost G. Free fatty acid receptor 2 and nutrient sensing: A proposed role for fibre, fermentable carbohydrates and short-chain fatty acids in appetite regulation. *Nutr Res Rev*. 2010;23(1):135–45.
5. Rooks MG, Garrett WS. Gut microbiota, metabolites and host immunity. *Nat Rev Immunol*. 2017;16(6):341–52.
6. Marques FZ, Jama HA, Tsyganov K, Gill PA, Rhys-Jones D, Muralitharan RR, et al. Guidelines for transparency on gut microbiome studies in essential and experimental hypertension. *Hypertension*. 2019;74(6):1279–93.
7. Martinez AP, Azevedo GR de. Traducción, adaptación cultural y validación de la “Bristol Stool Form Scale.” *Rev Lat Am Enfermagem* [Internet]. 2012;20(3):583–9. Available from: <http://www.scielo.br/j/rlae/a/vDBpwytkNhBsLbzyYkPygFq/?lang=es>
8. Bibbò S, Ianiro G, Giorgio V, Scaldaferri F, Masucci L, Gasbarrini A, et al. The role of diet on gut microbiota composition. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2016;20(22):4742–9.
9. Timm DA, Thomas W, Boileau TW, Williamson-Hughes PS, Slavin JL. Polydextrose and soluble corn fiber increase five-day fecal wet weight in healthy men and women. *J Nutr*. 2013;143(4):473–8.
10. Authority uropean FS. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to wheat bran fibre and increase in faecal bulk (ID 3066), reduction in intestinal transit time (ID 828, 839, 3067, 4699) and contribution to the maintenance or achievement of a normal body. *EFSA J*. 2010;8(10).
11. Maathuis A, Venema K, Hoffman A, Evans A, Sanders L. The effect of the undigested fraction of maize products on the activity and composition of the microbiota determined in a dynamic in vitro model of the human proximal large intestine. *J Am Coll Nutr*. 2009;28(6):657–66.
12. Kaur A, Rose DJ, Rumpagaporn P, Patterson JA, Hamaker BR. In Vitro Batch Fecal Fermentation Comparison of Gas and Short-Chain Fatty Acid Production Using “Slowly Fermentable” Dietary Fibers. *J Food Sci*. 2011;76(5):137–42.

# 3 Efecto prebiótico: ¿todas las fibras son iguales?

Mtra. Vania Lara Mejía

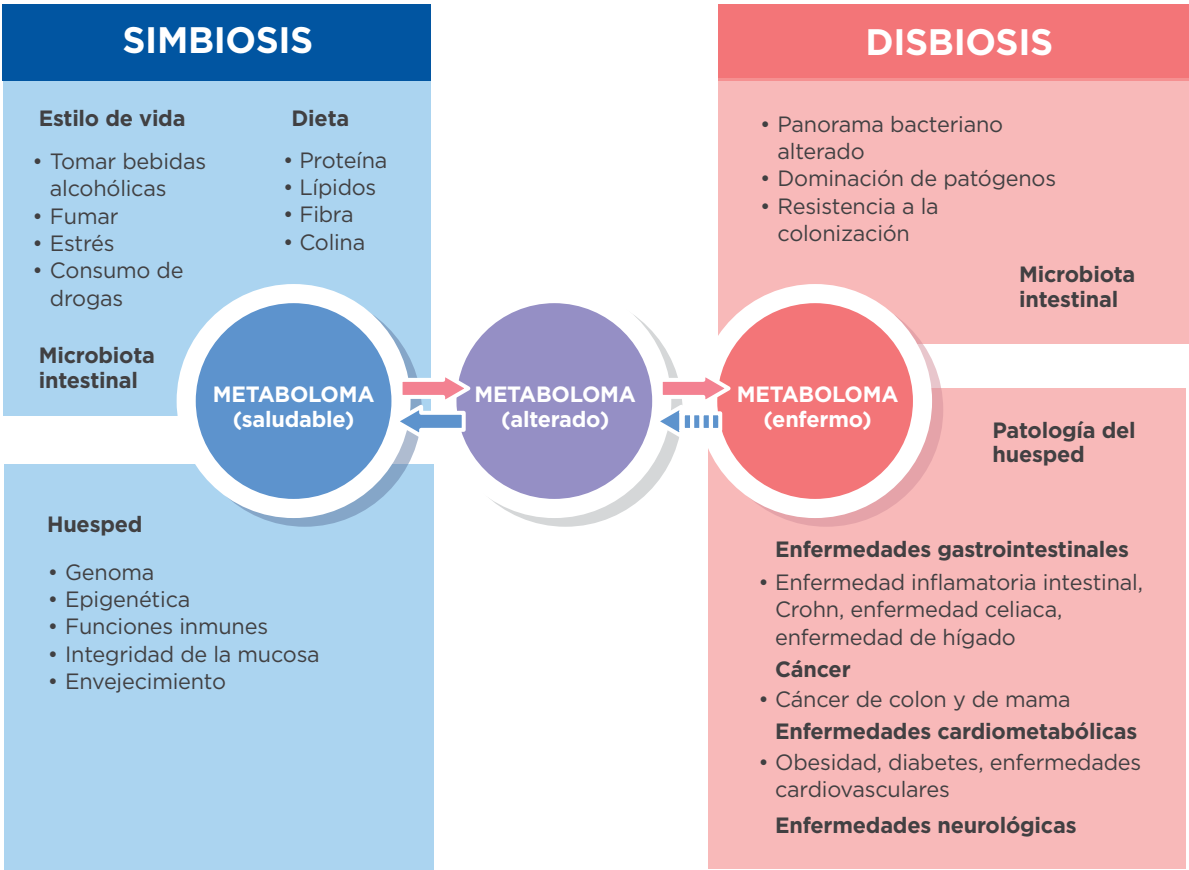
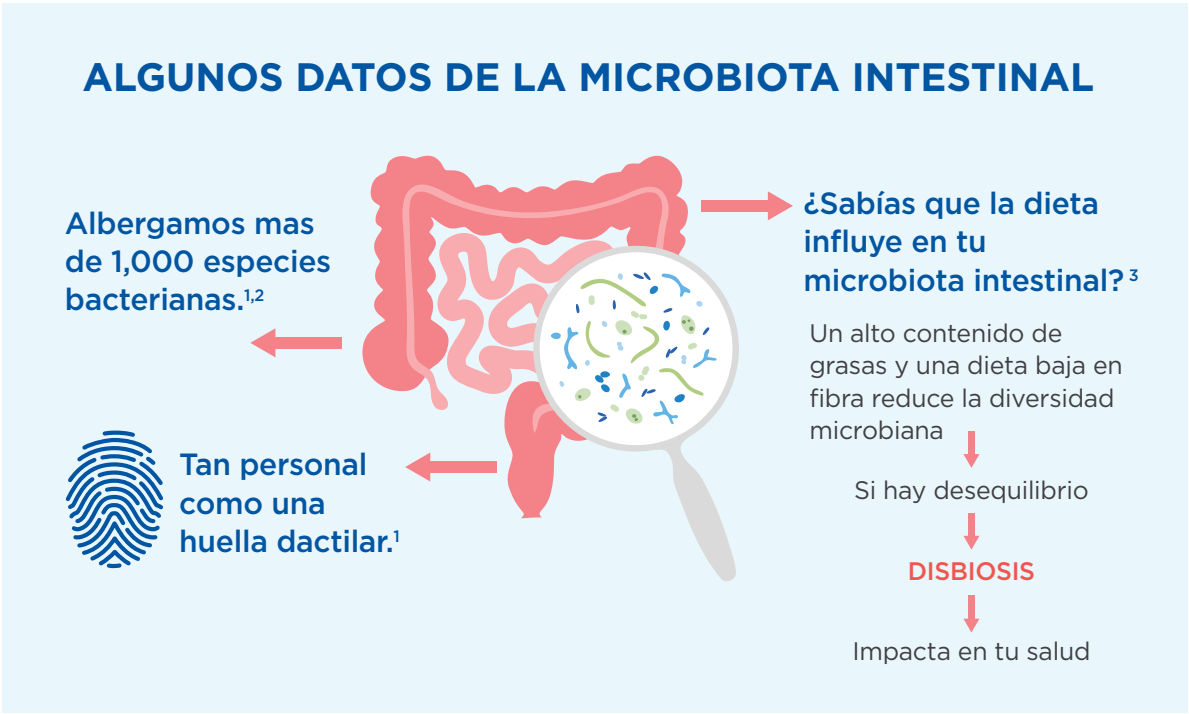
## ASPECTOS GENERALES Y MODULACIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL



El intestino se ha considerado durante mucho tiempo como un órgano que básicamente absorbe nutrientes, sin embargo, esta percepción ha ido cambiando conforme el tiempo. Además de la barrera protectora física (formada por la capa de moco y las células intestinales), también la flora que reside en el intestino juega un papel importante en la defensa inmunológica, a la cual se le conoce como microbiota intestinal.<sup>1</sup> La microbiota intestinal es un conjunto complejo y dinámico de microorganismos que habitan de forma natural en nuestro organismo, compuesta por bacterias, virus, hongos, entre otros microorganismos.<sup>1</sup> Ésta microbiota intestinal es tan personal como una huella dactilar, sin embargo, comparte una amplia gama de funciones en todos los seres humanos para ayudar a digerir y absorber nutrientes, excluir patógenos y entrenar al sistema inmunológico.<sup>1</sup> Aunque la microbiota intestinal es relativamente estable durante toda la vida, existen factores (ej., dieta, medicamentos, actividad física, enfermedades, entre otros) capaces de modificarla, por esta razón, cada individuo tiene un perfil único de microorganismos.<sup>2</sup> Al desequilibrio de la composición o de las funciones de la microbiota en un grado que excede sus habilidades de resistencia se le conoce como “disbiosis”. Dicho fenómeno se ha observado en el transcurso de varias enfermedades (ej., obesidad, diabetes mellitus, cáncer, entre otras), sin embargo, muy pocos estudios han demostrado el vínculo causal (**Figura 1**).<sup>2,3,4</sup>



## ALGUNOS DATOS DE LA MICROBIOTA INTESTINAL



**Figura 1.** El impacto de la microbiota intestinal en simbiosis y disbiosis. Adaptada de Chen MX, Wang SY, Kuo CH, Tsai IL. Metabolome analysis for investigating host-gut microbiota interactions. J Formos Med Assoc. 2019 Mar 1;118:S10–22.

Como podemos observar en la **Tabla 1**, algunos pacientes con enfermedades específicas tienen características comunes en la microbiota conocidas como perfiles.<sup>3</sup> En el futuro, es posible que el conocimiento de estos perfiles oriente el tratamiento e incluso sea un biomarcador de dichas enfermedades.<sup>3</sup>

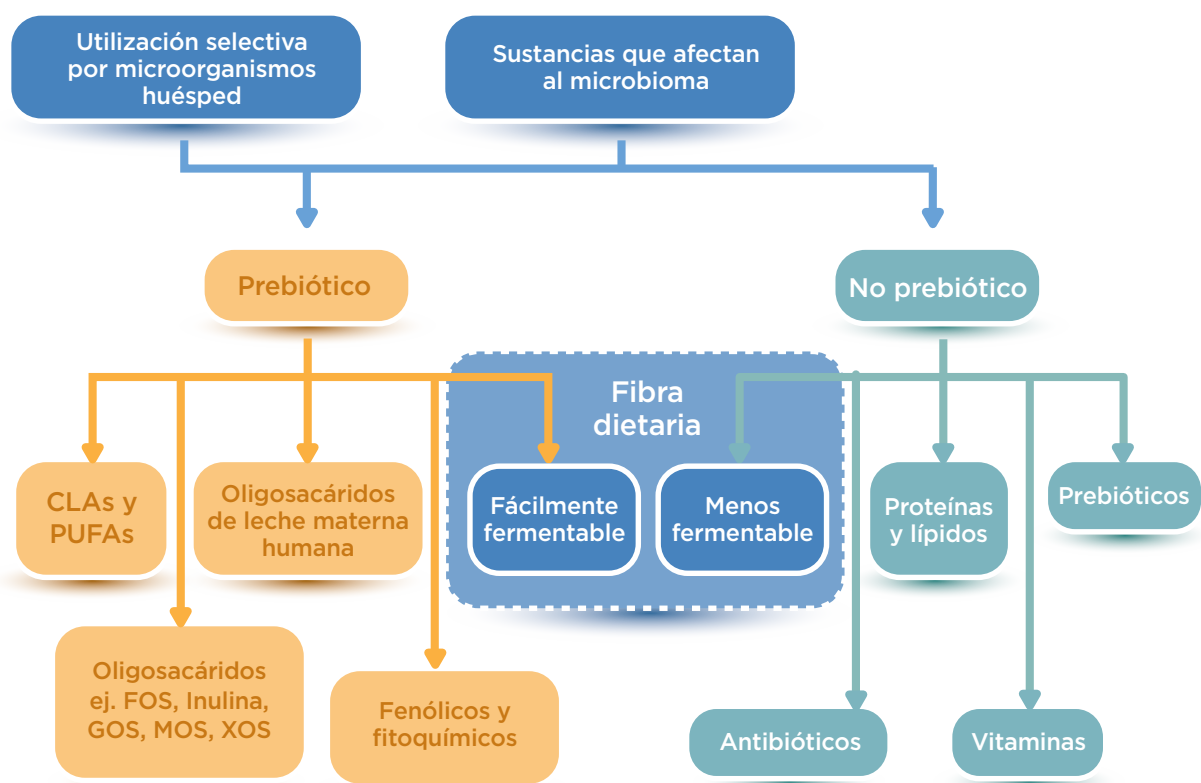
Tabla 1. Disbiosis de la microbiota intestinal humano y su impacto en la salud humana. Adaptada de DAS B, Nair GB. Homeostasis and dysbiosis of the gut microbiome in health and disease. J Biosci. 2019;44(5):1-8.

Enfermedad	Firmas de microbioma	Referencias
Obesidad	Aumento de la abundancia de <i>Firmicutes</i> Disminución de la abundancia de <i>Bacteroidetes</i>	Turnbaugh et al. (2006)
Desnutrición	Aumento de la abundancia de proteobacteria Disminución de la abundancia de <i>Firmicutes</i>	Ghosh et al. (2014)
Enfermedad inflamatoria intestinal	Agotamiento de <i>Firmicutes</i> y <i>Bacteroidetes</i> y aumento de <i>Enterobacterias</i> en el microbioma intestinal	Maloy y Powrie (2011)
Carcinoma colorrecta	Disminución de la abundancia de <i>Clostridia</i> Mayor abundancia de <i>Fusobacterium</i> y <i>Porfiromonas</i>	Ahn et al. (2012)
Enfermedad del hígado graso no alcohólico	Mayor abundancia de <i>Escherichia</i> , <i>Anaerobacter</i> y <i>Lactobacillus</i> Disminución de la abundancia de <i>Alistipes</i> y <i>Flavonifactor</i>	Jiang et al. (2015)
Cirrosis hepática	Aumento de la abundancia de <i>Streptococo anginosus</i> , <i>Veillonella atípica</i> y <i>Clostridium perfringens</i>	Acharya y Bajaj (2018)
Diabetes tipo 1	Aumenta la abundancia de <i>Bacteroides ovatus</i>	Giongo et al. (2011)
Diabetes tipo 2	Mayor abundancia de <i>Clostridium clostridioforme</i> Disminución de la abundancia de <i>Rosaburia_272</i>	Karlsson et al. (2013)
Alergia	Abundancia reducida/ausencia de <i>Helicobacter pylori</i>	Arnold et al. (2011)
Ateroesclerosis	Aumento de la abundancia de <i>Collinsella</i> Disminución de la abundancia de <i>Eubacterium</i> , <i>Roseburia</i> y <i>Bacteroides</i>	Karlsson et al. (2013)
Alzheimer	Aumento de la abundancia de <i>Bacteroidetes</i> Disminución de la abundancia de <i>Firmicutes</i> y <i>Actinobacteria</i>	Vogt et al. (2017)
Enfermedad renal crónica	Mayor abundancia de <i>Clostridium perfringens</i> Disminución de la abundancia de <i>Bifidobacterias</i>	Vaziri et al. (2013)
Enfermedad cardiovascular	Mayor abundancia de <i>Firmicutes</i> Disminución de la abundancia de <i>Bacteroidetes</i>	Cho et al. (2017)



## CONCEPTOS Y FUNCIONES DE LAS FIBRAS PREBIÓTICAS

Todos los tipos de fibras son una fuente de energía para las bacterias localizadas en el tracto gastrointestinal del ser humano, no obstante, hay fibras que por su estructura son utilizadas selectivamente por la microbiota intestinal del huésped confiriendo un beneficio para la salud, a las cuales se les conoce como “fibras prebióticas”.<sup>5</sup> Es importante tomar en cuenta que no todos los prebióticos son fibras y no todas las fibras son prebióticas. Los prebióticos deben ser utilizados de forma selectiva, no deben ser degradados por las enzimas, y deben de contar con evidencia científica sobre sus beneficios para la salud del huésped objetivo.<sup>5</sup> Los principales efectos de las fibras prebióticas son la modulación de la microbiota intestinal, la producción de sustancias benéficas como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y también la preservación de la barrera intestinal. Algunos ejemplos de fibras prebióticas son: fibra soluble de maíz (maltodextrina resistente y almidón de maíz resistente), pectina,  $\beta$ -glucanos, inulina, fructooligosacáridos, entre otras (**Figura 2**). Los cuales están presentes en varios alimentos como: ajo, plátano, alcachofa, tomate, cebada, jícama, trigo, y también en alimentos enriquecidos con fibra.



CLA: Ácido linoleico conjugado; PUFA: Ácido graso poliinsaturado; FOS: Fructo-oligosacáridos; GOS: Galacto-oligosacáridos; MOS: Manano-oligosacáridos; XOS: Xilooligosacáridos.

**Figura 2.** Cómo distinguir un prebiótico con base en la definición propuesta de Gibson y colaboradores. Adaptado de Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. Nat Rev Gastroenterol Hepatol [Internet]. 2017;14(8):491-502.

