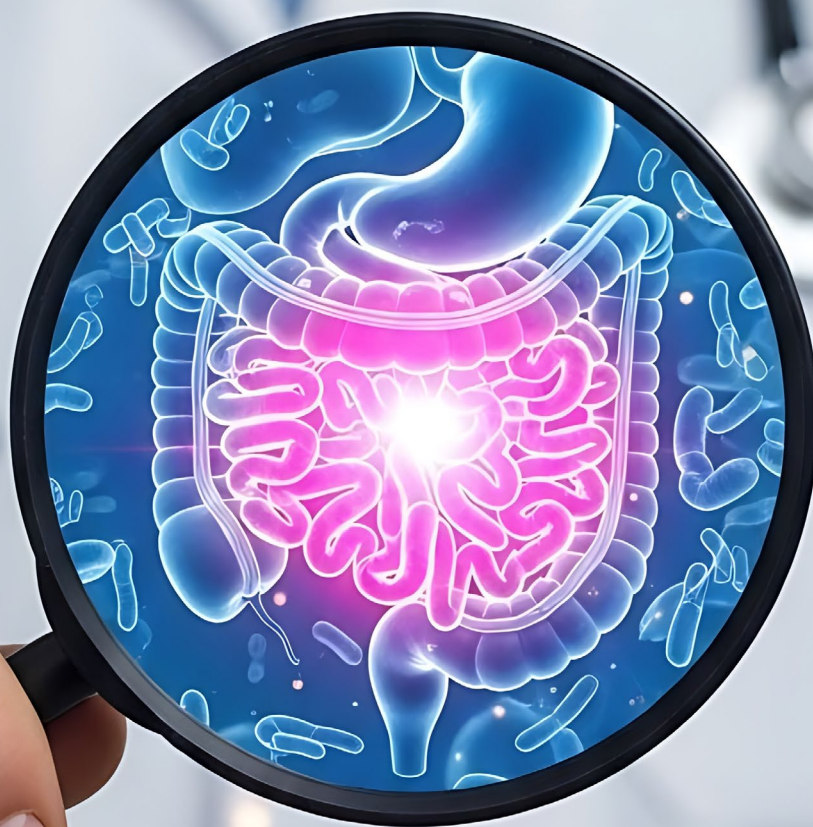




Papel de la nutrición en el eje microbiota- intestino-cerebro

Cada vez más cerca

para aprender y conversar de nutrición



996 375 106



La Buena Nutrición



@la_buena_nutricion

labuenanutricion.com



Editorial

EDICIÓN

Nutrición corporativa -
Gestión Científica

DISEÑO

Wendy Drouard

IMPRESIÓN

Xxxxxx

© **La buena Nutrición**

labuenanutricion.com

La comprensión de la nutrición ha experimentado una transformación notable en los últimos años, trascendiendo el concepto tradicional de simple aporte energético para consolidarse como un pilar fundamental de la salud integral. Hoy, la ciencia confirma que la microbiota intestinal desempeña un papel crucial en la comunicación bidireccional entre el intestino y el cerebro, influyendo no solo en los procesos metabólicos, sino también en el equilibrio emocional, la función cognitiva y la salud mental.

En este escenario, la alimentación adquiere un valor estratégico como herramienta moduladora de este eje vital. Una dieta equilibrada, variada y rica en nutrientes esenciales, fibra y compuestos bioactivos favorece el desarrollo de una microbiota diversa y funcional, capaz de fortalecer el sistema inmunológico y proteger al organismo frente a la inflamación crónica y el estrés oxidativo, factores estrechamente vinculados a múltiples enfermedades a lo largo del curso de la vida.

Asimismo, cuidar la nutrición desde las etapas más tempranas, y sostenerla de manera consciente durante el envejecimiento, resulta determinante para preservar la salud, la autonomía y la calidad de vida. Nutrir adecuadamente al cuerpo es, en esencia, una inversión en bienestar físico, mental y social.

Desde *La Buena Nutrición*, reafirmamos nuestro compromiso de acercar información científica clara, rigurosa y actualizada que oriente decisiones alimentarias informadas y responsables. Porque hoy más que nunca, comprendemos que alimentarnos bien no solo es una forma de cuidar el cuerpo, sino también de proteger nuestra mente y construir un futuro más saludable.

Youmi Paz Olivas

PhD en Nutrición y Alimentos

PAPEL DE LA NUTRICIÓN EN EL EJE MICROBIOTA- INTESTINO-CEREBRO

Mónica De la Fuente

Doctora en Biología y Doctora en Medicina.

Catedrática Emérita de Fisiología en la Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN



La microbiota intestinal lleva a cabo muchas funciones que son fundamentales para nuestra vida. Esta microbiota establece conexiones con todos los órganos y sistemas corporales y, entre ellos, con los sistemas homeostáticos, el nervioso, endocrino e inmunitario, contribuyendo al desarrollo y funcionamiento de estos, lo que, consecuentemente, permite el mantenimiento de la salud del organismo desde el nacimiento hasta la muerte del individuo. Por ello, la alteración de esta microbiota, la disbiosis, está en la base de más de trescientas enfermedades, en las que, en

todas, subyace un estrés oxidativo e inflamatorio. Concretamente, el eje bidireccional microbiota-intestino-cerebro, explica la repercusión de la microbiota intestinal en el funcionamiento cerebral y en la conducta, tanto la individual, incluyendo las apetencias de ingesta, como la social, y así, incide en la salud mental. Muchos factores ambientales y de estilo de vida pueden modular el estado funcional de este eje, pero la nutrición es uno de los más relevantes. Dietas que aporten compuestos antioxidantes-antiinflamatorios son las mejores para el buen estado de la microbiota intestinal, de sus conexiones con el

resto del organismo incluyendo las que establece con el cerebro. En este contexto, ciertos probióticos que producen una mejora de la salud mental, denominados psicobióticos, pueden ser también una buena herramienta para mantener una adecuada salud en general y en particular una buena salud mental.

Palabras clave: Microbiota intestinal, Eje microbiota-intestino-cerebro, Disbiosis, Estrés oxidativo-inflamatorio, Dietas ricas en antioxidantes, Probióticos

LA MICROBIOTA INTESTINAL

De las localizaciones de nuestra microbiota autóctona ("conjunto de comunidades de microorganismos que colonizan de forma estable las superficies epidérmicas y las mucosas de los conductos y cavidades corporales que se comunican con el exterior"), la intestinal es la que tiene mayor abundancia de microorganismos, más del 75% de los autóctonos, y constituyendo casi 1 kg del peso corporal. Esta microbiota establece con nosotros una relación mutualista, ya que si bien le proporcionamos a esos

microorganismos un hábitat apropiado para vivir, ellos llevan a cabo funciones que resultan esenciales para la vida del ser humano (1,2).

Las funciones de la microbiota intestinal pueden agruparse en los siguientes cuatro apartados (Figura 1):

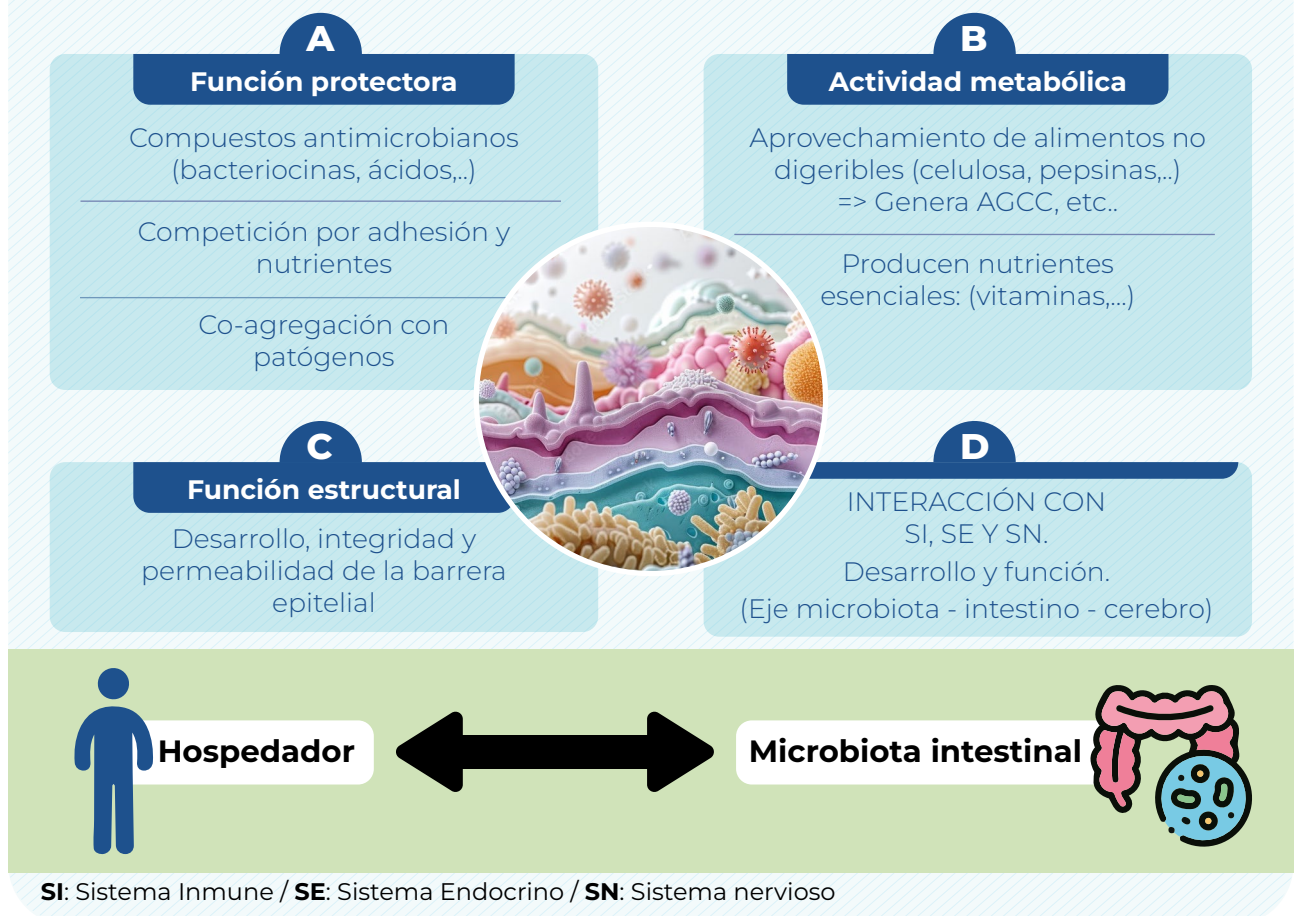
- A.** Protege frente a patógenos, a través de su exclusión (ocupando espacio y formando agregados con ellos) o destrucción (produciendo compuestos antimicrobianos).
- B.** Participa en la nutrición y metabolismo a través de la

degradación de alimentos indigeribles que pueden ser aprovechados, y de la provisión de nutrientes esenciales. De este modo se puede disponer de toda una serie de compuestos y gases con funciones relevantes.

- C.** Permite el desarrollo, integridad y permeabilidad de la barrera intestinal.
- D.** Interacciona con los sistemas homeostáticos del intestino, como el sistema nervioso, el endocrino y el inmunitario, posibilitando su adecuado desarrollo y función.

FIGURA 1

FUNCIONES DE LA MICROBIOTA INTESTINAL



LA MICROBIOTA INTESTINAL EN LA SALUD

Para entender cómo la microbiota intestinal interviene en la salud, debemos recordar primero cómo se consigue mantener la salud en general.