Cada vez existen más pruebas sobre la interacción entre la microbiota intestinal, la dieta y la salud. Gracias a esta evidencia, se ha podido concluir que la disbiosis intestinal está relacionada, la mayoría de las veces, con los hábitos alimenticios de los seres humanos.<sup>6,7</sup> Una dieta rica en fibra, frutas y verduras y pobre en grasas saturadas (ej., dieta mediterránea), contribuye al mantenimiento de una microbiota intestinal sana debido a una mayor diversidad de microorganismos beneficiosos (ej., *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*) y a funciones como la producción de AGCC.<sup>8</sup> Estos AGCC, producidos por las bacterias intestinales, mejoran la producción de moco y de péptidos antimicrobianos que ayudan a mantener un sistema inmunitario funcional.<sup>9</sup>

Sin embargo, dichos procesos biológicos se ven alterados cuando la dieta se orienta hacia un estilo de vida occidental (alto contenido de grasas y azúcares, y bajo contenido de fibra), ya que promueve la disbiosis intestinal y una alteración en la función del intestino al reducir su capacidad para producir AGCC.<sup>10</sup> La microbiota intestinal alterada puede llegar a ocasionar un grave deterioro de la capa mucosa y, por ende, incrementar la susceptibilidad a infecciones y enfermedades inflamatorias crónicas.<sup>11</sup>

Los  $\beta$ -glucanos han sido una de las fibras estudiadas por su efecto prebiótico, debido a su capacidad de promover el crecimiento de microorganismos como las *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*.<sup>12</sup> Dicho tipo de fibra se encuentra presente en la avena o en el salvado de trigo. Un ensayo clínico realizado en 52 adultos sanos de 39 a 70 años mostró que el consumo de 0.75 g de  $\beta$ -glucanos durante 30 días tuvo un fuerte efecto bifidogénico después de 2 y 4 semanas de consumo, con un efecto extendido hasta los 45 días.<sup>12</sup> Estas diferencias fueron mayores en los sujetos de más de 50 años, siendo su consumo muy bien tolerado. Otro efecto positivo observado fue la reducción de bacterias patógenas como *Clostridium Perfringens*, microorganismos capaces de producir una enfermedad infecciosa en el ser humano.<sup>12</sup> Asimismo, otro tipo de fibra que también comparte el efecto de incrementar significativamente la cantidad de microorganismos promotores de buena salud como *Bifidobacterias* y *Lactobacilos*, son los arabinoxilanos;<sup>12</sup> forman la mayor parte de los componentes en los subproductos del procesamiento de los granos de cereal como el salvado de maíz, salvado de trigo, fibra de arroz, entre otros.<sup>13</sup>





## CONCLUSIONES

- La microbiota intestinal se caracteriza por una variabilidad interindividual debida a factores genéticos y ambientales.
- Entre los ambientales, los hábitos dietéticos desempeñan un papel clave en la modulación de la composición de la microbiota intestinal.
- Existen grandes diferencias entre la microbiota intestinal de las personas con un patrón de dieta occidental y con una dieta rica en fibras, especialmente fibras prebióticas.
- Los prebióticos no son las únicas sustancias que pueden afectar a la microbiota, por esta razón, el criterio de utilización selectiva por los microorganismos del huésped confiriendo un beneficio para la salud, distingue a los prebióticos de muchas de estas otras sustancias.



## REFERENCIAS

1. Cresci Gail A. The Gut Microbiome: What we do and don't know. *Nutr Clin Pr*. 2015;30(6):734-46.
2. Moron R, Galvez J, Colmenero M, Anderson P, Cabeza J, Rodriguez-Cabezas ME. The importance of the microbiome in critically ill patients: Role of nutrition. *Nutrients*. 2019;11(12):1-17.
3. DAS B, Nair GB. Homeostasis and dysbiosis of the gut microbiome in health and disease. *J Biosci*. 2019;44(5):1-8.
4. USDA Government Table 1. Nutrient Intakes from Food and Beverages: What We Eat in America, NHANES 2017-March 2020 Prepandemic 2020
5. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet]. 2017;14(8):491-502. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
6. Wu GD, Chen J, Hoffmann C, Bittinger K, Chen YY, Keilbaugh SA, et al. Linking long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. *Science* (80- ). 2011;334(6052):105-8.
7. Muegge BD, Kuczynski J, Knights D, Clemente JC, González A, Fontana L, et al. Diet drives convergence in gut microbiome functions across mammalian phylogeny and within humans. *Science* (80- ). 2011;332(6032):970-4.
8. Makki K, Deehan EC, Walter J, Bäckhed F. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host Microbe*. 2018;23(6):705-15.
9. McRorie JW, McKeown NM. Understanding the Physics of Functional Fibers in the Gastrointestinal Tract: An Evidence-Based Approach to Resolving Enduring Misconceptions about Insoluble and Soluble Fiber. *J Acad Nutr Diet* [Internet]. 2017;117(2):251-64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.021>
10. Duncan SH, Belenguer A, Holtrop G, Johnstone AM, Flint HJ, Lobley GE. Reduced dietary intake of carbohydrates by obese subjects results in decreased concentrations of butyrate and butyrate-producing bacteria in feces. *Appl Environ Microbiol*. 2007;73(4):1073-8.
11. Zou J, Chassaing B, Singh V, Pellizzon M, Ricci M, Fythe MD, et al. Fiber-Mediated Nourishment of Gut Microbiota Protects against Diet-Induced Obesity by Restoring IL-22-Mediated Colonic Health. *Cell Host Microbe* [Internet]. 2018;23(1):41-53.e4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2017.11.003>
12. Mitsou EK, Panopoulou N, Turunen K, Spiliotis V, Kyriacou A. Prebiotic potential of barley derived  $\beta$ -glucan at low intake levels: A randomised, double-blinded, placebo-controlled clinical study. *Food Res Int* [Internet]. 2010;43(4):1086-92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.01.020>
13. Sanchez JI, Marzorati M, Grootaert C, Baran M, Van Craeyveld V, Courtin CM, et al. Arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) affect the protein/carbohydrate fermentation balance and microbial population dynamics of the Simulator of Human Intestinal Microbial Ecosystem. *Microb Biotechnol*. 2009;2(1):101-13.

# 4 **Pediatría: beneficios de la fibra**

Dra. Liliana Ladino

A través del impacto de la fibra dietética en la composición y función de la microbiota intestinal, se influye en la salud humana en general. La microbiota intestinal por su parte, condiciona la absorción de nutrientes específicos clave para el crecimiento y desarrollo infantil. Por ello, al incluir alimentos ricos en fibras dietéticas diariamente, al igual que alimentos fortificados en la dieta habitual, se logra alcanzar la ingesta diaria recomendada de fibra en niños y así, promover una microbiota intestinal saludable. Por su parte, la educación nutricional es vital para lograr cambios conductuales en niños con ingestas deficientes de fibra.

## **ALIMENTACIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO INFANTIL**

Cuando un niño se alimenta bien, crece de forma adecuada. Por ello, la evaluación del crecimiento permite en cierta medida, evaluar su alimentación, y por ende, si la nutrición del niño es la adecuada. Sin embargo, no todos los niños crecen igual, y por ello, la mejor forma de evaluar el crecimiento de un niño es compararlo con la evolución de su propio crecimiento durante el tiempo. Ejemplo de ello es que, al evaluar el coeficiente de correlación de la talla de un niño a determinada edad con la talla en la edad adulta, después de la adolescencia, cuando el coeficiente de correlación alcanza a ser 1.0 a los 17 años de edad, la edad con el mayor coeficiente de correlación de 0.8 es a los 4 años de edad<sup>1</sup>, edad que, a su vez, coincide con el establecimiento de la microbiota intestinal.<sup>2</sup> Por su parte, cuando un niño que crece bien se desarrolla de forma adecuada, y a su vez, de la misma forma que el crecimiento tiene su primer pico en la primera infancia, mucho del desarrollo sináptico como ver, escuchar, el lenguaje, habla, y funciones cognitivas, tienen su pico en los primeros 3 años de edad.<sup>3</sup>

Dentro de los factores que impactan de manera positiva o negativa en el crecimiento y desarrollo del niño, se encuentran los factores intrínsecos como la herencia genética, hormonas y enfermedades; y dentro de los

factores extrínsecos los aspectos socioeconómicos, aspectos étnicos, ambiente, tendencia secular, actividad física y, los aspectos nutricionales<sup>4</sup> que le conciernen principalmente a esta revisión ya que se encuentra inmersa la fibra dietética.

## IMPORTANCIA DE LA FIBRA EN LA SALUD INFANTIL

Para reconocer la importancia de las fibras dietéticas en la salud infantil es importante entender que estas fibras van a alimentar la microbiota intestinal<sup>5</sup> y ésta a su vez, va a influir en la salud infantil y la salud infantil define en gran medida en la salud en edades posteriores. Cuando se dice que las fibras dietéticas alimentan la microbiota intestinal es porque realmente los microorganismos que componen la microbiota intestinal degradan esas fibras y la fermentan, produciendo compuestos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), con efectos en diferentes sistemas del organismo. Sin embargo, la utilización de las fibras dietéticas depende de varios factores y de sus características fisicoquímicas. Por ejemplo, la clase de fibra dietética influye sobre la composición de la microbiota intestinal debido a que no todas las especies tienen la misma capacidad de producir enzimas necesarias para su degradación.<sup>6</sup>

Con el asentamiento de las preferencias alimentarias del niño desde el periodo in útero, subsecuentemente durante la alimentación complementaria y su incorporación a la dieta familiar hacia los 2 años de edad, viene la adquisición de hábitos alimentarios, y con ello, posteriormente, el establecimiento de la microbiota intestinal hacia los 3 a 4 años de edad.<sup>7</sup> Este establecimiento de la microbiota es crucial porque se relaciona con la misma a la edad adulta. Por tanto, los efectos que la microbiota intestinal tiene sobre los diferentes sistemas del organismo, se relacionan en parte, por cómo se estableció esa microbiota en la primera infancia, y he aquí donde radica la mayor importancia de la fibra dietética en la salud infantil y por ende en la edad adulta.

Dentro de los sistemas sobre los cuales la microbiota ejerce efectos benéficos y preventivos, se destacan el eje microbiota intestino cerebro, el eje prebiótico intestino hueso, el sistema inmunológico y la prevención de diversas enfermedades (**Figura 1**).

# LAS FIBRAS PREBIÓTICAS MODULAN LA MICROBIOTA

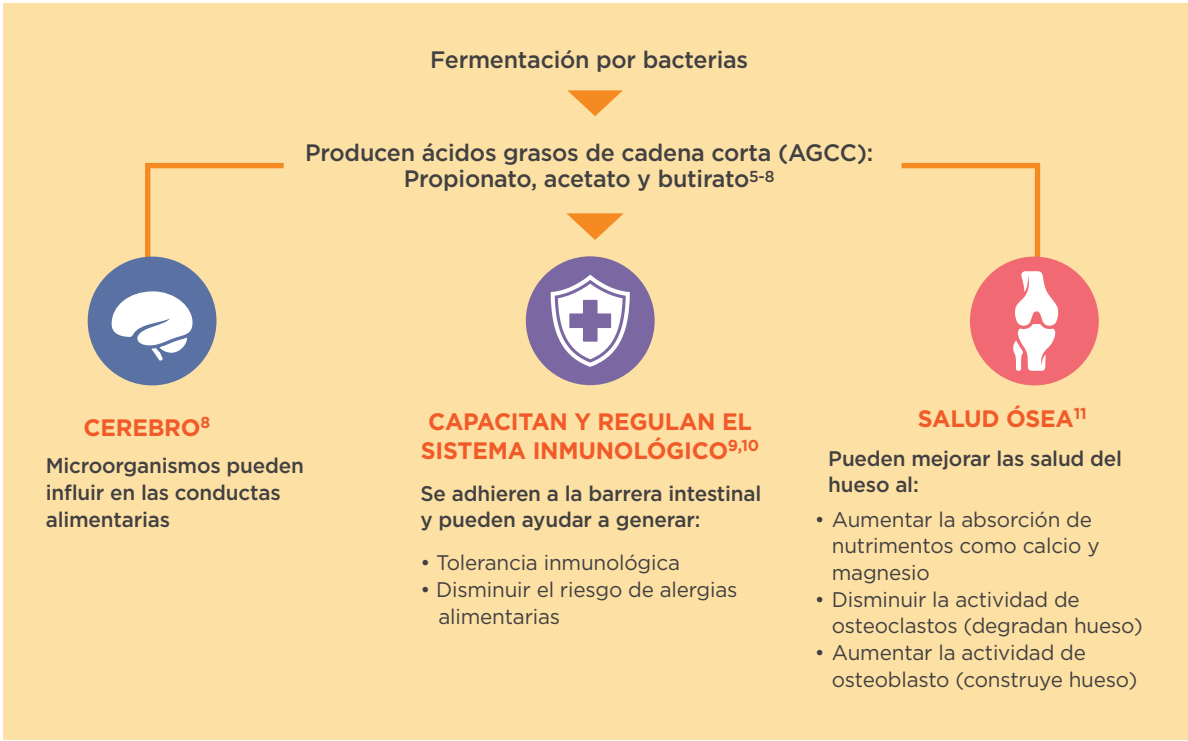


Figura 1. Efectos benéficos y preventivos de las fibras prebióticas en la microbiota

El tener una alta ingesta de fibra dietética diaria, contenida en frutas, vegetales y cereales integrales, permite tener una microbiota saludable.<sup>12</sup> Las recomendaciones de ingesta de fibra dietética difieren en cada sociedad científica o ente que las emite, y según grupo de edad y sexo; sin embargo, todas emiten sus recomendaciones en cantidades diarias en gramos (g).<sup>13</sup>

## RECOMENDACIONES DE INGESTA DE FIBRA

El Instituto de Medicina (IOM) recomienda 14 g por cada 1000 kcal, por lo que se debe considerar el requerimiento energético dado por edad, sexo y nivel de actividad<sup>14</sup>. La Academia Americana de Pediatría (AAP) estima 0.5 gramos por cada kilogramo (Kg) de peso. La Fundación Americana de la Salud (AHF) sugiere un rango que está establecido por un valor mínimo calculado edad en años + 5 g y un valor máximo calculado edad en años + 10 g. Por último, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) recomienda cantidades absolutas según edad y sexo.

Tabla 1. Recomendaciones de Ingesta de Fibra Dietética por Sociedades Científicas

EDAD (años)	AAP		AHF		DRIs		USDA	
	Niños (g/d)	Niños (g/d)	Edad años	Edad años	Niños (g/d)	Niños (g/d)	Niños (g/d)	Niños (g/d)
1-3	5.0-7.5	4.0-5.7	6-8	11-13	19		14	14
4-8	8.5-12.5	8.0-12.5	9-13	14-18	25		16.8	19.6
9-13	14.0-22.5	14.0-23.0	14-18	19-23	31	26	22.4	25.2
14-18	25.0-34.5	25.0-28.5	19-23	24-33	38		25.2	130.8

Adaptado de Ronald E, Kleinman M, Frank R, Greer M. APP Commitee on Nutrition,Pediatric Nutrition, 8th Ed. 2019 [cited 2022 May 25]; Available from:[https://www.eatrightstore.org/product-type/books/pediatric nutrition](https://www.eatrightstore.org/product-type/books/pediatric%20nutrition) -8th-edition

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA INGESTA DE FIBRA EN PEDIATRÍA

La educación nutricional debe ser la primera estrategia para incrementar la ingesta de fibra según la Organización Mundial de la Salud (OMS), promoviendo una alimentación sana y equilibrada, y patrones de dieta saludables para los niños.<sup>14</sup>

Desde el inicio de la alimentación complementaria se debe incluir una ingesta adecuada de fibra. El Centro de Investigación y Educación en Nutrición CIENutrition, en su protocolo BEIKOST, ha sugerido una ingesta aproximada de 7 g para lactantes que inician la introducción de alimentos sólidos.<sup>15</sup>

Por su parte, un menú modelo para un escolar de 7 años con cinco tiempos de comida que incluya una fruta, verdura y/o cereal integral en cada tiempo de comida puede aportar 24 g de fibra dietética, alcanzando las recomendaciones para ambos sexos. La sugerencia es que cada tiempo de comida principal aporte al menos 6 g y cada tiempo de comida tipo refrigerio 3 g; en el caso de los adolescentes, se deberá incrementar el aporte de fibra en los tiempos de comida tipo refrigerio a la misma cantidad de los tiempos de comida principales 6 g, para lograr los 30 g diarios.<sup>15</sup>



## CONCLUSIONES

- A través del impacto de la fibra dietética en la composición y función de la microbiota intestinal, se influye en la salud humana en general.
- Al incluir alimentos ricos en fibras dietéticas diariamente, al igual que alimentos fortificados en la dieta habitual, se logra alcanzar la ingesta diaria recomendada de fibra en niños y así, de promover una microbiota intestinal saludable.
- Por su parte, la educación nutricional es vital para lograr cambios conductuales en niños con ingestas deficientes de fibra.



## REFERENCIAS

1. Cameron N. Human Growth and Development. Burlington: Elsevier Science & Technology; 2012
2. Chen L, Garmaeva S, Zhernakova A, Fu J, Wijmenga C. A system biology perspective on environment-host-microbe interactions. Hum Mol Genet [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2022 May 25];27(R2):R187-94. Available from: <https://academic.oup.com/hmg/article/27/R2/R187/4972370>
3. CohenKadosh,K.; Muhardi, L.; Parikh, P.; Basso, M.; Jan Mohamed, H.J.; Prawitasari, T.; Samuel, F.; Ma, G.; Geurts, J.M.W. Nutritional Support of Neurodevelopment and Cognitive Function in Infants and Young Children—An Update and Novel Insights. Nutrients 2021, 13, 199.
4. Gomez-Campos R, Arruda M, Luarte-Rocha C, Urra Alborno C, Almonacid Fierro A, Cossio- Bolaños M. Enfoque teórico del crecimiento físico de niños y adolescentes. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2016; 20(3): 244 - 253.
5. Abreu y Abreu AT, Milke-García MP, Argüello-Arévalo GA, Calderón-de la Barca AM, Carmona-Sánchez RI, Consuelo-Sánchez A, et al. Dietary fiber and the microbiota: A narrative review by a group of experts from the Asociación Mexicana de Gastroenterología. Rev Gastroenterol México (English Ed. 2021 Jul;86(3):287-304.
6. Fan Y, Pedersen O. Gut microbiota in human metabolic health and disease. Nat Rev Microbiol 2020 191 [Internet]. 2020 Sep 4 [cited 2022 May 25];19(1):55-71. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41579-020-0433-9>
7. Tamburini S, Shen N, Chih W, Clemente JC. The microbiome in early life: implications for health outcomes. Nature Medicine 2016; 22: 7
8. Van De Wouw M, Schellekens H, Dinan TG, Cryan JF. The Journal of Nutrition Critical Review Microbiota-Gut-Brain Axis: Modulator of Host Metabolism and Appetite 1,2. J Nutr [Internet]. 2017 [cited 2022 May 25];147:727-72. Available from: <https://academic.oup.com/jn/article/147/5/727/4584720>
9. Di Costanzo M, Carucci L, Canani RB, Biasucci G. Gut Microbiome Modulation for Preventing and Treating Pediatric Food Allergies. Int J Mol Sci 2020, Vol 21, Page 5275 [Internet]. 2020 Jul 25 [cited 2022 May 25];21(15):5275. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/15/5275/htm>
10. Nance CL, Deniskin R, Diaz VC, Paul M, Anvari S, Anagnostou A. The Role of the Microbiome in Food Allergy: A Review. Children [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2022 May 25];7(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3346163/>
11. Whisner CM, Castillo LF. Prebiotics, Bone and Mineral Metabolism. Calcif Tissue Int [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2022 May 25];102(4):443. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3051694/>
12. Hills RD, Pontefract BA, Mishcon HR, Black CA, Sutton SC, Theberge CR. Gut Microbiome: Profound Implications for Diet and Disease. Nutr 2019, Vol 11, Page 1613 [Internet]. 2019 Jul 16 [cited 2022 May 25];11(7):1613. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/7/1613/htm>
13. Ronald E, Kleinman M, Frank R, Greer M. APP Committee on Nutrition, Pediatric Nutrition, 8th Ed. 2019 [cited 2022 May 25]; Available from: <https://www.eatrightstore.org/product-type/books/pediatric-nutrition-8th-edition>
14. FAO/OMS/UNU. Human energy requirements. Report of a Joint, expert consultation 2001
15. Protocolo BEIKOST de Alimentación Complementaria. Centro de Investigación y Educación en Nutrición CIENutrition. ISBN: 978-958-52368-4-4 2021

# PARTE 2

## BENEFICIOS DE LAS FIBRAS EN EL CONTROL METABÓLICO



# 5 Fibra dietética: ¿tiene un rol en el control del peso corporal?

L.N. Daniela Ghiardo Soto

## DATOS SOBRE EL EXCESO DE PESO Y SU TRATAMIENTO A LARGO PLAZO

En la actualidad la obesidad y el sobrepeso son un problema de salud grave a nivel mundial. En Latinoamérica 104,7 millones de personas presentan problemas de exceso de peso.<sup>1</sup> La obesidad es una patología crónica que se define como el exceso de grasa corporal y es un factor de riesgo para la aparición de otras enfermedades como: hipertensión arterial, resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2, cáncer, problemas osteoarticulares, apnea del sueño y patologías psiquiátricas.<sup>2</sup> Lamentablemente, a partir de las cuarentenas instauradas por la pandemia de COVID-19, se reportó que la población empeoró su calidad de alimentación y aumentó de peso.<sup>3</sup>

Hasta ahora los tratamientos para el sobrepeso y la obesidad han logrado ser exitosos a corto plazo (6 meses); sin embargo después de 2 a 5 años, comienza la reganancia de peso pudiendo llegar a ser del 50-75% del peso perdido respectivamente.<sup>4</sup> Esto es causado por adaptaciones metabólicas a la baja ingesta energética crónica y a la pérdida de peso que generan aumento de las hormonas orexigénicas y disminución de la anorexígenas, disminución de la tasa metabólica en reposo (disminución de la masa corporal y del efecto térmico de los alimentos), y el aumento de la eficiencia energética.<sup>5</sup> El camino no es fácil, si bien a los 6 meses de tratamiento hay logros evidentes en la baja de peso, a largo plazo cuesta mantenerlos. Es por esto que hoy más que nunca es urgente buscar estrategias alimentarias que faciliten el tratamiento para el sobrepeso y la obesidad.

Existen estudios donde se han identificado individuos que han logrado mantener la pérdida de peso después de 2 años de tratamiento no quirúrgico: ¿cuál fue su característica? Incorporaron exitosamente buenos hábitos de ejercicio y alimentarios, entre los que destacaron el aumento

de la ingesta de proteínas y de fibra dietética.<sup>5,6</sup> Por el contrario, la población con exceso de peso suele consumir menor cantidad de fibra que la recomendada e incluso menos que la población con normopeso.<sup>7,8</sup>

## **EFFECTOS DE LAS FIBRAS EN EL CONTROL DE PESO CORPORAL**

- Menor carga glucémica y mejor control metabólico de la glucosa.<sup>5</sup>
- Menor ingesta energética.<sup>5,8</sup>
- En boca, aumentan el tiempo de exposición potenciando el efecto sensorial y la saciedad.<sup>8</sup>
- Retraso del vaciamiento gástrico y aumento del tiempo de tránsito intestinal, lo que produce mayor saciedad.<sup>7,8</sup>
- Densidad energética reducida de los alimentos; la mayoría de los alimentos ricos en fibra tienen un valor energético más bajo en comparación con otros similares sin fibra.<sup>8</sup>
- Cuando se asocian con consumo de agua, aumentan la distensión del estómago y desencadenan signos vagales de saciedad (sistema nervioso).<sup>8</sup>
- La presencia prolongada de nutrientes en el intestino delgado produce liberación de péptidos reguladores del apetito como colecistoquinina (CCK) en el duodeno; polipéptido YY (PYY) y péptido similar al glucagón 1 (GLP-1) en el íleon distal y el colon proximal con efectos en el aumento de saciedad y efectos metabólicos de la glicemia.<sup>9</sup>
- Aumento del crecimiento bacteriano beneficioso y producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que pueden reducir el apetito mediante varios mecanismos, entre ellos la composición de la microbiota intestinal.<sup>8,9,10</sup>

La estructura química y propiedades físicoquímicas de las fibras repercuten de manera diferente en el peso y composición corporal, la ingesta energética y el apetito subjetivo; ya que los efectos van a depender de la solubilidad, fermentabilidad, capacidad de retención de agua y viscosidad de estas. Por lo que podemos decir que el tipo de fibra consumida es más relevante que la cantidad de fibra ingerida diariamente.<sup>9</sup>

## USO DE SUPLEMENTOS DE FIBRA EN EL CONTROL DEL PESO CORPORAL

Estos efectos en el hambre y saciedad se pueden lograr con alimentos que contienen fibra en forma natural, pero también con el uso de suplementos de fibra.

La povidextrosa, un polisacárido sintetizado por la polimerización de la glucosa, de bajo valor calórico (1 kcal/g), parcialmente fermentable y de baja viscosidad,<sup>10,11</sup> puede considerarse como una fibra soluble, por contener características similares.<sup>10</sup> Según estudios, la povidextrosa presenta funciones como el aumento de la saciedad, la oxidación de sustratos y la mejora de las condiciones de la microbiota intestinal (prebiótico), que contribuyen a la reducción de los niveles de glucosa, lípidos séricos y enfermedades crónicas.<sup>11,12,13</sup>



Metaanálisis recientes han demostrado que suplementos de povidextrosa (dosis entre 6.25 g y 25 g), reduce la ingesta de energía en las comidas posteriores, especialmente cuando se administra a media mañana antes de un almuerzo, consiguiendo que hombres bajen su ingesta de energía en un 13.7% y las mujeres en un 10.1%.<sup>14</sup> Resultados similares se encontraron en un estudio que evaluó el efecto del reemplazo de hidratos de carbono por PDX, demostrando que esta es efectiva en la reducción de los picos de glucosa e insulina postprandial, aumento de la oxidación de grasas y control del apetito post ingesta.<sup>15</sup> Estos resultados con suplementación de fibras solubles, también se evidenciaron en sujetos con sobrepeso y obesidad, consiguiendo además diferencias significativas en la reducción de IMC y peso corporal.<sup>16</sup>

En el caso de personas con diabetes o prediabetes, los efectos del consumo de fibra producen mejora del control glucémico, aumento de las hormonas de la saciedad (CCK, GLP-1 y PYY, que se liberan en el intestino) y mayor pérdida de peso. Estos efectos fueron mejores cuando el consumo fue superior a 35 g/día.<sup>17</sup>



## CONCLUSIÓN

- Promocionar el consumo de fibras dietéticas y/o suplementos de fibra es clave en el manejo de exceso de peso, tanto en la fase de pérdida de peso, como en la del mantenimiento de los logros a largo plazo.



## REFERENCIAS

1. Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades Transmisibles y Análisis de Salud/Información y Análisis de Salud. Situación de la salud en las Américas: indicadores básicos 2016 [Internet]. Washington, D.C.: OPS 2016 <https://lbityl.co/85Y9> .
2. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles [Internet]. Geneva: OMS; [cited 2020 Mar 7]. <https://lbityl.co/85YA> .
3. Ipsos Global Advisor del 23 de octubre al 6 de noviembre de 2020. <https://www.ipsos.com/es-co/covid-diet-and-health>
4. Apfeldorfer G, Zermati JP. La restriction cognitive face à l'obésité. Histoire des idées, description clinique [Cognitive restraint in obesity. History of ideas, clinical description]. Presse Med. 2001 Nov 3;30(32):1575-80. French. PMID: 11732464.
5. Melby CL, Paris HL, Foright RM, Peth J. Attenuating the Biologic Drive for Weight Regain Following Weight Loss: Must What Goes Down Always Go Back Up? Nutrients. 2017 May 6;9(5):468. doi: 10.3390/nu9050468. PMID: 28481261; PMCID: PMC5452198.
6. Dombrowski S U, Knittle K, Avenell A, Araújo-Soares V, Sniehotta F. Long term maintenance of weight loss with non-surgical interventions in obese adults: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials BMJ 2014; 348 :g2646 doi:10.1136/bmj.g2646
7. Clemens R, Kranz S, Mobley AR, et al. Filling America's fiber intake gap: summary of a roundtable to probe realistic solutions with a focus on grain-based foods. J Nutr. 2012; 142: 1390S-1401S.
8. Namazi, Nazli et al. Are Isolated and Complex Fiber Supplements Good Choices for Weight Management? A Systematic Review."Archives of Iranian medicine 20 11 (2017): 704-713 .
9. Davani-Davari D, Negahdaripour M, Karimzadeh I, Seifan M et al. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. Foods 2019; 8(3): 92
10. Jie Z, Bang-Yao L, Ming-Jie X, Hai-Wei L. Zu-Kang Z, Ting-Song W, Craig SA. Study on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese. Am J Clin Nutr 2000; 72: 1503-1509. 7
11. Carmo MMR, Walker JCL, Novello D, Caselato VM et al. Polydextrose: Physiological Function, and Effects on Health. Nutrients 2016; 8(9): 553. 8
12. Canfora EE, Blaak EE. The role of polydextrose in body weight control and glucose regulation. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2015; 18: 395-400.
13. Wanders, A.J. et al . Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. Obesity Reviews (2011) 12: 724-739. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00895.x> 10
14. Ibarra A, Astbury NM, Olli K, Alhoniemi E, Tiihonen K. Effects of polydextrose on different levels of energy intake: A systematic review and meta-analysis. Appetite. 2015;87:30-37. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.12.099> 11
15. Konings E, Schoffelen PF, Stegen J, Blaak EE. Effect of polydextrose and soluble maize fibre on energy metabolism, metabolic profile and appetite control in overweight men and women. British Journal of Nutrition. Cambridge University Press; 2014;111(1): 111-121. <https://doi:10.1017/S0007114513002183>
16. Thompson S, Hannon B, Ruopeng A, Holscher H, Effects of isolated soluble fiber supplementation on body weight, glycemia, and insulinemia in adults with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 106, Issue 6, December 2017, Pages 1514-1528, <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.163246>
17. Hjorth M, Bray G, Zohar Y, Urban L, Miketinas D, Williamson D, et al. Pretreatment Fasting Glucose and Insulin as Determinants of Weight Loss on Diets Varying in Macronutrients and Dietary Fibers—The POUNDS LOST Study. Nutrients 2019;11:586. <https://doi.org/10.3390/nu11030586>.

# 6 Efecto de la fibra en glucemia postprandial

Mtra. Rebeca Leyva Rico

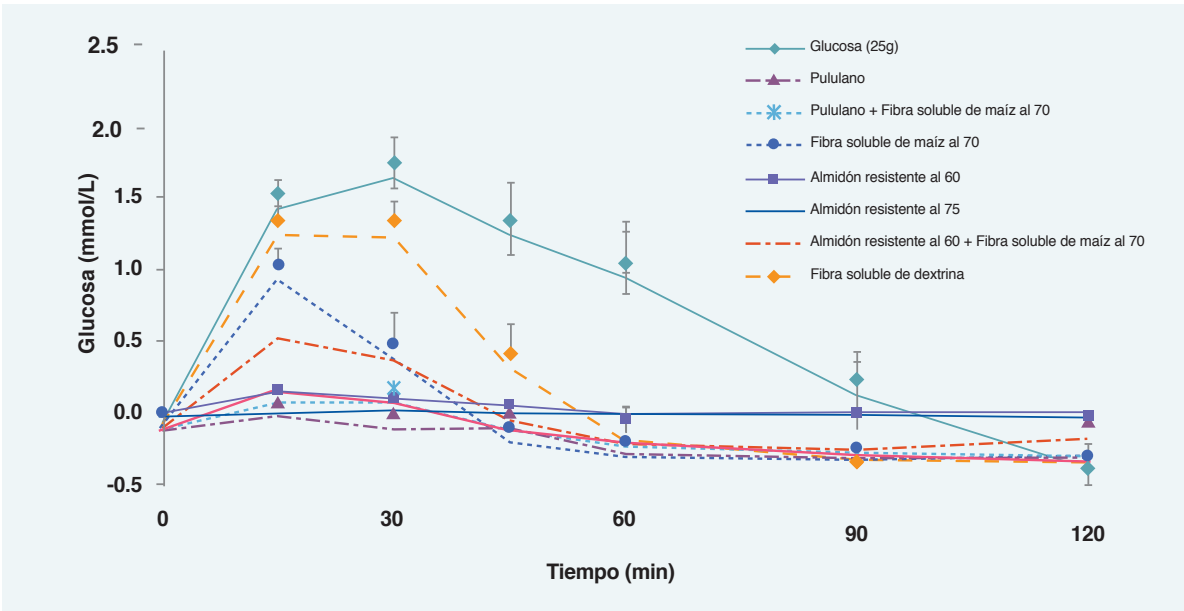
## EFFECTOS DE LA FIBRA EN LA RESPUESTA GLUCÉMICA

La fibra dietética tiene efectos benéficos sobre la respuesta glucémica. La fibra soluble disminuye la tasa de absorción de glucosa después del consumo de una carga de carbohidratos disminuyendo la glucemia postprandial generando así una disminución en la insulina plasmática postprandial.<sup>1</sup>

Varios estudios han demostrado los efectos de la fibra en la respuesta glucémica, como el estudio clínico aleatorizado cruzado de Konings y colaboradores donde hombres y mujeres que tenían sobrepeso (IMC promedio de 27.3 kg/m<sup>2</sup>) participaron en diversos escenarios; uno donde se reemplazó el 30% de carbohidratos con povidex (PDX) (56.7 g de esta al día) y otro con fibra soluble de maíz (FSM) (54.6 g al día) y se contemplaron 2 dietas control, una isoenergética (ISO) a los grupos de fibra y otra con el total de calorías sin el reemplazo del 30% (FULL). Los resultados demostraron menores picos de glucemia en los escenarios con reemplazo de fibras en comparación de los grupos control. Los resultados para la insulina postprandial mostraron una menor respuesta de insulina con PDX y FSM. Este estudio demuestra el cambio beneficioso en el perfil metabólico en relación con la glucemia y la sensibilidad a la insulina por la adición de fibra a la dieta de las personas.<sup>2</sup>

En otro estudio clínico aleatorizado se evaluó el efecto de la FSM sobre la glucemia e insulina postprandial; además, evaluó la correlación de la digestibilidad in vitro comparada con las respuestas glicémicas. En este participaron 12 personas que recibieron siete bebidas de prueba que contenían ingredientes de fibra a base de maíz (25 g de carbohidratos totales) junto con 2 comidas de control: una con 50 g de glucosa y otra con 25 g, todas en ocasiones separadas y en orden aleatorio. Estas 7 bebidas podían ser a base de fibra soluble (de maíz, dextrina soluble, pululano), fibra insoluble [almidón resistente al 60 (AR 60), almidón resistente al 75 (AR 75)] o una combinación pululano + FSM y FSM + AR 60.<sup>3</sup>

Los resultados de la glucemia (**Figura 1**) mostraron que hubo una respuesta glucémica más baja de acuerdo con el área bajo la curva calculada en comparación con la intervención de 25 g de glucosa (control que tuvo el mayor pico y con mayor duración), la intervención con pululano, combinación de pululano, FSM, intervención de FSM, almidón resistente al 60, almidón resistente al 75 y la combinación de FSM y AR al 60, tuvo una respuesta glucémica disminuida comparada con el control. Y fue incluso menor que la obtenida por la FSM.<sup>3</sup>



**Figura 1.** Curva de respuesta de la glucemia

Adaptado de Kendall C, Esfahani A, Hoffman A, Evans A, Sanders L, Josse A et al. Effect of Novel Maize-based Dietary Fibers on Postprandial Glycemia and Insulinemia. Journal of the American College of Nutrition. 2008;27(6):711-718.