¿CÓMO SE CONSIGUE MANTENER LA SALUD?

Para mantener una adecuada salud debemos tener una buena capacidad de adaptación a todos los cambios internos y externos con los que nos enfrentamos constantemente, esto es, una buena homeostasis. Esta homeostasis se consigue gracias a unos sistemas fisiológicos denominados homeostáticos, como lo son el sistema nervioso, el endocrino y el inmunitario. Una buena salud requiere no solo que estos sistemas funcionen bien, también deben comunicarse apropiadamente a través de los mediadores químicos que producen (neurotransmisores, hormonas y citoquinas). Por ello, la ciencia que estudia esta comunicación, la psiconeuroinmunoendocrinología es denominada “la ciencia de la salud” (3,4).

¿Y LA SALUD INTESTINAL?

La salud intestinal se consigue gracias al correcto estado y comunicación de los sistemas homeostáticos presentes en esa localización (2-4).

El **sistema nervioso** intestinal es un complejo que se le ha denominado “el segundo cerebro”. En el intestino hay un sistema nervioso intrínseco, el entérico (SNE), con sus plexos neuronales y células de glía, y un sistema nervioso extrínseco, el

sistema nervioso autónomo (SNA) constituido por el simpático y el parasimpático (nervio vago). Gracias a ellos es posible controlar todas las funciones intestinales. Además, la información de lo que sucede en el intestino llega al sistema nervioso central (SNC) e incide así en el funcionamiento del cerebro, incluyendo los sentimientos, emociones, motivaciones y funciones cognitivas superiores.

El **sistema inmunitario** intestinal es, posiblemente, la localización inmunitaria más compleja y peculiar de todo el organismo. Anatómicamente se distingue un tejido linfóide organizado y uno difuso. El primero es el tejido linfóide relacionado con el intestino (GALT, *gut associated lymphoid tissue*), constituido por las placas de Peyer, el apéndice, los folículos linfoides aislados y los nódulos linfáticos mesentéricos. El segundo está formado por toda una amplia gama de células en las que destacan los linfocitos T (con presencia de sus diferentes subpoblaciones, especialmente los T reguladores [Treg], generadores de compuestos anti-inflamatorios), linfocitos B, células plasmáticas (las más abundantes son las productoras de IgA), células linfoides innatas, células dendríticas, macrófagos y mastocitos. Todo ese conjunto de células de la inmunidad innata y adquirida realizan una delicada función de defensa frente a los patógenos que llegan, así como de tolerancia para los antígenos de los alimentos y de la microbiota intestinal, como se comentará más adelante.

El **sistema endocrino** intestinal es también muy potente, con células como las enteroendocrinas, productoras de hormonas que controlan múltiples procesos digestivos. Estas hormonas, por tanto, actúan a nivel intestinal y también general del organismo

por el que recirculan mediante la vía sanguínea.

RELACIÓN INTESTINO-CEREBRO

Los tres sistemas homeostáticos se comunican en el intestino para permitirle su adecuada homeostasis, y los mediadores de esos sistemas, junto a los generados tras su comunicación, pueden llegar al resto del organismo, incluido el SNC, utilizando para ello las vías nerviosa y sanguínea. Así, todo lo que sucede en el intestino acaba repercutiendo en el funcionamiento cerebral y en las manifestaciones del mismo, como es la conducta.

Dado que todas esas comunicaciones son bidireccionales, también hay que tener presente que los procesos cerebrales repercuten en los sistemas homeostáticos y en la red neuroinmunoendocrina intestinal. Señales eferentes que llegan desde el cerebro al intestino por el nervio vago, por vías adrenérgicas, y ejes neuroendocrinos, como el que constituye el eje Hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA), inciden en esas comunicaciones. Todo ello explica cómo las emociones, los sentimientos, la inadecuada respuesta a situaciones de estrés o numerosas alteraciones neurológicas, pueden repercutir en la función intestinal.

RELACIÓN DE LA MICROBIOTA INTESTINAL CON LOS SISTEMAS HOMEOSTÁTICOS

En esa comunicación neuroinmunoendocrina del intestino y su proyección al resto del organismo se debe introducir

un nuevo elemento: la microbiota intestinal, la cual lleva a cabo un complejo diálogo con los sistemas homeostáticos de esa localización (2-6).

La microbiota del intestino humano, desde que nacemos, está en contacto con esos sistemas homeostáticos, y ese diálogo permite a estos sistemas desarrollarse y funcionar de forma adecuada. En esta comunicación intervienen no sólo los contactos directos con la microbiota, también, y de forma más relevante, los múltiples metabolitos que los microorganismos intestinales permiten generar, como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (fundamentalmente butírico, acético y propiónico), los neurotransmisores y hormonas, los aminoácidos y sus catabolitos (como en el caso del triptófano), o las típicas endotoxinas, esto es, los lipopolisacáridos (LPS) y los péptidos amiloides, entre otros. Resulta interesante y curioso que muchos microorganismos de la microbiota puedan producir compuestos que son idénticos u homólogos a los mediadores sintetizados por las células de los sistemas homeostáticos.

INTERACCIÓN DE LA MICROBIOTA CON EL SISTEMA INMUNITARIO

El diálogo entre la microbiota y las células inmunitarias intestinales es compleja, y en el mismo se debe considerar también el que se establece con la barrera epitelial y la capa de moco. Esa comunicación puede ser directa, pero con más frecuencia es indirecta. En el primer caso utiliza patrones moleculares asociados a microbio (MAMP, *microbe associated molecular pattern*) que son reconocidos por los receptores de reconocimiento de patrones (PRR, *pattern*

recognition receptors) de las células con actividad inmunitaria innata, como por ejemplo, los receptores tipo toll (TLR, *toll like receptors*) presentes en leucocitos, pero también en otras células del intestino como las epiteliales. Así, por ejemplo, las células dendríticas de la lámina propia reconocen a los microorganismos, se activan y hacen la presentación antigénica a los linfocitos, secretándose las citoquinas necesarias, tanto para producir una respuesta inmunitaria eficaz en la destrucción de los patógenos, como para generar tolerancia frente a los componentes de la microbiota. La comunicación indirecta se hace mediante la amplia gama de compuestos generados por la microbiota, como los antes mencionados: AGCC, neurotransmisores, hormonas e incluso, microvesículas. De este modo, los microorganismos intestinales promueven la diferenciación de linfocitos B a células plasmáticas secretoras de IgA, y de los linfocitos T a determinadas subpoblaciones como Th17 y Treg, y la secreción por estas células de citoquinas proinflamatorias y antiinflamatorias, respectivamente. También, regulan la función de células linfoides innatas y del resto de los componentes inmunitarios. El resultado de esa comunicación dependerá del tipo de microorganismos presentes en el intestino.

Ese dialogo permite el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario desde los primeros momentos de la vida de cada individuo, favoreciendo la capacidad de los leucocitos para destruir microorganismos patógenos y a la vez tolerar los antígenos de los alimentos y los de la microbiota autóctona. Todos los productos que se generan en ese diálogo de la microbiota y las células inmunitarias de la

mucosa, llegarán al resto del organismo, consiguiendo modular la inmunidad general.

INTERACCIÓN DE LA MICROBIOTA CON EL SISTEMA ENDOCRINO

Los microorganismos intestinales también promueven la secreción de mediadores típicos del sistema endocrino, esto es, las hormonas, las cuales son capaces de modificar las células de la mucosa intestinal. Las hormonas microbianas y las generadas en las células intestinales (inmunitarias y enteroendocrinas) pueden alcanzar, por vía sanguínea, cualquier localización. Además, dada la bidireccionalidad de las conexiones, las hormonas producidas en los ejes neuroendocrinos y en las glándulas endocrinas pueden afectar a la riqueza y diversidad de la microbiota.

INTERACCIÓN DE LA MICROBIOTA CON EL SISTEMA NERVIOSO

Los microorganismos intestinales, fundamentalmente a través de los productos que generan, como AGCC y toda una serie de neurotransmisores (GABA, serotonina, dopamina, norepinefrina, acetilcolina y muchos neuropéptidos), así como los producidos en la mucosa intestinal por los sistemas homeostáticos, hacen posible tanto el desarrollo y funcionamiento del SNE, como el del SNC al que llegan todos esos mediadores tanto por vía sanguínea como fundamentalmente a través del nervio vago.

PAPEL DE LA MICROBIOTA EN LA CONDUCTA

La existencia de este diálogo microbiota-intestino-cerebro

puede explicar cómo los microorganismos intestinales, al modificar el funcionamiento cerebral, inciden en la conducta de cada individuo. Se ha comprobado que muchos aspectos de nuestra conducta personal, incluidas las apetencias por determinados alimentos, pero también las que suponen relacionarse con otros individuos y las que median la elección de pareja, se asocian a la microbiota intestinal (2-8).

LA MICROBIOTA INTESTINAL EN EL BINOMIO SALUD/ ENFERMEDAD

Debido a todo lo comentado hasta el momento, es posible comprender que si el diálogo entre la microbiota intestinal y los sistemas homeostáticos es adecuado, el resultado será un buen estado de salud, pero si no lo es, aparecerán enfermedades. De hecho, la alteración del equilibrio microbiano intestinal, denominada disbiosis, al igual que la pérdida de diversidad microbiana se han relacionado con más de 300 patologías, las cuales no se circunscriben únicamente al ámbito digestivo, sino afectan a todos los órganos y sistemas. Algunas de estas enfermedades se relacionan de manera más directa con un sistema inmunitario deteriorado (enfermedades autoinmunitarias, alergias, cáncer, etc.), otras con el endocrino (diabetes, obesidad, etc.) y otras más con un sistema nervioso alterado (ansiedad, depresión, autismo, trastorno bipolar, esquizofrenia, e incluso enfermedades neurodegenerativas como Parkinson y Alzheimer) (2,5,6).

Todas estas patologías tienen como base un estrés oxidativo e inflamatorio (desbalance por una producción de oxidantes

y compuestos inflamatorios en mayor medida que la de antioxidantes y compuestos antiinflamatorios), procesos que siempre se dan de forma conjunta (9), y que pueden ser generados por una microbiota intestinal alterada. En la disbiosis siempre se pierden los microorganismos más beneficiosos por su papel antioxidante-antiinflamatorio, y predominan los que generan oxidación-inflamación y el consecuente riesgo de enfermedad (2,5).

Una cuestión que surge en este contexto es si los cambios en la microbiota es causa o consecuencia de la enfermedad que se considere. Aunque queda mucho por investigar en este campo, hay resultados que apuntan al papel determinante de la microbiota en algunas patologías. Como ejemplo, se puede indicar que en modelos de ratones para Parkinson, la sintomatología desaparece tras la eliminación de la microbiota intestinal y vuelve a aparecer al incorporar la microbiota de las heces de un individuo con esta enfermedad (10).