Con respecto a la respuesta de la insulina las intervenciones con pululano, pululano + FSM, FSM, almidón resistente al 60, almidón resistente al 75, FSM + almidón resistente al 60, tuvieron una respuesta disminuida en comparación con el control que fue la intervención con glucosa. La FSM también tuvo una respuesta de la insulina menor comparada con el control.<sup>3</sup>

## MECANISMOS DE ACCIÓN

En un artículo se presentaron modelos intestinales para predecir el efecto de reducción de la glucemia de la fibra dietética soluble para una carga de glucosa oral. Por su capacidad de unión a la glucosa y sus características típicas de distribución espacio-temporal en el intestino delgado se determinaron los siguientes mecanismos que intervienen en el control glucémico de las fibras: el retraso del vaciamiento gástrico, la capacidad de fijación de glucosa y de las fibras y el aumento de la viscosidad intestinal con la consecuente inhibición de la absorción de la glucosa, y por supuesto, la modulación de la composición de la microbiota intestinal.<sup>4</sup>

## BENEFICIOS PARA LA SALUD

En el estudio de Partula y colaboradores se quería observar la asociación entre el consumo de fibra y el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV), cáncer, diabetes tipo 2 (DM2) y mortalidad, los resultados sugieren que la ingesta de fibra, especialmente fibra soluble y de otros tipos de fibra dietética obtenidos de frutas, se asoció inversamente con el riesgo de varias enfermedades crónicas y con la mortalidad. Otras referencias también han demostrado que un aumento en la fibra total disminuye marcadores de inflamación, insulina y depósitos de grasa hepática. La ingesta baja de fibra ( $\leq 20$  g / día) se asoció con un mayor riesgo de DM2.<sup>5</sup>

## FIBRAS EN PREVENCIÓN Y MANEJO DE DIABETES TIPO 2

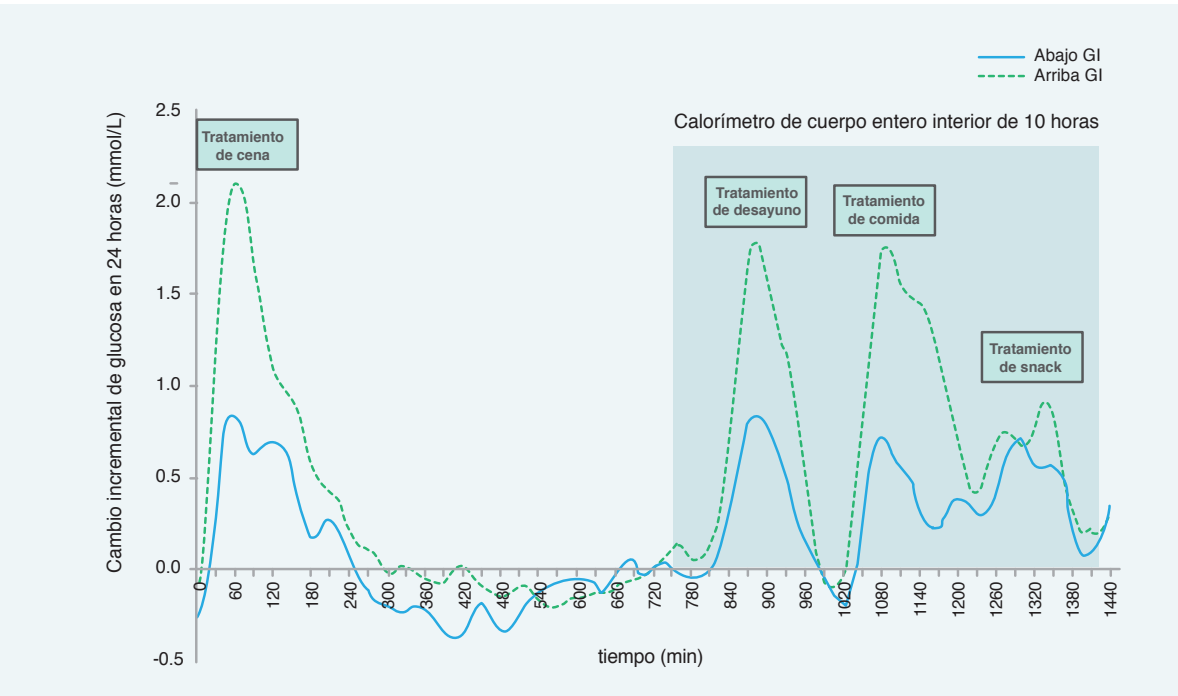
En el mundo 1 de cada 11 adultos (entre 20 a 79 años) tiene diabetes (que suman aproximadamente 463 millones) y 1 de cada 5 adultos mayores (sobre 65 años de edad) tiene diabetes (136 millones).<sup>6</sup> La prevalencia en Latinoamérica tiene números alarmantes: Brasil 10.4% (16,780.80), México 13.5% (12,805.20), Colombia 7.4% (2,836.50), Argentina 5.9% (1,837.40) y Chile 8.6% (1,262.20).<sup>7</sup>

En una revisión sistemática y metaanálisis se tomaron 2 cohortes de varios países ( $n = 8.300$ ) con DM1 y DM2 seguidas durante 8,8 años donde se incluyeron un total de 42 estudios ( $n = 1.789$ ) con prediabetes, DM1 y DM2. Parte de los resultados mostraron que las dietas ricas en fibra son un componente importante del manejo de la diabetes, lo que resulta en mejoras en las medidas de control glucémico, lípidos en sangre, peso corporal e inflamación, así como en una reducción de la mortalidad prematura. Estos beneficios no se limitaron a ningún tipo de fibra ni a ningún tipo de diabetes y fueron evidentes en todo el rango de ingestas, aunque se observaron mayores mejoras en el control glucémico para aquellos que pasaban de ingestas bajas a moderadas o altas. Con base en estos hallazgos, aumentar la ingesta diaria de fibra (15 g a 35 g) podría ser un objetivo razonable que se esperaría para reducir el riesgo de mortalidad prematura en adultos con diabetes.<sup>8</sup>

## ESTRATEGIAS NUTRICIONALES

La Organización Mundial de la Salud recomienda una ingesta de fibra de 25 g/día y menos del 10% del valor energético total (VET) proveniente de azúcares simples, así como limitar al 10% del VET las grasas saturadas como parte de una dieta saludable.<sup>9</sup> Para mejorar el control glucémico en personas que presentan diabetes, el comité de expertos de la Organización de Alimentación y Agricultura en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (FAO) enfatizan la implementación de intervenciones dietéticas y nutricionales que reduzcan los picos de glucemia postprandial a través de un adecuado consumo de fibra para controlarlos.<sup>9</sup>

Una estrategia que se ha utilizado por mucho tiempo es el uso de escalas como el índice glucémico.<sup>10</sup> La **Figura 2** es del estudio de Henry y colaboradores donde hicieron dos intervenciones en 20 adultos sanos en China, una con alimentos de bajo índice glucémico y otra con alimentos de alto índice glucémico.<sup>11</sup>



**Figura 2.** Glucosa incremental en sangre

Adaptado de Henry CJ, Kaur B, Quek RYC, Camps SG. A Low Glycaemic Index Diet Incorporating Isomaltulose Is Associated with Lower Glycaemic Response and Variability, and Promotes Fat Oxidation in Asians. *Nutrients*. 2017; 9(5):473.

Lo que observaron es que en la intervención con alto índice glucémico hay una mayor respuesta de la glucemia, y más variabilidad de los niveles durante el día, así como una glucemia en ayuno más alta. Concluyen que una dieta de bajo índice glucémico tiene alto contenido de fibra y esta ayuda a reducir la respuesta glucémica.<sup>11</sup>



## CONCLUSIONES

- Existen datos sólidos sobre el impacto de las fibras en la reducción de la respuesta glucémica y se pueden utilizar como herramientas para su control.
- Los estudios clínicos, de intervención y de cohorte mostraron una fuerte evidencia del papel de las fibras (al menos 20 g/día) en el manejo de la respuesta glucémica, la insulina, los marcadores inflamatorios y la reducción de la mortalidad prematura en pacientes con diabetes.
- La alimentación y la ingesta de fibra son factores modificables que ayudan a controlar la respuesta glucémica y otros factores cardiometabólicos en la diabetes.



## REFERENCIAS

1. Cassidy Y, McSorley E, Allsopp P. Effect of soluble dietary fibre on postprandial blood glucose response and its potential as a functional food ingredient. *Journal of Functional Foods*. 2018;46:423-439.
2. Konings E, Schoffelen P, Stegen J, Blaak E. Effect of polydextrose and soluble maize fibre on energy metabolism, metabolic profile and appetite control in overweight men and women. *British Journal of Nutrition*. 2013;111(1):111-121.
3. Kendall C, Esfahani A, Hoffman A, Evans A, Sanders L, Josse A et al. Effect of Novel Maize-based Dietary Fibers on Postprandial Glycemia and Insulinemia. *Journal of the American College of Nutrition*. 2008;27(6):711-718.
4. Qin Y, Xiao J, Wang Y, Dong Z, Woo M, Chen X. Mechanistic exploration of glycemic lowering by soluble dietary fiber ingestion: Predictive modeling and simulation. *Chemical Engineering Science*. 2020;228:115965.
5. Partula V, Deschasaux M, Druet-Pecollo N, et al. Associations between consumption of dietary fibers and the risk of cardiovascular diseases, cancers, type 2 diabetes, and mortality in the prospective NutriNet-Santé cohort. *Am J Clin Nutr*. 2020;112(1):195-207. doi:10.1093/ajcn/nqaa063
6. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*, 10th edn. Brussels, Belgium: 2021.
7. Gallardo-Rincón H, Cantoral A, Arrieta A, Espinal C, Magnus M, Palacios C et al. Review: Type 2 diabetes in Latin America and the Caribbean: Regional and country comparison on prevalence, trends, costs and expanded prevention. *Primary Care Diabetes*. 2021;15(2):352-359.
8. Reynolds AN, Akerman AP, Mann J. Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLoS Med*. 2020 Mar 6;17(3):e1003053
9. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015.
10. *Carbohydrates in human nutrition*. FAO; 1998.
11. Henry CJ, Kaur B, Quek RYC, Camps SG. A Low Glycaemic Index Diet Incorporating Isomaltulose Is Associated with Lower Glycaemic Response and Variability, and Promotes Fat Oxidation in Asians. *Nutrients*. 2017; 9(5):473.

# 7 Fibra y salud cardiovascular

L.N. María Inés Somoza

## DATOS SOBRE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) éstas incluyen a la cardiopatía coronaria (CC), al accidente cerebro vascular (ACV), a la enfermedad vascular periférica (EVP), a la insuficiencia cardíaca (IC) y a la hipertensión arterial (HTA).<sup>1</sup>

### ¿Sabías que...

- las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo?
- 1 de cada 3 personas mueren por eventos cardiovasculares?



Los **hábitos saludables, la alimentación equilibrada y la práctica de actividad física** desempeñan un papel clave en la prevención de las ECV.

El estudio de la Carga Global de Enfermedades y Factores de Riesgo (GBD), publicado en *The Lancet* en 2019, estima la carga de mortalidad y discapacidad atribuible a 15 riesgos dietéticos específicos por sus efectos sobre la mortalidad y la discapacidad por: ECV, cáncer y diabetes; y muestra que las enfermedades cardiovasculares fueron la principal causa de muerte relacionadas con la dieta (10 millones de muertes) y pérdida de años de vida ajustados por discapacidad. Más de la mitad de todas las muertes relacionadas con la dieta y dos tercios de los años de vida ajustados por discapacidad relacionados con la dieta se atribuyeron a solo tres factores: alto consumo de sodio, bajo consumo de cereales integrales y bajo consumo de frutas.<sup>2</sup>

## ROL DE LA FIBRA EN PREVENCIÓN DE ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR

El consumo de alimentos ricos en fibra dietética (FD) tanto soluble (FDS) como insoluble (FDI) presente en legumbres, cereales de grano entero, verduras, frutas frescas/secas y semillas, así como algunos tipos de fibras que se pueden añadir a la alimentación a través de alimentos, bebidas y/o suplementos, se ha relacionado con una menor prevalencia de ECV.

La fibra dietética, mediante diferentes vías de activación, previene la enfermedad cardiovascular, por ejemplo, a través de la disminución de la absorción de grasa en el intestino o inhibiendo la formación de grasa por parte del hígado, ayudando así, a mantener niveles de colesterol aceptables.<sup>3</sup>

El metaanálisis de Threapleton y colaboradores publicado en 2013 pretendió establecer la relación entre el consumo de fibra y los eventos coronarios, fatales y no fatales. Los autores concluyeron que un consumo de fibra elevado (fibra total, fibra insoluble y fibra proveniente de cereales y vegetales) se asocia con un riesgo más bajo de enfermedad cardiovascular y eventos coronarios de 9% por cada 7 g diarios de incremento en el consumo de FD.<sup>4</sup>

Cheng y colaboradores, en un metaanálisis de estudios prospectivos que incluyeron más de 8,900 pacientes con accidente cerebro vascular (ACV) sugirieron que la ingesta total de fibra dietética está inversamente asociada con el riesgo de ACV. La reducción de dicho riesgo es del 12% por cada incremento de 10 gramos por día en la ingesta total de fibra dietética. Se observó también que el efecto beneficioso fue más pronunciado en el ACV de tipo isquémico y más en las mujeres.<sup>5</sup>

El estudio más amplio sobre este tema indica que no se ha verificado la existencia de un efecto umbral y que el mensaje debe ser que «cuanto mayor es el consumo de fibra, mayor es la protección».<sup>6</sup>



## BENEFICIOS EN CONDICIONES PATOLÓGICAS

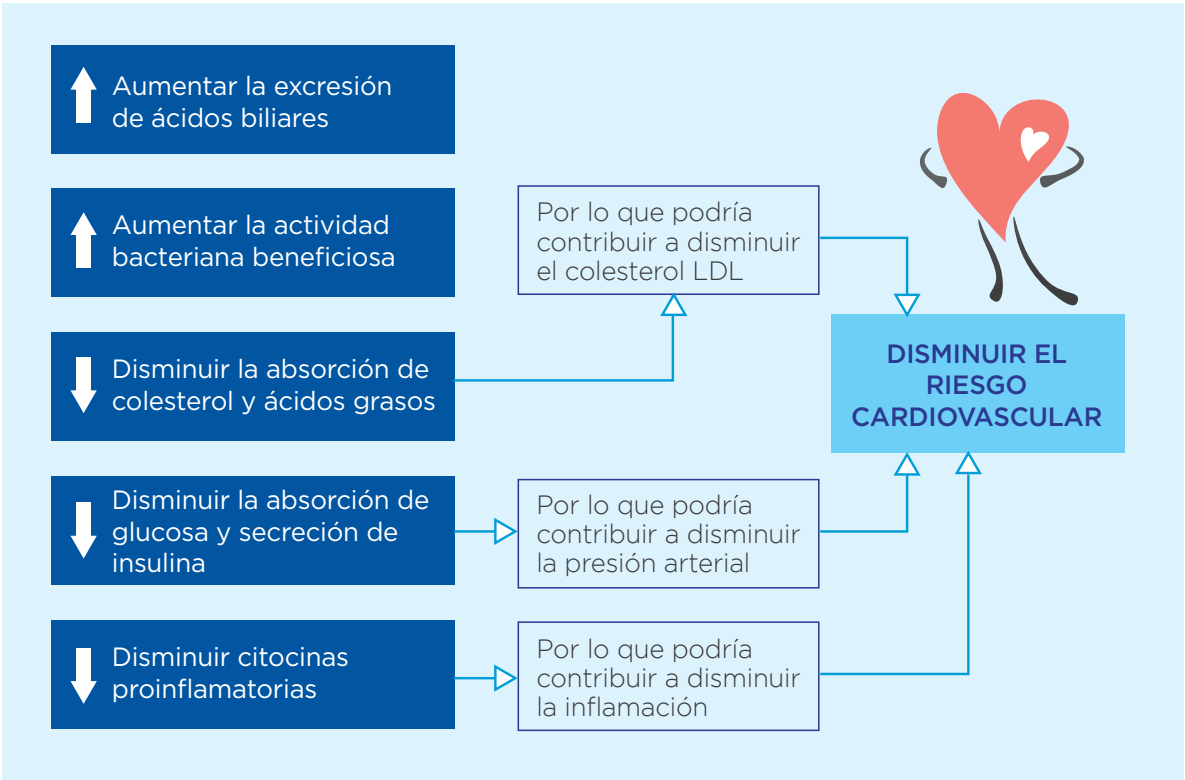
La ingesta de fibra dietética proporciona muchos beneficios para la salud. Una ingesta generosa de fibra dietética reduce el riesgo de desarrollar las siguientes enfermedades: enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, hipertensión arterial, diabetes, obesidad, y ciertos trastornos gastrointestinales. Además, un mayor consumo de fibra dietética mejora las concentraciones de lípidos séricos, reduce la presión arterial, mejora el control de la glucosa en sangre en la diabetes, ayuda a perder peso y parece mejorar la función inmunológica.<sup>7</sup>

La fibra dietética actúa de maneras distintas para prevenir la enfermedad cardiovascular. En primer lugar, se ha demostrado que las fibras aumentan la tasa de excreción de bilis y, por lo tanto, reducen el colesterol total y LDL en suero.<sup>8</sup> En segundo lugar, se ha demostrado también que aumentan la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), específicamente propionato, el cual inhibe la síntesis de colesterol.<sup>9</sup> En tercer lugar, la fibra dietética tiene la capacidad de regular la ingesta de energía, mejorando así la pérdida de peso o favoreciendo el mantenimiento de un peso corporal más saludable. En cuarto lugar, ya sea mediante el control glucémico o la ingesta reducida de energía, se ha demostrado que la fibra dietética reduce el riesgo de diabetes tipo 2.