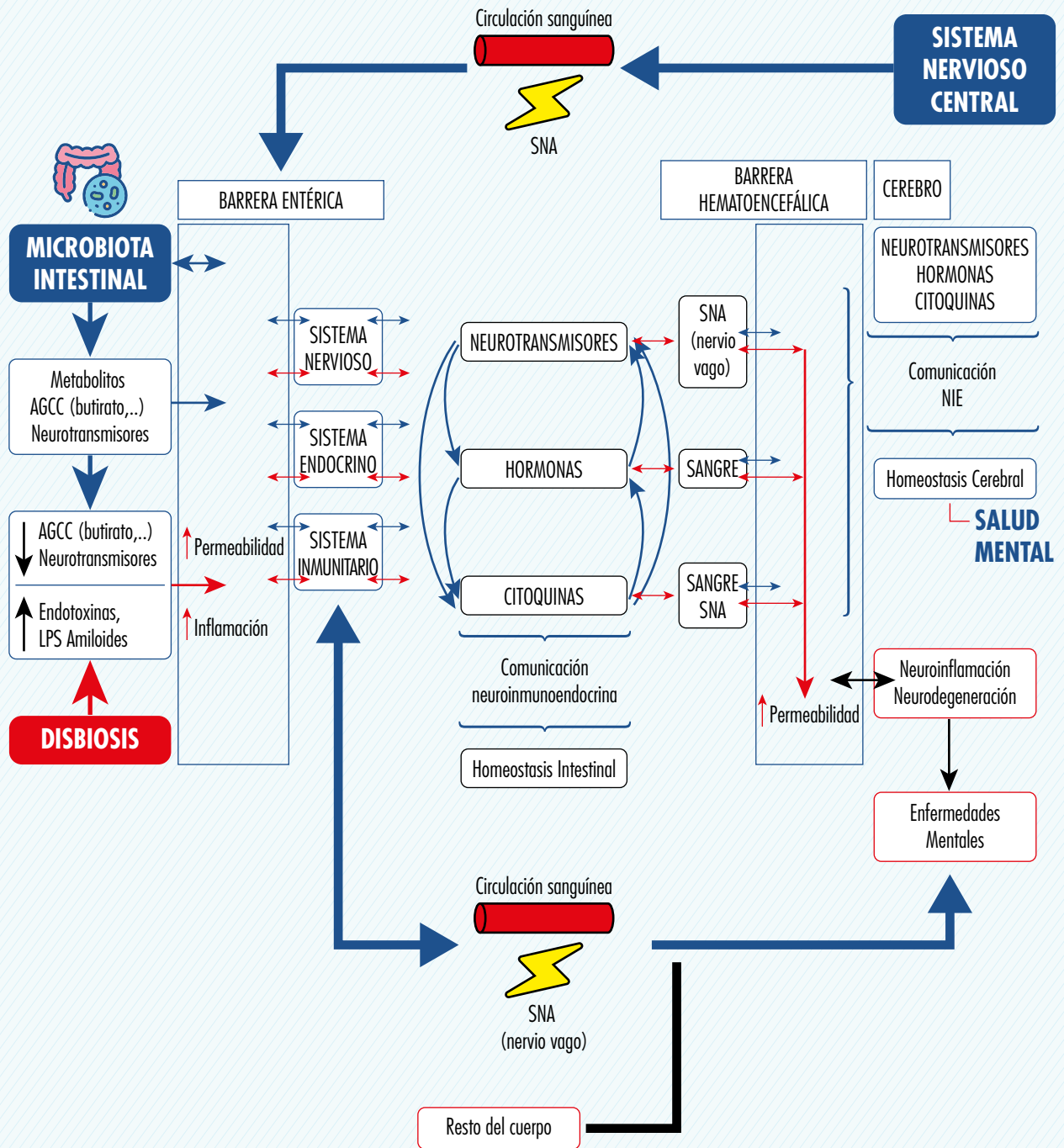
EL EJE MICROBIOTA-INTESTINO - CEREBRO (MIC)

Uno de los ejes más estudiados de la comunicación que establece la microbiota intestinal con los sistemas fisiológicos ha sido el que la relaciona con el cerebro. El denominado "eje microbiota-intestino-cerebro" (MIC) está constituido por una compleja red de interconexiones entre el intestino y el SNC (Figura 2). El eje utiliza diferentes vías, la humoral (mediante la circulación intestinal, sistémica y la barrera hematoencefálica)

y la neural (fundamentalmente vía nervio vago). Como ya se ha indicado, los metabolitos, neurotransmisores, hormonas, e incluso microvesículas que genera la microbiota intestinal, *per sé*, pero también mediante el diálogo con los sistemas homeostáticos intestinales, pueden modular la permeabilidad de las barreras intestinal y hematoencefálica y afectar al cerebro. Así, la microbiota intestinal, a través de esta comunicación intestino-cerebro y en el marco de la comunicación neuroinmunoendocrina, puede influir en todas las funciones cerebrales, desde las emociones, el control del estrés (permitiendo la modulación de los ejes implicados en el mismo como el HHA), la cognición, la memoria y un largo etc. resultando fundamental para la salud mental. Como ejemplos, los LPS bacterianos pueden generar neuroinflamación y estrés oxidativo que alteran el funcionamiento cerebral, mientras los AGCC, como el butirato, no sólo disminuye la inflamación cerebral, también, al incidir en la expresión del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF, *brain-derived neurotrophic factor*) favorecen muchas funciones cerebrales. Además, dado que todas esas comunicaciones son bidireccionales, los mediadores generados en el SNC llegarán al intestino y modificarán el diálogo neuroinmunoendocrino intestinal y el de éste con la microbiota, incidiendo también en la diversidad y función de esos microorganismos. Esto explica que la respuesta inadecuada a situaciones de estrés, los estados emocionales, los rasgos de personalidad y un largo etcétera, repercutan en el estado funcional del intestino, en la microbiota y en su comunicación con los sistemas homeostáticos (11-13).

FIGURA 2

EJE MICROBIOTA-INTESTINO-CEREBRO



CAMBIOS EN EL EJE MIC A LO LARGO DE LA VIDA

El eje microbiota-intestino-cerebro (MIC) se establece en el momento en que lo hace la microbiota intestinal, esto es, en el nacimiento, cuando se introducen microorganismos procedentes fundamentalmente de la microbiota materna ubicada en el canal del parto, y también los del ambiente. La lactancia materna ayuda a constituir una microbiota saludable. Desde ese momento se da el diálogo de la microbiota con los sistemas homeostáticos, que ya se ha comentado, siendo estos primeros momentos de la vida, que pueden abarcar los primeros mil días, un periodo crítico para el desarrollo del cerebro, y pueden condicionar el funcionamiento del eje a lo largo de la vida del individuo (2,5,14).