En quinto lugar, se ha demostrado que la FD reduce las citoquinas proinflamatorias, como la interleucina-18, que pueden tener un efecto sobre la estabilidad de la placa.<sup>10</sup> En sexto lugar, se ha demostrado que el aumento de la ingesta de FD reduce los niveles circulantes de proteína C reactiva (PCR), un marcador de inflamación y un predictor de cardiopatía coronaria.<sup>11</sup>



Así mismo se ha observado que algunos componentes de la fibra dietética, probablemente con acción antioxidante, disminuyen el estado de inflamación lo que reduce el riesgo de las ECV y sus complicaciones.<sup>12</sup>



**Figura 1.** Mecanismos propuestos subyacentes a la asociación observada entre los individuos con las ingestas dietéticas más altas de fibra y sus tasas reducidas de incidencia y mortalidad de ECV.<sup>13,14</sup>

IMPPLICANCIAS PARA LA PRÁCTICA

Las intervenciones que enfatizan la ingesta alta de fibra dietética (≥20 g / 1000 kcal por día) de una combinación de tipos y fuentes con un tercio o más proporcionada por fibra soluble viscosa (10 a 20 g/día) han demostrado ventajas importantes para el control de la glucemia postprandial y lípidos en sangre, incluido el objetivo terapéutico establecido de lípidos, el colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) y, por lo tanto, se recomienda enfatizar las fuentes mixtas de fibra, lo cual sería la estrategia ideal para asegurar el beneficio.<sup>15</sup>





## CONCLUSIONES

- Una prioridad clave de la salud pública en la prevención de las ECV es apuntar a los factores de riesgo modificables.
- Uno de esos factores de riesgo es la dieta, que juega un papel importante en la etiología de muchas enfermedades crónicas, incluida la ECV.
- La fibra dietética ha mostrado ser esencial en la prevención de enfermedades no transmisibles como la diabetes y la enfermedad cardiovascular.
- Se evidencia una reducción de 27% de las muertes asociadas al consumo adecuado de fibra total, una disminución de 25% relacionada con el consumo de fibra de cereales y 30% menos referente al consumo de fibra proveniente de las frutas y hortalizas.
- Se considera de importancia, promover el consumo de la FD, como parte habitual de una dieta saludable, en cantidades suficientes para aportar los beneficios observados.
- La dieta debe tener una variedad de fibras justa porque no todas las fibras son iguales, el impacto en la salud en general depende también de una mezcla de distintos tipos de fibra.
- Los resultados generales indican que un aumento del consumo total de fibra contribuye a reducir el riesgo de ECV, EC y ACV; sin embargo, son necesarios nuevos estudios para explorar el efecto de diferentes tipos de fibras en la salud cardiovascular, perfeccionar las guías de alimentación, estudiar diferentes grupos étnicos y poblaciones con distintas fuentes de fibra dietética y establecer la causalidad mediante ensayos controlados y aleatorizados.



## REFERENCIAS

1. Willett W, Rockstrom J. Healthy diets from sustainable food systems -Food Planet Health. The Lancet. Washington. (2019). Available from: [thelancet.com/commissions/EAT](http://thelancet.com/commissions/EAT).
2. GBD 2017 Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. (2019);393(10184): 1958-72
3. Almeida-Alvarado SL, Aguilar-López T, Hervert-Hernández D. La fibra y sus beneficios a la salud. An Venez Nutr. 2014 Jun;27(1):73-6.
4. Threapleton DE, Greenwood DC, Evans CE, Cleghorn CL, Nykjaer C, Woodhead C, et al. Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. BMJ. (2013);347: f6879.
5. Cheng, GC., Lv, DB., Pang, Z. et al. Dietary fiber intake and stroke risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. Eur J Clin Nutr 67 (2013), 96-100.
6. Ordovás Muñoz JM, Berciano S. Nutrición y salud cardiovascular. Revista española de cardiología, Vol. 67, Nº. 9, 2014, págs. 738-747
7. Anderson, James, Baird, Pat , Davis, Richard, Ferreri, Stefanie, Knudtson, Mary, Koraym, Ashraf, Waters, Valerie, Williams, Christine. (2009) Health benefits of dietary fiber. Nutrition Reviews® ,67(4):188- 205
8. Story, JA; Furumoto, EJ; Buhman, KK Fibra dietética y metabolismo de los ácidos biliares: una actualización. Adv. Exp. Medicina. Biol. 1997 , 427 , 259-266.
9. Amaral, L .; Morgan, D .; Stephen, AM; Whiting, S. Efecto del propionato sobre el metabolismo de los lípidos en sujetos humanos sanos. FASEB J. 1992, 6 , A1655.
10. Esposito, K .; Nappo, F .; Giugliano, F .; Di Palo, C .; Ciotola, M .; Barbieri, M .; Paolisso, G .; Giugliano, D. Modulación de la comida de las concentraciones circulantes de interleucina 18 y adiponectina en sujetos sanos y en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Soy. J. Clin. Nutr. 2003 , 78 , 1135-1140.
11. Ma, YS; Griffith, JA; Chasan-Taber, L .; Olendzki, BC; Jackson, E .; Stanek, EJ; Li, WJ; Pagoto, SL; Hafner, AR; Ockene, IS Asociación entre fibra dietética y proteína C reactiva en suero. Soy. J. Clin. Nutr. 2006, 83 , 760-766.
12. Pereira MA, O'Reilly E, Augustsson K, Fraser GE, Goldbourt U, Heitmann BL et al. Dietary fiber and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of cohort studies. Arch Int Med 2004; 164: 370-76.
13. Bozzetto L, Costabile G, Della Pepa G, Ciciola P, Vetrani C, Vitale M, Rivellese AA, Annuzzi G. Dietary Fibre as a Unifying Remedy for the Whole Spectrum of Obesity-Associated Cardiovascular Risk. Nutrients. 2018; 10(7):943. <https://doi.org/10.3390/nu10070943>
14. Dietary Fiber Is Beneficial for the Prevention of Cardiovascular Disease: An Umbrella Review of Meta-analyses McRae M. P. J Chiropr Med 2017;16:289-299
15. Pirro, M et al. Joint position statement on “Nutraceuticals for the treatment of hypercholesterolemia” of the Italian Society of Diabetology (SID) and of the Italian Society for the Study of Arteriosclerosis (SISA) Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases (2017) 27, 2e17.

## 8 Consumo de fibras en las dietas de tendencia

L.N. Daniela Ghiardo Soto



En la actualidad existe una gran oferta y variedad de dietas que pueden servir para cumplir para los objetivos de perder peso y/o adquirir hábitos más saludables. Las dietas que son tendencia, los usuarios pueden acceder tanto formal, como informalmente.

La recomendación sugerida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de ingesta de fibra diaria es de 25 g/día.<sup>1</sup> Por lo que en este capítulo, se revisará si estas dietas que son tendencia logran cubrir con este requerimiento.

Para el análisis se seleccionaron las siguientes dietas: bajo consumo de hidratos de carbono (HC), cetogénica, paleolítica, libre de gluten, baja en FODMAPs (oligosacáridos, disacáridos, monosacáridos y polioles fermentables), dieta mediterránea; y con base en un menú ejemplo de cada una de estas, se calcularon los aportes de fibra y su porcentaje de cobertura de los requerimientos diarios (**Tabla 1**).

Tabla 1. Comparación de aportes de fibra en ejemplos de menú diarios de seis diferentes dietas que son tendencia actualmente.

Dieta		Ejemplo de Menú Diario	
<b>Cetogénica</b> Contenido total de fibra: 6.51 g	Desayuno	Huevo 120 g, Ricotta 70 g, Nueces 13 g, Aceite 10 cc	
	Almuerzo	Beef 250 g, Brócoli 40 g, Ghee 23 g y Aceite de oliva 8 cc	
	Cena	Pollo 200 g, Palmitos 200 g, Ghee 23 g	
<b>Libre de Gluten</b> Contenido total de fibra: 12.62 g	Desayuno	Café 100 cc, Huevo 50 g, Tomate 15 g, Cebolla 5 g, Manzana 150 g	
	Snack	Manzana con nueces 158 g	
	Almuerzo	Pollo 100 g, Arroz 100 g, Ensalada Lechuga 20 g, Tomate 30 g, Cebolla 5 g	
	Snack	Yogurt Natural 120 cc, Galleta de Arroz 10 g	
	Cena	Pollo 100 g, Arroz 100 g, Ensalada Lechuga 20 g, Tomate 30 g, Cebolla 5 g	
<b>Paleolítica o Paleo</b> Contenido total de fibra: 12.68 g	Desayuno	Café 100 cc, Huevo 50 g, Tomate 15 g, Cebolla 5 g, Manzana 150 g	
	Snack	Coco 25 g	
	Almuerzo	Beef 250 g, Acelga 20 g, Tomate 15 g, Cebolla 5 g, Zanahoria 25 g, Betarraga 32 g, Mandarina 135 g	
	Snack	Plátano con chía 35 g	
	Cena	Beef 250 g, Acelga 20 g, Tomate 15 g, Cebolla 5 g, Zanahoria 25 g, Betarraga 32 g, Mandarina 135 g	
<b>Baja en FODMAPs</b> Contenido total de fibra: 15.96 g	Desayuno	Leche vegetal 200 cc con Avena 30 g y Plátano 30 g	
	Snack	Melón 140 g y Leche vegetal 18 cc	
	Almuerzo	Arroz 100 g, Pollo 100 g, Tomate 30 g, Espinaca 30 g, Zucchini 30 g, Berenjenas 30 g, Zanahoria 30 g, Cebolla 5 g	
	Snack	Leche sin lactosa 200 cc, Frutilla 28 g, Pan de arroz integral 25 g, Queso 20 g	
	Cena	Arroz 100 g, Pollo 100 g, Tomate 30 g, Espinaca 30 g, Zucchini 30 g, Berenjenas 30 g, Zanahoria 30 g, Cebolla 5 g	
<b>Bajo consumo de hidratos de carbono (HC)</b> Contenido total de fibra: 16.39 g	Desayuno	Yogurt Natural 120 cc, Pan Integral 25 g con queso 20 g y palta 32 g	
	Almuerzo	Beef 120 g, Lechuga 20 g, Zanahoria 25 g, Cebolla 10 g, Zucchini 100 g	
	Cena	Huevo 100 g, Cebolla 20 g, Espinaca 125 g	
<b>Dieta Mediterránea</b> Contenido total de fibra: 30.51 g	Desayuno	Café 100 cc con Pan integral 50 g y Queso untable 3 g, Papaya 100 g	
	Snack	Nueces 30 g	
	Almuerzo	150 g, Acelga 15 g, Tomate 15 g, Zanahoria 25 g, Betarraga 32 g	
	Snack	Plátano con chía 35 g	
	Cena	Pollo 150 g, Acelga 20 g, Tomate 30 g, Zanahoria 30 g, Berenjena 40 g, Garbanzos 40 g, Papa 100 g y Piña 80 g	

## DIETA DE BAJO CONSUMO DE HIDRATOS DE CARBONO (HC)

Se basa en alimentos proteicos como huevo, lácteos y cárnicos; y verduras bajas en HC. Limitan la ingesta de frutas, cereales incluidos los integrales y azúcares.<sup>1</sup> Existen con diferentes porcentajes de hidratos de carbono, siendo la más frecuente aquella que aporta 30% del valor calórico total.<sup>1</sup>

Al consumirla se han descrito beneficios para la salud como: pérdida de peso, aumento de saciedad, baja en la glicemia de ayuno, disminución de los triglicéridos y aumento de la sensibilidad de la insulina.<sup>1,2</sup> Sin embargo, tiene consecuencias adversas a medio y largo plazo derivados del aumento del consumo de proteínas y bajo consumo de fibras, el cuál puede llegar a ser de 16 g/día, debido a las restricciones de los alimentos que la contienen.

## DIETA CETOGÉNICA

Nace como una alternativa de terapia para epilepsia no refractaria a tratamiento con medicamentos. Los macronutrientes de la dieta se dividen en aproximadamente 55% a 60% de grasas, 30% a 35% de proteínas y 5% a 10% de hidratos de carbono. Específicamente, en una dieta de 2,000 kcal por día, los hidratos de carbono llegan a ser de 20 a 50 g por día.<sup>3</sup> Por el bajo consumo de hidratos de carbono se utilizan las grasas como fuente energética, produciendo un aumento de los cuerpos cetónicos y la cetosis,<sup>2,3</sup> lo que tiene como efecto: una brusca reducción del apetito, glicemia, triglicéridos, insulino resistencia, lipogénesis y pérdida de peso a corto plazo.<sup>3</sup> Dado sus características, hay aumento de colesterol LDL, cefalea, mareos, sed, baja ingesta de vitaminas y minerales y fibra,<sup>3</sup> la cual según los menús ejemplo, puede llegar a ser 4 veces menor de las recomendaciones de la OMS, siendo la de menor aporte de las dietas revisadas.

## DIETA PALEOLÍTICA

Se basa en la hipótesis de que el genoma humano está adaptado a consumir alimentos que estaban disponibles en la era Paleolítica, cuando el humano era cazador y recolector. Según esta hipótesis, debemos preferir el consumo de carne, pescado, huevos, frutos secos, frutas y verduras; y debemos evitar alimentos procesados, granos y productos lácteos.<sup>4,5</sup>

En esta dieta, la fibra dietética proviene de frutas y verduras, sin embargo, la exclusión de los productos de granos enteros y legumbres altera el

perfil de fibra consumida y, en particular, da lugar a un bajo consumo de almidón resistente.<sup>6</sup> El menú ejemplo de dieta paleo, suma un total de 12 a 13 g de fibra, el cual es menor a la recomendación de la OMS.

## DIETA LIBRE DE GLUTEN

Caracterizada por la exclusión del gluten, proteína que se encuentra en: trigo, cebada, centeno, algunas variedades de avena, así como sus híbridos y derivados.<sup>7</sup> Se indica en personas que padecen enfermedad celiaca,<sup>8</sup> pero se popularizó en la población por sus resultados en la pérdida de peso,<sup>9</sup> lo cual es el resultado de la exclusión de algunos hidratos de carbono.<sup>9</sup> La ausencia de granos integrales y el bajo contenido en fibra de los productos sin gluten (harina de arroz, maíz, tapioca, etc.), aumentan la probabilidad de no cumplir con los requerimientos diarios de fibra. En el análisis de un menú, a pesar de la presencia de legumbres y verduras, tendría un aporte cercano a 12 g por día.

## DIETA BAJA EN FODMAPS

En esta dieta se disminuye la ingesta de hidratos de carbono de cadena corta y fermentables denominados FODMAPs (siglas en inglés). Son oligosacáridos, disacáridos, monosacáridos y polioles fermentables, que no se absorben correctamente en el intestino y como resultado exacerbar síntomas gástricos en SII (síndrome de intestino irritable) y otras enfermedades inflamatorias intestinales.<sup>10,11</sup> Al llevar una dieta baja en FODMAPs, se observa una mejora de los síntomas en el 50% al 80% de los pacientes con SII,<sup>11</sup> pero en el análisis del contenido de fibra de un día de esta dieta, en promedio la ingesta de fibra es de 18 g/día, principalmente por excluir una lista amplia de alimentos ricos en fibra como el trigo, frutas, verduras y legumbres.

## DIETA MEDITERRÁNEA

Más que una dieta, es un tipo de alimentación inspirada en los patrones alimentarios de algunos de los países del Mediterráneo: Italia, Grecia, Chipre, Portugal, Turquía y España. Se caracteriza por un alto consumo de frutas y verduras, cereales integrales, aceite de oliva y pescado, que son alimentos bajos en grasas saturadas, altos en grasas monoinsaturadas y fibras.<sup>12,13</sup> Por estas características, cumple muy bien el aporte de fibra diario (aproximadamente 30 g/día) y es protectora cardiovascular.





## CONCLUSIONES

- A excepción de la dieta mediterránea, las dietas analizadas, podrían contener un bajo aporte de fibras, lo que puede repercutir en el estado de salud de las personas.
- Es posible llevar una de estas dietas y al mismo tiempo cumplir con los requerimientos de fibra diaria, si las personas son asesoradas por un profesional de la salud calificado.