En la edad adulta, la microbiota intestinal presenta en cada ser humano lo que se denomina una "huella microbiológica" única, que se ha desarrollado desde la infancia y a lo largo de la adolescencia, y se ha ido adaptando a las características vitales de cada individuo. En el largo proceso del envejecimiento (que se extiende desde el inicio de la edad adulta, la década de los veinte, hasta la muerte del individuo), la microbiota puede variar dependiendo, de manera importante, del estilo de vida, en el que la dieta tiene un papel muy relevante. A pesar de la gran variación interindividual, es factible considerar ciertas generalidades. Al envejecer, el perfil microbiológico intestinal es inestable y disminuye en diversidad. Se van perdiendo microorganismos que proporcionan AGCC y aumentando los potencialmente patógenos y aquellos que favorecen la inflamación y oxidación. En

realidad, los cambios en la microbiota al envejecer se ven más relacionados con la edad biológica de cada individuo, esto es, con la velocidad a la que envejece, que con la cronológica. De hecho, los centenarios, en el contexto en que estamos, presentan una microbiota más parecida a la de adultos-jóvenes que a la de los septuagenarios. Así, estudios recientes están demostrando que la microbiota intestinal incide en cómo envejecemos y en la longevidad que se alcance (14).

FACTORES QUE INCIDEN EN EL EJE MIC

Una microbiota sana (eubiótica) es resiliente y capaz de restaurar su equilibrio cuando se somete a oscilaciones normales, pero cuando el hospedador y los factores ambientales impiden los mecanismos compensadores de las alteraciones, el resultado es una disbiosis. Una gran cantidad de factores pueden modificar la microbiota intestinal y generar disbiosis, como sucede con muchos fármacos, de forma relevante los antibióticos, pero también, las situaciones de estrés emocional, la mala calidad del sueño, la falta de actividad física y de contactos sociales, y una larga lista de hábitos nocivos (2,14). Posiblemente la dieta sea uno de los factores más importantes y estudiados en este contexto, y, como sucede con la mayoría de los factores de estilo de vida que inciden en la microbiota, puede hacerlo tanto negativamente como de forma beneficiosa, dependiendo del tipo de alimentos y la abundancia de determinados componentes en los mismos (15).

LA NUTRICIÓN EN EL EJE MIC

La asociación entre dieta y salud, en general, es un hecho científicamente aceptado, y de forma más reciente se está comprobando la relevancia de la dieta en la salud mental (16). Los alimentos que ingerimos van a incidir en todos los componentes del eje MIC. Lo hacen en el sistema nervioso, en la inmunidad, de hecho la "Inmunonutrición" es una ciencia en auge, y de forma importante en la microbiota, en la que determinan su composición y función. Así, en esa red de componentes de nuestro organismo afectados por la dieta, el eje MIC ejemplariza perfectamente como nuestra nutrición puede incidir en las funciones cerebrales y consecuentemente en la salud mental (2,4,5,17,18).

Las dietas del mundo occidental, muy distintas de las que el ser humano ha mantenido durante miles de años, con muchos alimentos semiprocados y ultraprocesados y ricos en azúcares, lípidos y proteínas, resultan negativas tanto para los sistemas homeostáticos como para la microbiota intestinal. Las personas que siguen estas dietas tienen una microbiota más rica en *Bacteroides*, lo que se asocia con el enterotipo 1. Al promover determinados microorganismos generadores de compuestos con efectos tóxicos y asociados a oxidación-inflamación y aumento de la permeabilidad intestinal, favorecen la aparición de numerosas enfermedades, incluidas las neurológicas (19).

La denominada "dieta mediterránea", rica en frutas, verduras, legumbres, frutos secos, aceite de oliva y fibra, ha mostrado ser ideal para mantener buenos sistemas homeostáticos y una microbiota más enriquecida

en *Prevotella* (el denominado enterotipo 2), con mayor diversidad microbiana y producción de AGCC. Estos microorganismos propician un estado antioxidante y antiinflamatorio. De hecho, esta dieta y otras consideradas antiinflamatorias, han sido propuestas para conseguir beneficios en la salud mental e incluso para ayudar en determinadas alteraciones mentales (20-22). Las dietas ricas en compuestos polifenólicos son un ejemplo de cómo ayudan a un mejor eje MIC (23).

Esto se ha comprobado a lo largo del proceso de envejecimiento. La dieta es un factor relevante para controlar la velocidad a la que sucede este proceso y, por tanto, en la capacidad de mantener la salud (2,5,14,24). En este marco, la microbiota intestinal participa de manera importante, siendo un factor a considerar en la longevidad que alcance cada individuo (25). Además, teniendo en cuenta la bidireccionalidad del eje MIC, las alteraciones del cerebro repercuten en el funcionamiento del intestino, y consecuentemente en la absorción de los nutrientes que ingerimos.

Por tanto, nuestro tipo de dieta, considerando sus componentes y la cantidad de los mismos, así como la frecuencia de ingesta y el momento del día en que se tome, pues el ritmo circadiano incide tanto en los sistemas homeostáticos como en la microbiota (26), va a determinar la salud que tengamos.

LOS PROBIÓTICOS EN EL EJE MIC

Los probióticos, definidos como “microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio a la salud del consumidor”, suelen ser

microorganismos presentes en la microbiota intestinal, y sus funciones son las comentadas para esta. Las cepas más utilizadas pertenecen a especies de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*.

Las investigaciones han demostrado los efectos positivos de los probióticos en los siguientes aspectos:

1. Reponiendo la microbiota alterada.

Dada la facilidad de aparición de disbiosis por muchos factores del estilo de vida actual, y al caracterizarse ese desequilibrio por una menor presencia de las especies más beneficiosas, precisamente aquellas a las que pertenecen las cepas designadas como probióticos, la incorporación de éstos puede restaurar el equilibrio perdido.