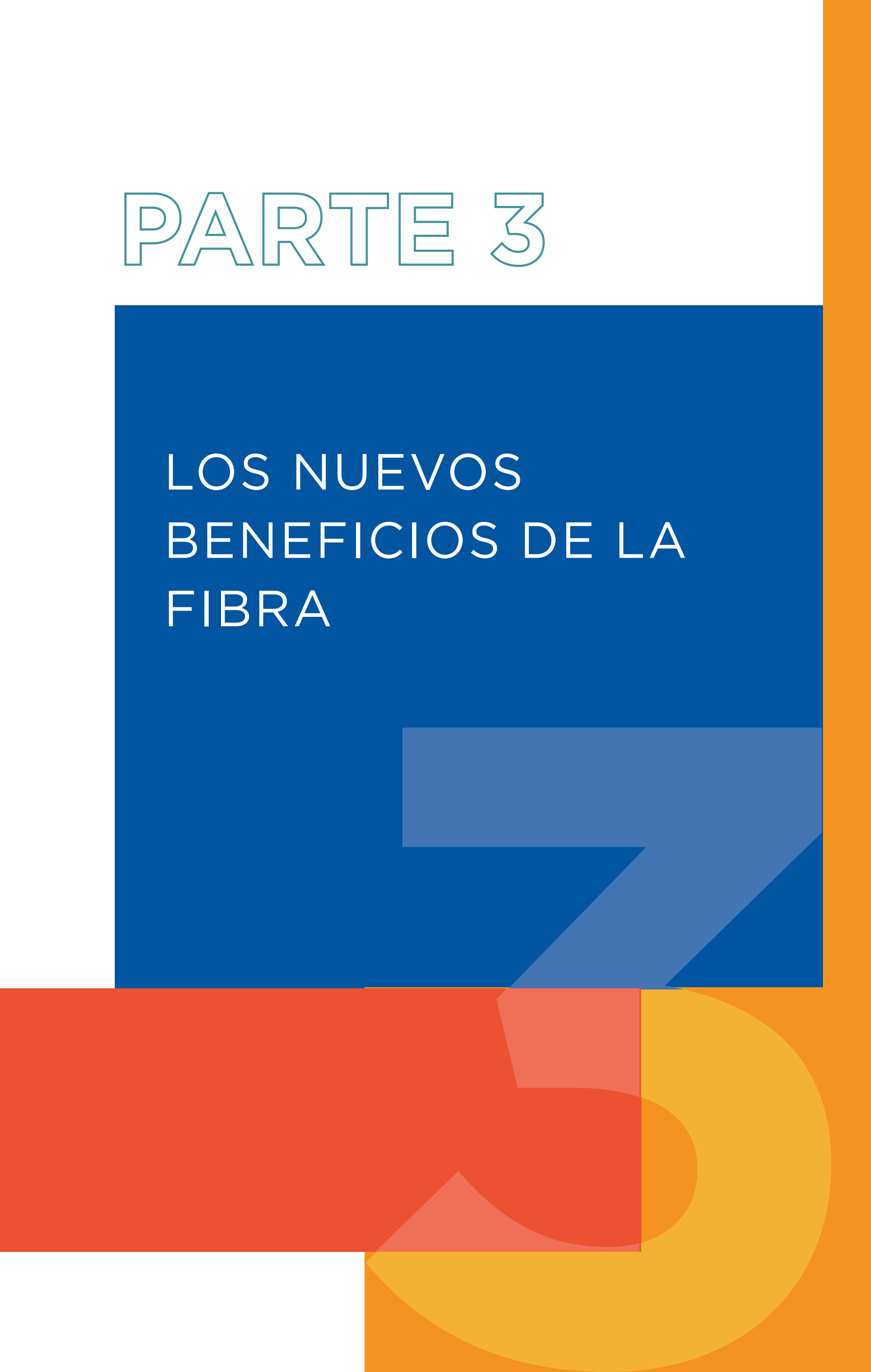


## REFERENCIAS

1. Mayoclinic.org Low-carb-diet: Can it help you lose weight ? art-20045831
2. Willems, A., Sura-de Jong, M., van Beek, A. P., Nederhof, E., & van Dijk, G. (2021). Effects of macronutrient intake in obesity: a meta-analysis of low-carbohydrate and low-fat diets on markers of the metabolic syndrome. *Nutrition reviews*, 79(4), 429-444. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa044>
3. Paoli, A., et al. Beyond weight loss: a review of the therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. *Eur J Clin Nutr* 67, 789-796 (2013). <https://doi.org/10.1038/ejcn.2013.116>
4. Arroyo P. La alimentación en la evolución del hombre: su relación con el riesgo de enfermedades crónico degenerativas. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 2008 Dic 65( 6 ): 431-440.
5. Tarantino G et al. Hype or Reality: Should Patients with Metabolic Syndrome-related NAFLD be on the Hunter-Gatherer (Paleo) Diet to Decrease Morbidity?. *JGLD* 1Sep.2015 24(3):359-68. Available from: <https://www.jgld.ro/jgld/index.php/jgld/article/view/1192>.
6. Manheimer EW, et al. Paleolithic nutrition for metabolic syndrome: Systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2015;102:922.
7. Biesiekierski, J. R. (2017) What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32: 78- 81. doi: 10.1111/jgh.13703.
8. Parra-Medina Rafael. Prevalencia de enfermedad celiaca en Latinoamérica: Revisión sistemática de la literatura y meta-análisis .*Anales de la Facultad de Medicina. Universidad de Rosario, Colombia* (2014) oai:repository.urosario.edu.co:10336/9004
9. Uscátegui-Peñuela Rosa Magdalena. La moda de las dietas sin gluten. *Perspect Nut Hum* [Internet]. 2018 Dec [cited 2022 Mar 08] ; 20( 2 ): 125-128. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-41082018000200125&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082018000200125&lng=en). <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v20n2a01>
10. Staudacher, H., Irving, P., Lomer, M. et al. Mechanisms and efficacy of dietary FODMAP restriction in IBS. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 11, 256-266 (2014). <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2013.259>.
11. López Valiente C et al. Dieta libre de FODMAPs (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols) y consumo de probióticos indicados en el síndrome del intestino irritable: a propósito de un caso. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2016; 36(3):194-200 DOI: 10.12873/363lopezvaliente
12. Urquiaga I et al, Origen, componentes y posibles mecanismos de acción de la dieta mediterránea. *Rev. méd. Chile* 2017 Ene; 145( 1 ): 85-95. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872017000100012&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872017000100012&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872017000100012>.
13. Dussaillant C et al., Evidencia actual sobre los beneficios de la dieta mediterránea en salud. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2016 Ago [citado 2022 Mar 09] ; 144( 8 ): 1044-1052. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872016000800012&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000800012&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016000800012>.

# PARTE 3

## LOS NUEVOS BENEFICIOS DE LA FIBRA



# 9 Fibra y microbiota: ¿cómo educan a nuestro sistema inmunológico?

Dra. Tania Aguilar López

El cuerpo humano alberga casi la misma cantidad de microorganismos que de células humanas.<sup>1</sup> Cerca del 95% de toda la microbiota del cuerpo humano vive en el colon<sup>2</sup> y el tracto gastrointestinal representa una de las superficies de mayor interacción entre hospedero, ambiente y microorganismos.<sup>3</sup> La microbiota intestinal se compone de microorganismos transitorios y residentes,<sup>4</sup> ambos tienen profundos efectos en la fisiología del hospedero y dentro de las funciones más importantes que desempeñan está el desarrollo y educación del sistema inmune.<sup>5-8</sup>

## ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA INMUNE INTESTINAL

El sistema inmune intestinal (SII) ha evolucionado para generar respuestas de protección contra patógenos, pero al mismo tiempo, tolerancia hacia las comunidades microbianas comensales que viven en él.<sup>9</sup> En esta respuesta del SII intervienen células, moléculas y receptores que se integran a diversos órganos linfoides. El tejido linfoide asociado a la mucosa gastrointestinal (GALT), contiene cerca del 80% de las células linfoides y produce una cantidad de anticuerpos mayor a la de cualquier otro órgano.<sup>7,8,10</sup>

El SII posee diferentes líneas de acción que le permiten reaccionar a los insultos del ambiente. La primera línea de defensa que posee el organismo no reside directamente en el sistema inmune, sino en la microbiota comensal.<sup>7</sup> Las bacterias residentes y transitorias tienen una función protectora, al limitar el acceso de los microorganismos patógenos al organismo, ya sea mediante competencia por nutrientes o receptores, con producción de compuestos antimicrobianos, modificando el pH o a través de la estimulación del sistema inmune.<sup>4,6,7</sup>

La segunda línea de defensa proviene del epitelio intestinal, el cual está constituido de una monocapa de diferentes tipos de células (enterocitos, células Paneth, Goblet, linfocitos intraepiteliales, entre otras) que participan en la respuesta innata del sistema inmune.<sup>6,8,11</sup> El mantenimiento de la barrera intestinal impide el paso de agentes patógenos y regula la entrada de agua, iones y nutrimentos.<sup>8</sup> La regulación de la

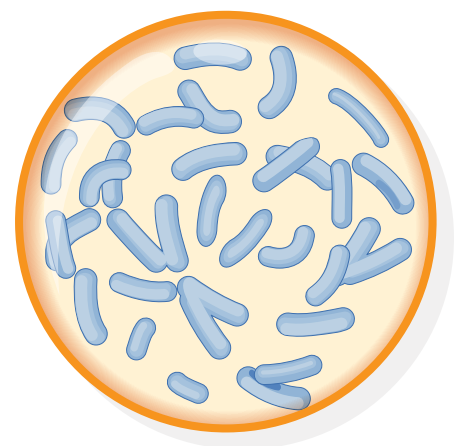
permeabilidad de la barrera intestinal resulta de la interacción entre la microbiota, el sistema inmune y el sistema nervioso entérico. La homeostasis intestinal es esencial para evitar la generación de procesos inflamatorios.<sup>11</sup>

En la tercera línea tenemos al GALT organizado, donde encontramos a las placas de Peyer en el cual residen macrófagos, células dendríticas, fibroblastos, linfocitos T y B. Adicionalmente, el GALT difuso, contiene linfocitos T intraepiteliales y otros tipos de células inmunitarias.<sup>11</sup> Todas estas líneas celulares están implicadas en la respuesta inmune, que pueden reaccionar ante un agente patógeno generando una respuesta inflamatoria, pero también deben conservar un estado antiinflamatorio que genere tolerancia inmunológica.<sup>6, 12</sup>

## RELACIÓN ENTRE LA MICROBIOTA Y EL SISTEMA INMUNE

La microbiota y el sistema inmune poseen una relación muy estrecha donde tanto el SII regula la composición de la microbiota como la microbiota regula e influye en el desarrollo del sistema inmune.<sup>7,9</sup> Adicional a esto, la microbiota puede generar metabolitos con función inmunoreguladora como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que pueden estimular la diferenciación de linfocitos T hacia aquellos que promueven una humoral antiinflamatoria.<sup>7</sup>

Un microorganismo que ha llamado mucho la atención por la capacidad de regular al sistema inmune es *Feacalibacterium prauznitzii*, una de las especies más abundantes en el intestino. La característica más importante de este microorganismo es su capacidad de producir butirato, un AGCC que tiene un efecto antiinflamatorio.<sup>13</sup> El butirato también tiene un papel crucial en la fisiología intestinal y el bienestar del huésped al ser la principal fuente de energía de los colonocitos y tener propiedades protectoras contra el cáncer colorrectal y las enfermedades inflamatorias del intestino. El butirato puede reducir la inflamación de la mucosa intestinal inhibiendo la activación del factor NF- $\kappa$ B.<sup>14</sup> Además, ha mostrado regular la permeabilidad intestinal al influir sobre la molécula antiinflamatoria microbiana (MAM).<sup>15</sup>



## FIBRAS E INUMONOMODULACIÓN

Los AGCC son resultado de la fermentación de la fibra, por lo que todos los efectos benéficos a continuación, son resultado de un consumo adecuado de la misma.<sup>16</sup> Los AGCC son metabolitos que pueden unirse a los receptores acoplados a proteínas G, expresados en las células inmunológicas y pueden regular la respuesta inflamatoria.<sup>17</sup>

La fibra proveniente de los cereales ha mostrado tener propiedades inmunomoduladoras.<sup>18</sup> Los arabinoxilanos, fibra de cereales como el trigo, centeno, cebada, avena, arroz y maíz, etc., han mostraron efectos inhibidores sobre el crecimiento tumoral, la producción de IL-2, y el recuento de leucocitos.<sup>19</sup> Adicionalmente, la suplementación con esta fibra ha mostrado aumentar la fagocitosis, reducir el pH en el ciego y desencadenar un nivel más alto de IL-10 con efecto antiinflamatorio en modelos animales.<sup>20</sup> Estudios en humanos han mostrado el efecto de diferentes fibras prebióticas en el mejoramiento de la respuesta inmune. Por ejemplo, el consumo de xilooligosacárido (XOS) + inulina disminuyó las concentraciones de lipopolisacárido (marcador de permeabilidad intestinal) en sangre y atenuó la expresión génica en IL-1 $\beta$  en sujetos sanos.<sup>21</sup> La suplementación con galactooligosacáridos (GOS) ha mostrado reducir los síntomas y la cantidad de días de duración de un resfriado común.<sup>22</sup> Aún se requieren muchos estudios para comprobar los efectos que tiene la fibra en diversas enfermedades, pero la evidencia hasta el momento señala que el consumo de fibra tiene efectos profundos sobre la respuesta inmune al ser uno de los moduladores más importantes de la microbiota intestinal.





## CONCLUSIONES

- Los AGCC y la microbiota son los actores principales en la inmunomodulación.
- La dieta es uno de los principales moduladores de la microbiota y la inmunidad.
- Las fibras presentes de forma natural o añadidas a los alimentos pueden beneficiar la salud intestinal, la integridad de la barrera intestinal y la composición de la microbiota



## REFERENCIAS

1. Sender R, Fuchs S, Milo R. Are we really vastly outnumbered? Revisiting the ratio of bacterial to host cells in humans. *Cell*. 2016;164(3):337-40.
2. Sebastián-Domingo J-J, Sánchez-Sánchez C, Sebastián-Domingo J-J, Sánchez-Sánchez C. De la flora intestinal al microbioma. *Rev Esp Enfermedades Dig*. enero de 2018;110(1):51-6.
3. Thursby E, Juge N. Introduction to the human gut microbiota. *Biochem J*. 1 de junio de 2017;474(11):1823-36.
4. Nava GM, Friedrichsen HJ, Stappenbeck TS. Spatial organization of intestinal microbiota in the mouse ascending colon. *ISME J*. abril de 2011;5(4):627-38.
5. Ahern PP, Maloy KJ. Understanding immune-microbiota interactions in the intestine. *Immunology*. 2020;159(1):4-14.
6. Borrueal N. Interacciones bacterianas con el sistema inmunológico intestinal: inmunomodulación. *Gastroenterol Hepatol*. 15 de febrero de 2003;26:13-22.
7. Ruiz-Briseño M del R, Sánchez-Reyes K, Álvarez-Zavala M, González-Hernández LA, Ramos-Solano M, Andrade-Villanueva JF. Homeostasis intestinal: colaboración del sistema inmune con la microbiota. *Rev Médica MD*. 18 de octubre de 2018;9.10(4):337-40.
8. Takiishi T, Fenero CIM, Câmara NOS. Intestinal barrier and gut microbiota: Shaping our immune responses throughout life. *Tissue Barriers*. 02 de 2017;5(4):e1373208.
9. Hooper LV, Macpherson AJ. Immune adaptations that maintain homeostasis with the intestinal microbiota. *Nat Rev Immunol*. marzo de 2010;10(3):159-69.
10. Shi N, Li N, Duan X, Niu H. Interaction between the gut microbiome and mucosal immune system. *Mil Med Res [Internet]*. 27 de abril de 2017;4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5408367/>
11. Salvo-Romero E, Alonso-Cotoner C, Pardo-Camacho C, Casado-Bedmar M, Vicario M. Función barrera intestinal y su implicación en enfermedades digestivas. *Rev Esp Enfermedades Dig*. 2015;107(11):686-96.
12. Hooper LV, Gordon JI. Commensal Host-Bacterial Relationships in the Gut. *Science*. 11 de mayo de 2001;292(5519):1115-8.
13. Barcenilla A, Pryde SE, Martin JC, Duncan SH, Stewart CS, Henderson C, et al. Phylogenetic relationships of butyrate-producing bacteria from the human gut. *Appl Environ Microbiol*. abril de 2000;66(4):1654-61.
14. Lopez-Siles M, Duncan SH, Garcia-Gil LJ, Martinez-Medina M. *Faecalibacterium prausnitzii*: from microbiology to diagnostics and prognostics. *ISME J*. abril de 2017;11(4):841-52.
15. Keely S, Talley NJ. In the ZONE: How Impedance Facilitates Progress in Functional Dyspepsia Research. *Dig Dis Sci*. 1 de noviembre de 2019;64(11):3027-9.
16. Makki K, Deehan EC, Walter J, Bäckhed F. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host Microbe*. 13 de junio de 2018;23(6):705-15.
17. Pujari R, Banerjee G. Impact of prebiotics on immune response: from the bench to the clinic. *Immunol Cell Biol*. marzo de 2021;99(3):255-73.
18. Chen Z, Li S, Fu Y, Li C, Chen D, Chen H. Arabinoxylan structural characteristics, interaction with gut microbiota and potential health functions. *J Funct Foods*. 1 de marzo de 2019;54:536-51.
19. Chen L-H, Chen Y-H, Cheng K-C, Chien T-Y, Chan C-H, Tsao S-P, et al. Antiobesity effect of *Lactobacillus reuteri* 263 associated with energy metabolism remodeling of white adipose tissue in high-energy-diet-fed rats. *J Nutr Biochem*. 1 de abril de 2018;54:87-94.
20. Fadel A, Plunkett A, Li W, Gyamfi VET, Nyaranga RR, Fadel F, et al. Modulation of innate and adaptive immune responses by arabinoxylans. *J Food Biochem*. 2018;42(2):e12473.
21. Lecerf J-M, Dépeint F, Clerc E, Dugenet Y, Niamba CN, Rhazi L, et al. Xylo-oligosaccharide (XOS) in combination with inulin modulates both the intestinal environment and immune status in healthy subjects, while XOS alone only shows prebiotic properties. *Br J Nutr*. 28 de noviembre de 2012;108(10):1847-58.
22. Hughes C, Davoodi-Semiromi Y, Colee JC, Culpepper T, Dahl WJ, Mai V, et al. Galactooligosaccharide supplementation reduces stress-induced gastrointestinal dysfunction and days of cold or flu: a randomized, double-blind, controlled trial in healthy university students. *Am J Clin Nutr*. junio de 2011;93(6):1305-11.

# 10 Consumo de fibra: ¿cómo contribuye al envejecimiento saludable?

Mtra. Vania Lara Mejía



## ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL ENVEJECIMIENTO SALUDABLE

El envejecimiento es un proceso natural. El término "anciano" se aplica a los individuos de 60 años o más y representa el segmento de la población de más rápido crecimiento en todo el mundo.<sup>1</sup> El envejecimiento está influenciado por factores intrínsecos (sarcopenia, atrofia de la piel, reducción de la respuesta del sistema inmune, etc.) y extrínsecos (dieta, actividad física, estrés, fármacos, comorbilidades, etc.), los cuales conducen a un deterioro progresivo de la función de varios órganos y sistemas.<sup>2,3</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su compromiso con los objetivos del desarrollo sostenible, propuso que del 2020 al 2030 sea la década del envejecimiento saludable, ya que es un requisito para

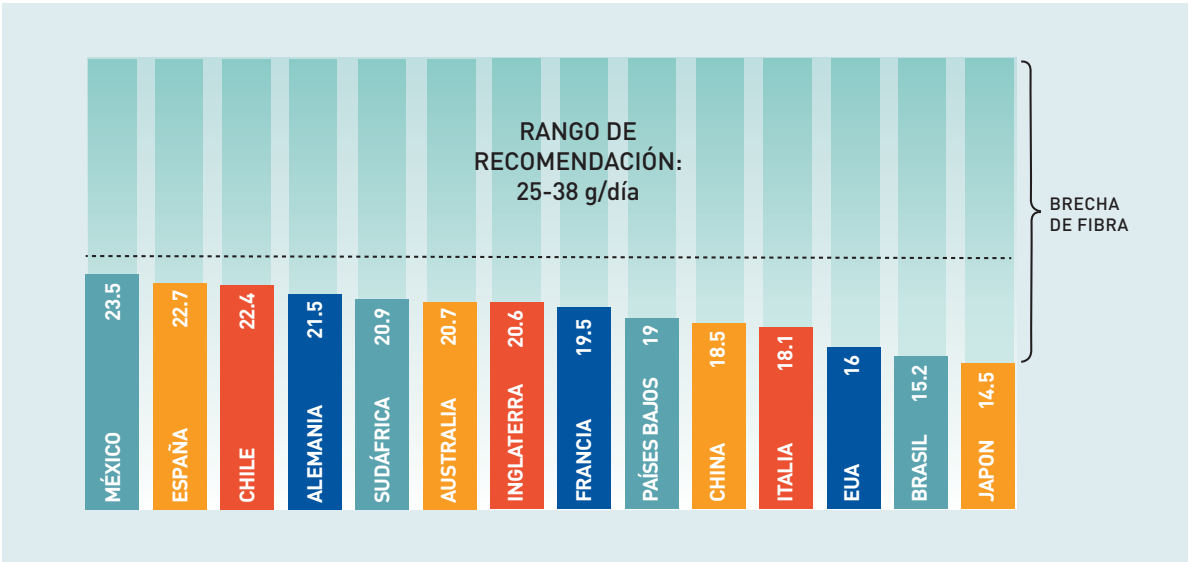
garantizar una vida saludable.<sup>4</sup> El envejecimiento saludable es el proceso de desarrollo y mantenimiento de la capacidad funcional (capacidades que permiten a las personas satisfacer sus necesidades básicas, tener movilidad; mantener relaciones y contribuir a la sociedad) y capacidad intrínseca (combinación de las capacidades físicas y mentales de una persona, tales como caminar, pensar, ver, oír y recordar) que permite el bienestar en la vejez.<sup>2,3</sup>

Debido a la importancia de promover el envejecimiento saludable, es fundamental comprender qué cambios fisiológicos son inherentes a este proceso. En el caso del sistema gastrointestinal existen diferentes factores que pueden afectar negativamente la ingesta de nutrientes, tal es el caso de la disfagia, que suele asociarse a enfermedades neurológicas y a la senilidad.<sup>5</sup> Otro factor es la disminución de la función de la mucosa gástrica, ya que disminuye la capacidad para resistir agresiones y aumenta el riesgo de úlceras, cáncer e infecciones.<sup>5</sup> También existen otras alteraciones neurológicas, cardiovasculares y respiratorias, no obstante, es importante mencionar que todas estas alteraciones relacionadas con la edad son muy variables y también dependen de influencias ambientales, como la dieta, el ejercicio y el estrés.