2. Ayudando en la sintomatología de varias enfermedades.

Las más estudiadas son las relacionadas con trastornos intestinales (diarreas, como la asociada con antibióticos, estreñimientos, inflamatorias, celiaca, etc.). Pero también en una ya larga lista de enfermedades infecciosas y neurológicas, entre otras, se ha

comprobado la eficacia de una serie de probióticos.

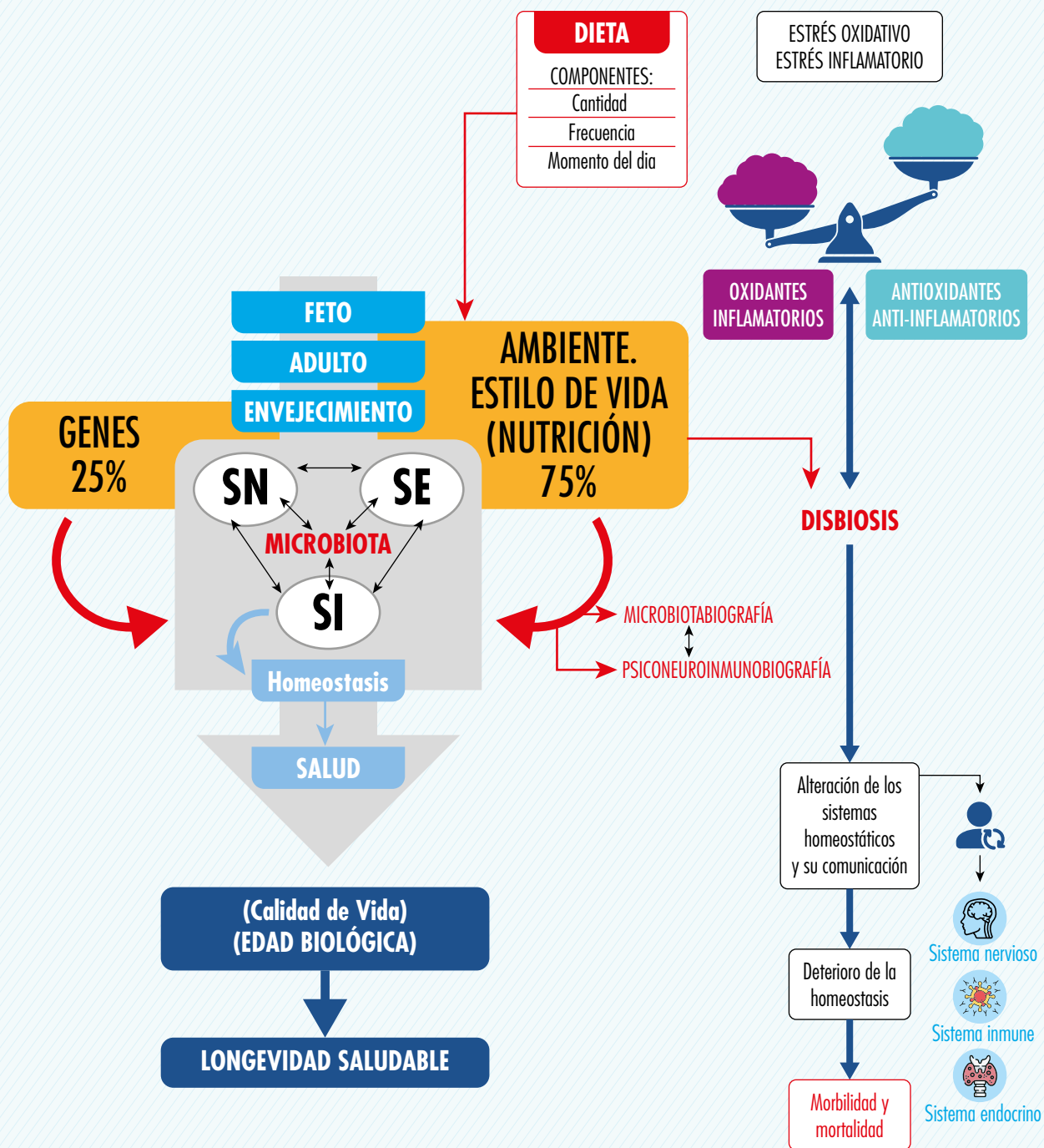
3. Ayudan al mantenimiento de la salud y en la longevidad.

Este es un aspecto muy prometedor. Esa ayuda se debe a la capacidad de tales probióticos para mejorar el funcionamiento de los sistemas homeostáticos con los que interactúan, al igual que se indicó hacen los microorganismos de la microbiota. En esa comunicación participan tanto las propias células probióticas como los mediadores que producen y secretan (metabolitos, como los AGCC; neurotransmisores, hormonas e incluso las microvesículas). De este modo, los probióticos pueden considerarse útiles en la prevención. Muchos probióticos han demostrado mejorar funciones inmunitarias, y se les ha denominado “Inmunobióticos”. También, toda una serie de probióticos proporcionan beneficio en la salud mental, y se les ha denominado “psicobióticos”. Incluso, los hay que ayudan a hacer un mejor envejecimiento y conseguir mayor longevidad, siendo denominados “gerobióticos” (2,5,14,27,28).