El Estudio de la Carga Global de Enfermedades (2010) ha confirmado el papel de la mala alimentación como riesgo de pérdida de años de vida ajustados por discapacidad, debido a su fuerte relación con la hipertensión arterial, el índice de masa corporal (IMC), la glucosa plasmática en ayunas y el colesterol total.<sup>6</sup> Una dieta de baja calidad es una de las principales causas prevenibles de muerte y discapacidad en todo el mundo.<sup>7</sup> Los adultos mayores tienden a declarar una ingesta inadecuada de frutas, verduras, legumbres, cereales integrales, frutos secos o semillas, pero una ingesta excesiva de carnes procesadas, alimentos fritos y azúcares añadidos.<sup>8</sup> Este tipo de alimentación ha generado importantes vacíos nutricionales, tales como inadecuado consumo de fibra, calcio, vitamina A, vitamina D y vitamina E.<sup>8</sup> La fibra, por ejemplo, tiene un 20% de inadecuación, esto quiere decir que solo se consume el 80% de la cantidad recomendada. En la **Figura 2** se puede observar que ninguno de los países incluidos llega a la ingesta recomendada de fibra según la OMS (25-38 gramos/día).<sup>9</sup>

## Déficit mundial en la ingesta de fibra

Ingesta media diaria de fibra por país (en g)



**Figura 2.** Déficit mundial de ingesta de fibra  
Adaptada de Tate&Lyle. How and why to increase daily fibre intake [Internet]. 2021.  
Available from: <https://www.tateandlyle.com/fibre-gap>

## LA IMPORTANCIA DE LAS FIBRAS EN EL ENVEJECIMIENTO

Los componentes de la dieta, como la fibra dietética prebiótica, se han relacionado con cambios en la composición de la microbiota intestinal. Cada vez hay más evidencia que demuestra que los prebióticos son esenciales para mejorar la absorción intestinal del calcio y otros minerales y, por ende, para mejorar la salud ósea.<sup>10</sup> Un mecanismo principal para explicar los beneficios de los prebióticos, como las fibras, en la absorción del calcio es el siguiente.

La fermentación de fibras prebióticas por bacterias sacarolíticas en el intestino grueso produce AGCC, como butirato y acetato. La captación de estos AGCC aumenta la proliferación celular, lo que da como resultado un aumento en la profundidad de las criptas intestinales y mayor densidad celular y flujo sanguíneo en las vellosidades. Este cambio en la morfología proporciona una mayor superficie para la absorción de calcio y ocasiona una mayor síntesis de los transportadores de este mineral.<sup>11</sup> Por lo anterior, la literatura apoya el consumo de prebióticos como un enfoque rentable y sostenible para mejorar la prevención de fracturas.<sup>11</sup>

Generalmente cuando pensamos en la ganancia o mantenimiento del músculo, inmediatamente pensamos en el consumo de proteínas. Efectivamente el consumo de proteínas es esencial para mantener la masa magra; sin embargo, un estudio poblacional en Taiwán mostró una asociación entre el consumo de fibra y el rendimiento físico en personas mayores de 55 años de edad.<sup>12</sup> En el estudio, la ingesta de fibra se evaluó usando un cuestionario de frecuencia de alimentos. Se observó, después de ajustar por todos los posibles factores de confusión, que los participantes con una mayor ingesta de fibra (Q4: hombres >35.12 gramos/días y mujeres >35.35 gramos/día) presentaban una velocidad de marcha significativamente más rápida, una mayor distancia de minutos caminando y una mayor fuerza de agarre de las manos.<sup>12</sup> Por lo tanto, concluyeron que la ingesta de fibra estaba independientemente asociada con un mejor rendimiento físico en hombres y mujeres mayores de 55 años.<sup>12</sup> De igual manera, se ha observado que alimentos ricos en fibra como las frutas y verduras se han relacionado con una disminución en el deterioro cognitivo.<sup>13</sup> Gracias a esta evidencia podemos concluir que el consumo de fibra y de alimentos ricos en fibra, como las frutas y verduras, no sólo están relacionados con la salud intestinal, ya que también pueden llegar a jugar un papel importante en la salud ósea,<sup>11</sup> en el rendimiento físico<sup>11</sup> y en la función cognitiva.<sup>13</sup>



## CONCLUSIONES

- Con el envejecimiento se producen cambios fisiológicos en todos los sistemas del cuerpo: disminución de la masa ósea y muscular y disminución de la función cognitiva.
- Los cambios con la edad tienen importantes implicaciones prácticas para el tratamiento clínico de los pacientes de edad avanzada, por esta razón, se necesitan programas preventivos que incluyan recomendaciones dietéticas y de actividad física, en un esfuerzo por retrasar o invertir algunos de estos cambios.
- La fibra y alimentos ricos en fibra, como las frutas y verduras, son nutrientes clave en el mantenimiento de la masa ósea, masa muscular y función cognitiva.



## REFERENCIAS

1. Dobriansky PJ, Suzman RM, Hodes RJ. Why Population Aging Matters - A Global Perspective. US Dep State [Internet]. 2007;1-32. Available from: [papers2://publication/uuid/4B8865DB-5866-4285-A74D-168F45ED1109](https://papers2://publication/uuid/4B8865DB-5866-4285-A74D-168F45ED1109)
2. Del Giudice G, Goronzy JJ, Grubeck-Loebenstein B, Lambert PH, Mrkván T, Stoddard JJ, et al. Fighting against a protean enemy: immunosenescence, vaccines, and healthy aging. npj Aging Mech Dis [Internet]. 2018;4(1):1-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41514-017-0020-0>
3. Giudice, G., Goronzy, J.J., Grubeck-Loebenstein, B. et al. Fighting against a protean enemy: immunosenescence, vaccines, and healthy aging. npj Aging Mech Dis. 2018; 4(1). Available from: <https://doi.org/10.1038/s41514-017-0020-0>
4. WHO. Decade of Healthy Ageing. World Heal Organ [Internet]. 2020;1-24. Available from: <https://www.who.int/initiatives/decade-of-healthy-ageing> <https://www.who.int/initiatives/decade-of-healthy-ageing/connection-series> <https://www.who.int/ageing/decade-of-healthy-ageing>
5. Amarya S, Singh K, Sabharwa M. Ageing Process and Physiological Changes. IntechOpen [Internet]. 2018;13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1039C7RA00172J> <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics> <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2011.12.014>
6. SS L, T V, AD F, Al. E. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions. Lancet [Internet]. 2012;380(9859):2224-60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23245609>
7. Micha R, Shulkin ML, Peñalvo JL, Khatibzadeh S, Singh GM, Rao M, et al. Etiologic effects and optimal intakes of foods and nutrients for risk of cardiovascular diseases and diabetes: Systematic reviews and meta-analyses from the nutrition and chronic diseases expert group (NutriCoDE). PLoS One. 2017;12(4):1-25.
8. Shlisky J, Bloom DE, Beaudreault AR, Tucker KL, Keller HH, Freund-Levi Y, et al. Nutritional considerations for healthy aging and reduction in age-related chronic disease. Adv Nutr. 2017;8(1):17-26.
9. Tate&Lyle. How and why to increase daily fibre intake [Internet]. 2021. Available from: <https://www.tateandlyle.com/fibre-gap>
10. McCabe L, Britton RA, Parameswaran N. Prebiotic and Probiotic Regulation of Bone Health: Role of the Intestine and its Microbiome. Curr Osteoporos Rep. 2015;13(6):363-71.
11. Whisner CM, Castillo LF. Prebiotics, Bone and Mineral Metabolism. Calcif Tissue Int. 2018;102(4):443-79.
12. Wu IC, Chang HY, Hsu CC, Chiu YF, Yu SH, Tsai YF, et al. Association between dietary fiber intake and physical performance in older adults: A nationwide study in Taiwan. PLoS One. 2013;8(11):1-12.
13. Yuan C, Fondell E, Bhushan A, Ascherio A, Okereke OI, Grodstein F, et al. Long-term intake of vegetables and fruits and subjective cognitive function in US men. Neurology. 2019;92(1):E63-75

# 11 Consumo de fibra ¿cómo contribuye a nuestra salud ósea?

Mtra. Rebeca Leyva

## FIBRAS, MICROBIOTA Y SALUD ÓSEA

La Fundación Nacional de Osteoporosis sugiere como parte de las recomendaciones para el desarrollo saludable de la masa ósea un adecuado aporte de grasa; en particular de ácido araquidónico, proteína, calcio, vitamina D, llevar patrones alimenticios saludables que incluyan alimentos con un adecuado aporte de fibra, lácteos y abundantes vegetales, limitar el consumo de alcohol y bebidas con cafeína.<sup>1</sup>

Algunos tipos de fibra tienen beneficios para los huesos durante todo el ciclo de la vida; como alcanzar la masa ósea máxima durante la adolescencia y minimizar la resorción ósea en mujeres posmenopáusicas. Los mecanismos prebióticos de algunos tipos de fibras contribuyen a este efecto incluidos los cambios en la composición de la microbiota intestinal, producción de AGCC, pH intestinal modificado, modificación de biomarcadores y regulación del sistema inmunológico. Si bien la mayoría de los datos disponibles respaldan una mejor biodisponibilidad mineral, la evidencia emergente sugiere roles microbianos alternativos y la presencia de un intrincado eje de señalización intestino-hueso.<sup>2</sup>

La relación de la microbiota y el hueso puede ser por la interacción de diversos factores como pueden ser:<sup>2</sup>

Intestino:	Permeabilidad intestinal, digestión y absorción de nutrimentos.
Sistema endócrino:	Paratohormona (PTH), Factor de Crecimiento Insulínico Tipo 1 (IGF-1), estrógenos, serotonina.
Sistema inmunológico:	TNF-alfa, Interleucina-6.
Productos microbianos:	AGCC.

## MECANISMOS DE ACCIÓN

Una primer hipótesis menciona que los prebióticos influyen en la morfología intestinal y en la presencia de proteínas de transporte de calcio. Este mecanismo implica fermentación de fibras prebióticas por la microbiota formando AGCC, como butirato y acetato, y la captación de los mismos aumenta la proliferación celular dando como resultado, un aumento en la profundidad de la cripta intestinal, mayor densidad celular y flujo sanguíneo en las vellosidades. Este aumento de tejido mucoso proporciona una mayor superficie para absorción de calcio. Además, metabolitos microbianos como los AGCC pueden indicar una mayor expresión génica de transportadores de calcio.<sup>3</sup>

Otra hipótesis menciona que la fermentación de la fibra dietética y la producción de AGCC con el cambio en el pH en el colon, promueve la solubilización mineral y con esto la absorción y uso del calcio mejorando el contenido mineral y densidad ósea.<sup>3</sup>

La absorción de minerales podría mejorar gracias al aumento de la viscosidad en el colon promovida por ciertas fibras solubles. Se cree que una mayor acidez en el colon evita que el calcio forme complejos con metabolitos cargados negativamente, incluidos los fitatos y oxalatos. La liberación de calcio de estas moléculas aumenta la disponibilidad del mineral para la absorción y la posterior mineralización ósea.<sup>3,4</sup>

Una tercer hipótesis sugiere que los AGCC afectan la homeostasis ósea por dos vías, primero por los fuertes efectos de inhibición sobre los inhibidores de histona deacetilasa; estos regulan la transcripción de los genes relacionados a la actividad del hueso, y su inhibición promueve la diferenciación osteogénica, utilizado para regeneración mineral de tejido. El segundo, el efecto del butirato sobre los osteoclastos, induce directamente la reprogramación metabólica de los precursores de los osteoclastos, lo que regula a la baja los genes de los osteoclastos esenciales. Los efectos indirectos de los AGCC pueden explicar su capacidad de inducción de las células T reguladoras (Treg), que suprimen la diferenciación de los osteoclastos a través de la secreción de citocinas anti-osteo-clásticas, así como a través de un contacto directo célula-célula.<sup>5</sup>

## FIBRAS Y SALUD ÓSEA



En el estudio observacional de Lee y colaboradores cuyo objetivo era investigar la correlación entre la ingesta diaria de fibra y la densidad mineral ósea encontraron que la ingesta de fibra se correlacionó positivamente con la densidad mineral ósea de la columna lumbar en hombres (18-45 años). Todos tenían una inadecuada ingesta de fibra (9.1 g mujeres y 6.3 g hombres al día) y calcio (583.6 mg las mujeres y 437.8 mg los hombres).<sup>6</sup>

En el estudio de Whisner y colaboradores del 2014, el objetivo era investigar el efecto de la fibra soluble de maíz sobre la absorción y retención de Ca en adolescentes durante 3 semanas, probaron 12 g/día de fibra soluble de maíz (tratamiento con fibra) y 0 g/día de fibra soluble de maíz [tratamiento de control (CON)] y en orden aleatorio con una dieta baja en calcio (600 mg/día). La absorción fraccional de calcio se midió al final de los dos períodos de intervención utilizando un método de isótopos de estabilidad dual. La retención de calcio se calculó como la ingesta de calcio en la dieta menos la excreción de calcio en las heces y la orina durante las últimas 2 semanas. Los resultados mostraron que el consumo diario de 12 g de fibra soluble de maíz aumentó la absorción fraccional de calcio en un 12% a corto plazo, incluso con una ingesta dietética de calcio inferior a la recomendada. Suponiendo que se mantenga el aumento de la absorción de calcio con el tratamiento con fibra soluble de maíz, esto conduciría a un aumento de 15 g (1,8%) de calcio óseo en un año.<sup>7</sup>

En otro estudio evaluaron la respuesta a la dosis de 0, 10 g y 20 g de fibra al día administrada de fibra soluble de maíz y la absorción de calcio. Los resultados muestran aumento de 13.3% (10 g de fibra) y 12.9% (20 g de fibra) en la absorción de calcio. El aumento de la absorción de calcio con el tratamiento con fibra soluble de maíz sería equivalente a 9.3 g (1.2%) adicionales de calcio óseo total durante un año. Este incremento en la absorción de calcio se correlacionó positivamente con aumentos en *Clostridium* y concluyeron que la fibra soluble de maíz aumentó la absorción de calcio en mujeres adolescentes y que dos grupos de bacterias pueden estar involucrados, uno fermenta directamente la fibra soluble y el segundo fermenta metabolitos de esta adicionalmente, promoviendo una mayor absorción de calcio.<sup>8</sup>

En el estudio clínico aleatorizado, controlado, doble ciego de Jakeman donde participaron 14 mujeres en menopausia recibiendo una suplementación de 0, 10 y 20 g de fibra soluble de maíz al día a través de muffins y bebidas durante 50 días con períodos de lavado, se observó aumento de la retención de calcio en el hueso en 4.8% (10 g de fibra) y 7% (20 g de fibra), agregando un balance estimado de 50 mg calcio en los huesos al día.<sup>9</sup>



## CONCLUSIONES

- El microbioma intestinal es un regulador clave de la salud ósea.
- Las alteraciones en el microbioma contribuyen a la pérdida patológica de hueso.
- Algunas fibras dietéticas con comprobado efecto prebiótico pueden apoyar a la salud ósea al aumentar la absorción de calcio y la retención de este mineral en los huesos.
- Es necesario desarrollar nuevas investigaciones para evaluar si las fibras prebióticas influyen en la mineralización ósea a largo plazo, para aclarar los mecanismos de acción de las fibras en la salud ósea y sus resultados de salud en poblaciones representativas.



## REFERENCIAS

1. Weaver C, Gordon C, Janz K, Kalkwarf H, Lappe J, Lewis R et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporosis International*. 2016;27(4):1281-1386
2. Rizzoli R. Nutritional influence on bone: role of gut microbiota. *Aging Clin Exp Res*. 2019 Jun;31(6):743-751.
3. Bongers and van den Heuvel. *Food Rev Int*. 2003. Perez-Conesa, et al. *J Sci Food Agric*. 2007. Scholz-Ahrens, et al. *AJCN*. 2001;73:459S.
4. Raschka, et al. *Bone*. 2005;37:728. Weaver CM et al. *J Agri Food Chem*. 2010
5. Zaiss MM, Jones RM, Schett G, Pacifici R. The gut-bone axis: how bacterial metabolites bridge the distance. *J Clin Invest*. 2019 Jul 15;129(8):3018-3028
6. Lee T, Suh HS. Associations between Dietary Fiber Intake and Bone Mineral Density in Adult Korean Population: Analysis of National Health and Nutrition Examination Survey in 2011. *J Bone Metab*. 2019 Aug;26(3):151-160
7. Whisner CM, Martin BR, Nakatsu CH, McCabe GP, McCabe LD, Peacock M, Weaver CM. Soluble maize fibre affects short-term calcium absorption in adolescent boys and girls: a randomised controlled trial using dual stable isotopic tracers. *Br J Nutr*. 2014 Aug 14;112(3):446-56
8. Whisner CM, Martin BR, Nakatsu CH, Story JA, MacDonald-Clarke CJ, McCabe LD, McCabe GP, Weaver CM. Soluble Corn Fiber Increases Calcium Absorption Associated with Shifts in the Gut Microbiome: A Randomized Dose-Response Trial in Free-Living Pubertal Females. *J Nutr*. 2016 Jul;146(7):1298-30
9. Erratum for Jakeman SA et al. Soluble corn fiber increases bone calcium retention in postmenopausal women in a dose-dependent manner: a randomized crossover trial. *Am J Clin Nutr* 2016;104:837-43. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2017;105(3):772.3-772.

# 12 La salud de tu intestino, es la salud de tu cerebro: eje microbiota-intestino-cerebro

Dra. Tania Aguilar López

## EJE MICROBIOTA-INTESTINO-CEREBRO

El intestino cuenta con su propio sistema nervioso, el sistema nervioso entérico (SNE) que cuenta con más de 500 millones de neuronas. El SNE determina los movimientos del tracto gastrointestinal, controla la secreción del ácido gástrico, regula la absorción de líquidos y nutrientes, interactúa con el sistema endocrino intestinal y el sistema inmunitario, y mantiene la integridad de la barrera epitelial, entre otras cosas.<sup>1</sup>

La manera en la que la microbiota se comunica con el sistema nervioso central (SNC) a través de 3 vías: el nervio vago, la vía sistémica (mediante la liberación de hormonas, metabolitos y neurotransmisores) y el sistema inmune (por la acción de las citocinas).<sup>1</sup> Existen una gran variedad de sustancias neuroactivas como la serotonina, las catecolaminas y la dopamina que se liberan desde las células neuroendocrinas del intestino. Por ejemplo, la serotonina (5-HT), producida en un 90% en el intestino, es regulada por la microbiota. Por otra parte, la producción de triptófano (aminoácido precursor de la serotonina), también puede ser regulada por los microorganismos intestinales. El triptófano al ser capaz de atravesar la barrera hematoencefálica (BHE), puede influir en la síntesis de serotonina central. Adicionalmente, los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), producto de la fermentación de la fibra, pueden atravesar la BHE y llegar al hipotálamo, donde puede regular los niveles de GABA, glutamato o glutamina, además de aumentar la expresión de péptidos anorexígenos, por lo que están implicados en la regulación del hambre y la saciedad.<sup>2</sup>

Por otra parte, los diferentes metabolitos bacterianos, las sustancias neuroactivas o las citocinas del sistema inmune pueden estimular al nervio vago. La microbiota intestinal puede alterar la señalización de este nervio al influir directamente en la liberación de diversas moléculas

derivadas de células inmunitarias, neuroendocrinas o gastrointestinales.<sup>3</sup> De igual forma, el nervio vago puede generar una comunicación bidireccional que regula procesos como la inflamación local del intestino o la permeabilidad intestinal.<sup>4,5</sup>

## **MICROBIOTA EN ENFERMEDADES PSIQUIÁTRICAS Y NEURODEGENERATIVAS**

Debido a la compleja e importante interacción entre la microbiota, el intestino y el cerebro, se ha demostrado que alteraciones en la microbiota intestinal (disbiosis), generan cambios en el SNC, lo que conlleva la generación de enfermedades neurodegenerativas o neuropsiquiátricas. Una dieta deficiente de fibra, alta en grasas saturadas o proinflamatoria, aunada a cambios en la microbiota por uso de antibióticos, puede generar metabolitos que señalicen hacia respuestas neuroinflamatorias o a un desbalance de neurotransmisores que culmine en una degeneración neuronal.<sup>6</sup> El estrés, la depresión, el autismo, el Alzheimer o el Parkinson, son ejemplos de diferentes enfermedades o condiciones neuropsiquiátricas y neurodegenerativas asociadas a cambios en diversos grupos bacterianos.<sup>2</sup>

En relación al Parkinson, enfermedad neurodegenerativa caracterizada por una deficiencia en la secreción de dopamina por parte de las células nerviosas, en 2003, Braak y colaboradores postularon la hipótesis de que un patógeno (virus o bacteria) en el intestino podría ser responsable de la iniciación esporádica de la enfermedad de Parkinson.<sup>7</sup> En el Alzheimer existe evidencia de que la microbiota interviene en metabolismo triptófano por la vía de la quinurenina y que los metabolitos resultantes de esta vía podrían asociarse a una respuesta inflamatoria en esta enfermedad.<sup>8,9</sup>

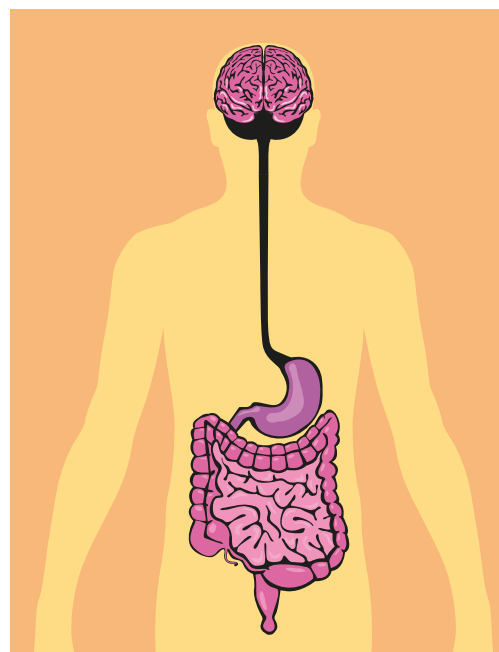
## **LA FIBRA EN EL EJE MICROBIOTA-INTESTINO-CEREBRO**

La fibra es un sustrato energético para las bacterias intestinales, su función y relación con el eje-intestino-cerebro va encaminado hacia la producción de AGCC.<sup>10</sup> Diversos estudios observacionales nos muestran que existe una relación estrecha entre el consumo de fibra y menor riesgo

de enfermedades neurodegenerativas. El estudio de Fatahi y colaboradores en 2021 señala que los cambios en la composición del microbioma conducen a la consiguiente modulación de varios neurotransmisores, alteración de la respuesta inducida por el estrés, mitigación de la cascada de inflamación y regulación del estrés oxidativo.<sup>11</sup> Por otra parte, en Iowa Women's Health Study, se encontró que la relación entre la ingesta de fibra y la puntuación de calidad de vida y salud mental difiere según la fuente de fibra (grano integral frente a granos refinados) y que la fibra sigue siendo un componente de la dieta clave para la salud, no solo intestinal, sino también cerebral.<sup>12</sup>

## EL FUTURO EN EL ESTUDIO DEL EJE MICROBIOTA-INTESTINO-CEREBRO

A pesar de que muchos estudios se han enfocado en caracterizar los grupos bacterianos asociados a diversas enfermedades neurodegenerativas y neuropsiquiátricas, la pregunta ¿Quiénes son estas bacterias? Queda muy corta al no existir consistencia en mucho de los resultados. Por esto, la pregunta más acertada es ¿Qué están haciendo? A través de los estudios metagenómicos no solo logramos identificar a las bacterias, sino también conocer el contenido genético que nos permita dilucidar su función.<sup>13</sup> Por medio de la metagenómica y la metabolómica podemos conocer la identidad y la función de los microorganismos.



*“Los metabolitos producidos por la microbiota son el producto posterior de la **expresión génica** y actividad **metabólica** y, por tanto, pueden considerarse como un **producto final** dentro de la jerarquía funcional. La metabolómica puede así proporcionar una fotografía fiable del estado funcional real del ecosistema intestinal”.*<sup>14</sup>

La Genómica Nutricional ofrece la posibilidad de analizar las interacciones microbiota-intestino-cerebro desde las ciencias ómicas. Dos de las aproximaciones más estudiadas en Genómica Nutricional son la nutrigenética (manera en la que los nutrimentos o los compuestos activos de los alimentos influyen en la expresión de nuestros genes) y la nutrigenética (forma en la que nuestros genes influyen en la forma de digerimos, absorbemos y metabolizamos los nutrimentos).<sup>15</sup> Otra manera de influir sobre la expresión génica es a través de la epigenética, la cual se refiere a los cambios químicos que sufre el ADN sin sufrir cambios en las secuencias de sus nucleótidos.<sup>16</sup> La microbiota es capaz de generar modificaciones epigenéticas en nuestros genes. Los AGCC, específicamente el butirato, ha mostrado ser un inhibidor de las histonas desacetilasas. El butirato ha mostrado tener acciones neuroprotectoras, ya que está implicado en la activación de genes, sobre todo de aquellos implicados en la supervivencia neuronal.<sup>17</sup> En enfermedades como el Parkinson, vemos el escenario opuesto. Se observa una disminución en géneros como *Blautia*, *Roseburia*, *Fecalibacterium*, todos grandes productores de butirato, lo que se asocia a un incremento de las histonas desacetilasas. Se cree que este puede ser uno de los mecanismos desregulados en el Parkinson.<sup>18</sup>



## CONCLUSIONES

- El estudio del eje microbiota-intestino-cerebro es una de las áreas de investigación de mayor crecimiento en los últimos años.
- Las enfermedades neuropsiquiátricas y neurodegenerativas parecen tener una asociación con metabolitos de origen microbiano.
- Se requiere de conocer los mecanismos implicados en la relación entre microbiota-cerebro para generar estrategias preventivas y terapéuticas.
- La fibra a través de la generación de AGCC es capaz de modular la expresión génica e influir en la prevención de eventos neurodegenerativos.



## REFERENCIAS

1. Gómez Eguílaz M, Ramón Traperó JL, Pérez Martínez L, Blanco JR. El eje microbiota-intestino-cerebro y sus grandes proyecciones. *Rev Neurol*. 2019;68(3):111-7.
2. Kim N, Yun M, Oh YJ, Choi H-J. Mind-altering with the gut: Modulation of the gut-brain axis with probiotics. *J Microbiol Seoul Korea*. marzo de 2018;56(3):172-82.
3. Godoy LD, Rossignoli MT, Delfino-Pereira P, Garcia-Cairasco N, de Lima Umeoka EH. A Comprehensive Overview on Stress Neurobiology: Basic Concepts and Clinical Implications. *Front Behav Neurosci* [Internet]. 2018 [citado 9 de abril de 2022];12. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnbeh.2018.00127>
4. Fülling C, Dinan TG, Cryan JF. Gut Microbe to Brain Signaling: What Happens in Vagus.... *Neuron*. 20 de marzo de 2019;101(6):998-1002.
5. Bonaz B, Bazin T, Pellissier S. The Vagus Nerve at the Interface of the Microbiota-Gut-Brain Axis. *Front Neurosci*. 2018;12:49.
6. Chandra S, Alam MT, Dey J, Sasidharan BCP, Ray U, Srivastava AK, et al. Healthy Gut, Healthy Brain: The Gut Microbiome in Neurodegenerative Disorders. *Curr Top Med Chem*. 2020;20(13):1142-53.
7. Rietdijk CD, Perez-Pardo P, Garssen J, van Wezel RJA, Kraneveld AD. Exploring Braak's Hypothesis of Parkinson's Disease. *Front Neurol*. 13 de febrero de 2017;8:37.
8. González-Sánchez M, Jiménez J, Narváez A, Antequera D, Llamas-Velasco S, Martín AH-S, et al. Kynurenic Acid Levels are Increased in the CSF of Alzheimer's Disease Patients. *Biomolecules*. abril de 2020;10(4):571.
9. Kennedy PJ, Cryan JF, Dinan TG, Clarke G. Kynurenine pathway metabolism and the microbiota-gut-brain axis. *Neuropharmacology*. enero de 2017;112(Pt B):399-412.
10. Bourassa MW, Alim I, Bultman SJ, Ratan RR. Butyrate, Neuroepigenetics and the Gut Microbiome: Can a High Fiber Diet Improve Brain Health? *Neurosci Lett*. 20 de junio de 2016;625:56-63.
11. Fatahi S, Matin SS, Sohouli MH, Găman M-A, Raee P, Olang B, et al. Association of dietary fiber and depression symptom: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Complement Ther Med*. enero de 2021;56:102621.
12. Ramin S, Mysz MA, Meyer K, Capistrant B, Lazovich D, Prizment A. A Prospective Analysis of Dietary Fiber Intake and Mental Health Quality of Life in the Iowa Women's Health Study. *Maturitas*. enero de 2020;131:1-7.
13. Milani C, Duranti S, Bottacini F, Casey E, Turrone F, Mahony J, et al. The First Microbial Colonizers of the Human Gut: Composition, Activities, and Health Implications of the Infant Gut Microbiota. *Microbiol Mol Biol Rev MMBR*. 8 de noviembre de 2017;81(4):e00036-17.
14. Moya A, Ferrer M. Functional Redundancy-Induced Stability of Gut Microbiota Subjected to Disturbance. *Trends Microbiol*. mayo de 2016;24(5):402-13.
15. Farhud D, Zarif Yeganeh M, Zarif Yeganeh M. Nutrigenomics and Nutrigenetics. *Iran J Public Health*. 31 de diciembre de 2010;39(4):1-14.
16. Friso S, Carvajal C, Fardella C, Olivieri O. Epigenetics and arterial hypertension: The challenge of emerging evidence. *Transl Res*. 1 de junio de 2014;165.
17. Fellows R, Denizot J, Stellato C, Cuomo A, Jain P, Stoyanova E, et al. Microbiota derived short chain fatty acids promote histone crotonylation in the colon through histone deacetylases. *Nat Commun*. 9 de enero de 2018;9(1):105.
18. Sharma S, Taliyan R. Targeting histone deacetylases: a novel approach in Parkinson's disease. *Park Dis*. 2015;2015:303294.

# **SOBRE LAS** **autoras**

## **Mtra. Rebeca Leyva Rico**

- Licenciada en Nutrición y Bienestar Integral por el Tecnológico de Monterrey
- Maestra en Nutrición Aplicada y Especialidad en Obesidad y sus Comorbilidades por la Universidad Iberoamericana
- Educadora en Diabetes por la Universidad Anáhuac
- Certificada en el Proceso de Cuidado Nutricio por la Academy of Nutrition and Dietetics
- Diplomado en Inmunología y Nutrición por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
- Ha participado como conferencista en congresos nacionales y brindado ponencias en distintas instituciones
- Directora de carrera de la Licenciatura en Nutrición y Bienestar Integral en el Tecnológico de Monterrey Campus Guadalajara y da consulta privada.



**Contacto** [rebeca.leyva@leiconutricion.com](mailto:rebeca.leyva@leiconutricion.com)  
<https://www.linkedin.com/in/rebecaleyva>

## **Mtra. Vania Lara Mejía**

- Licenciada en Nutrición y Bienestar Integral por el Tecnológico de Monterrey.
- Maestra en Salud Pública con concentración en Nutrición por la Escuela de Salud Pública de México del Instituto Nacional de Salud Pública.
- Ha sido docente impartiendo las materias de “Salud Pública” y “Diseño, implementación y evaluación de programas de nutrición” en diversas universidades de la Ciudad de México.
- Ha participado en congresos a nivel Nacional e Internacional como ponente de trabajos científicos. Por último, ha sido co-autora de artículos científicos publicados en revistas indexadas a nivel Internacional.
- Asistente de Investigación en el Instituto de Investigaciones para el Desarrollo con Equidad (EQUIDE) de la Universidad Iberoamericana en Ciudad de México.



**Contacto** <https://www.linkedin.com/in/vania-lara-mej%C3%ADa-ab0508135/>

## L.N. María Inés Somoza



- Licenciada en Nutrición egresada de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Buenos Aires.
- Especialista en Nutrición Clínica de la Universidad de Buenos Aires.
- Directora del Servicio de Nutrición del Hospital Universitario de la Fundación Favaloro y Directora de la carrera de Lic. en Nutrición de la Universidad Favaloro. Ciudad de Buenos Aires.
- Docente de Posgrado de la Universidad de Buenos Aires.

**Contacto:** [nutremis@gmail.com](mailto:nutremis@gmail.com)

<https://www.linkedin.com/in/mar%C3%AD-a-in%C3%A9s-somoza-793a9819/>

## Mtra. Liliana Ladino



- Nutricionista Dietista, Mención Honorífica, Universidad Nacional de Colombia.
- Especialista en Nutrición Clínica Pediátrica, Hospital Infantil de México.
- Magister en Crecimiento y Desarrollo, y Doctoranda en Programación Fetal de la Universidad de Granada, España.
- Miembro activo de la Sociedad Europea, Norteamericana y Latinoamericana de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica ESPGHAN, NASPGHAN y Coordinadora del Grupo de Nutrición de la LASPGHAN.
- Colaboradora para la Early Nutrition Academy ENA de la Universidad de Munich LMU, Alemania.
- Asesora externa para la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Docente e investigadora del Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo IINGM, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.
- Fundadora y Directora General del Centro de Investigación y Educación en Nutrición CIENutrition.

**Contacto:** [lladino@cienutrition.org](mailto:lladino@cienutrition.org)

<https://www.cienutrition.org/>

## Dra. Tania Aguilar López



- Licenciada en Nutrición con Maestría en Nutrición Humana y Doctorado en Ciencias Biológicas.
- Se ha desarrollado tanto en la industria de alimentos como en la academia.
- Docente de la cátedra de Bioquímica en la Universidad Anáhuac y de la de Aspectos Microbiológicos de Enfermedades Crónicas no Transmisibles en la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Actualmente se desempeña como Medical Scientific Liaison y consultora independiente para la industria de alimentos.

**Contacto:** [tania.aguilar@uaq.mx](mailto:tania.aguilar@uaq.mx)  
<https://www.linkedin.com/in/tania-aguilar-aa900233/>  
[@the.nutrition.scientist \(Instagram\)](#)

## L.N. Daniela Ghiardo Soto



- Licenciada en Nutrición de la Universidad de Chile y Candidata a Magister en Alimentación y Nutrición
- Coaching Nutricional en la Universidad de Barcelona.
- Se desempeña como docente de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Chile, donde es la encargada de internados clínicos de quinto año. Se desempeña, además, como nutricionista del Centro de Nutrición y Bariátrica de la Clínica Las Condes.
- Forma parte de la directiva del Capítulo de Nutricionistas Bariátricas de Chile (Cenuba) IFSO Chile, con quienes publicó las primeras Guías Bariátricas para Chile.
- Co-autora de publicaciones ligadas al tema de Obesidad y Bariátrica, como las Guías Bariátricas para Latinoamérica.
- Ponente en congresos nacionales e internacionales y ha participado en diferentes programas de radio y televisión de su país.

**Contacto:** [d.ghiardo@gmail.com](mailto:d.ghiardo@gmail.com)  
[@dghiardo \(Instagram\)](#)