FIGURA 3

Influencia de los genes, ambiente y estilo de vida en la longevidad



SI: Sistema Inmune / SE: Sistema Endocrino / SN: Sistema nervioso

Referencias

1. Ruas P, Suarez JE. Microbiota autóctona. Funciones. Microbioma humano. En: Álvarez-Calatayud G., Guarner F. (eds.) Microbiota, probióticos, prebióticos. Evidencia científica. 2ª ed. Madrid: Ergon; 2022. P. 1-13.
2. De la Fuente M. La microbiota. Su función en la fisiología humana. En Tresguerres JAF ed. Fisiología Humana. 6ª ed. McGraw Hill. 2022. P.1-28.
3. De la Fuente M. La Psiconeuroinmunología. En: Marcos A. Ed. Inmunonutrición Estilo de vida. Editorial Médica Panamericana. Madrid. 2020. P. 47-68.
4. De la Fuente M, Vargas A, Pacheco G. Psiconeuroinmunología. El eje microbiota-intestino-cerebro. En: Álvarez-Calatayud G., Guarner F. (eds.) Microbiota, probióticos, prebióticos. Evidencia científica. 2ª ed. Madrid: Ergon; 2022. P. 267-76.
5. De la Fuente M. The role of the microbiota-gut-brain axis in the health and illness condition: A focus on Alzheimer's disease. J Alzheimers Dis. 2021; 81 (4) 1345-60.
6. De la Fuente M. Interactions between the gut microbiota and the nervous system. Microbiota-gut-brain axis in health and mental diseases. Approaches to Aging Control. 2020. 24:65-81.
7. Cussoto S, Sandhu KV, Dinan TG, Cryan JF. The neuroendocrinology of the microbiota-gut-brain axis: A behavioural perspective. Front Neuroendocrinol. 2018 pii: S0091-3022 (18)30039-6.
8. Chimera B et al., The gut microbiome and eating behavior outcomes: 2025;
9. De la Fuente M. Oxidation and inflammation in the immune and nervous systems, a link between aging and anxiety. En : Fulop, T., Franceschi, C., Hirokawa, K., Pawelec G. (eds.). Handbook of Immunosenescence. Cham: Springer Nature. 2018. p. 1-31.
10. Sampson TR, Debelius JW, Thron T, Janssen S, Shastri GG, Ilhan ZE, et al. Gut microbiota regulate motor deficits and neuroinflammation in a model of Parkinson's disease. Cell. 2016; 167 (6) 1469-80.
11. Rathore K, Shukla N, Naik S, Sambhav K, Dange K, Bhuyan D et al. The bidirectional relationship between the gut microbiome and mental health: a comprehensive review. Cureus. 2025. 17(3).e80810.
12. Gollo A, Ferreira C, Bagatini MD, Ignacio ZM. Hypothalamus-pituitary-adrenal and gut-brain axes in biological interaction pathway of the depression. Front Neurosci. 2025. 19: 1541075.
13. Hyder N, Raza M L. Stress and the gut microbiota-brain axis. Prog Brain Res. 2025, 291: 175-203.
14. De la Fuente M. Microbiota intestinal y envejecimiento. En: Abizanda P, Rodríguez Mañas L. (Eds). Tratado de Medicina Geriátrica: Fundamentos de la atención sanitaria a los mayores". Elsevier España. 2ª Edición. 2020. P.301-9.
15. Sanz Y, Cryan JF, Deschasaux-Tanguy M, Elinav E, Lambrecht R, Veiga P. The gut microbiome connects nutrition and human health. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2025; 22 (8): 534-55.
16. Horovitz O. Nutritional psychology: review the interplay between nutrition and mental health. Nutr Rev. 2025 83(3): 562-76.
17. Claro-Cala CM, Rivero-Pino F, Torrecillas-Lopez M, Jimenes-Gonzalez V, Montserrat-de la Paz S. Immunonutrition: future perspective in neurodegenerative disorders. Nutr. Neurosci. 2025; 28 (7): 807-18.
18. Borrego-Ruiz A, Borrego JJ. Human gut microbiome, diet and mental disorders. Int Microbiol. 2025. 28 (1): 1-15.
19. Merlo G, Bachtel G, Sugden SG. Gut microbiota, nutrition, and mental health. Front Nutr. 2024; 11: 1337889.

20. Mlynarska E, Jakubowska P, Frak W, Gajewska A, Sornowska J, Skwira S et al. Associations of microbiota and nutrition with cognitive impairment in diseases. *Nutrients* 2024; 16 (20): 3570.
21. van Zonneveld SM, van den Oever EJ, Haarman BCM, Grandjean EL, Nuninga JO, van de Rest O et al. An anti-inflammatory diet and its potential benefit for individual with mental disorders and neurodegenerative diseases-A narrative review. *Nutrients* 2024; 16 (6): 2646.
22. Randeni N, Xu B. Critical review of the cross-links between dietary components, the gut microbiome, and depression. *Int J Mol Sci.* 2025; 26 (2): 614.
23. Jiang K, Bai Y, Hou R, Chen G, Liu L, Ciftci ON, et al. Advances in dietary polyphenols: regulation of inflammatory bowel diseases (IBD) via bile acid metabolism and the gut-brain axis. *Food Chem.* 2025; 472: 142932.
24. Diaz-Del Cerro E, Felix J, Martinez-Poyato MC, De la Fuente M. Supplementation with bioactive compounds improves health and rejuvenates biological age in postmenopausal women. *Biomolecules.* 2025; 15: 739-58.
25. Gyriki D, Nikolaidis Ch G, Bezirtzoglou E, Voidarou Ch, Stavropoulou E, Tsigalou Ch. The gut microbiota and aging: interactions, implications, and interventions. *Front Aging* 2025; 6: 1452917.
26. Kiessling S, Liu S, Haller D, Thaiss Ch A. Origins and functions of microbiome rhythms. *Cell Host Microbe* 2025; 33 (6): 808-19.
27. De la Fuente M. Envejecimiento y microbiota. En: Álvarez-Calatayud G, Guarner F. (eds.) *Microbiota, probióticos, prebióticos. Evidencia científica.* 2ª ed. Madrid: Ergon; 2022. P:305-13.
28. Felix J, Baca A, Taboada L, Alvarez-Calatayud G, De la Fuente M. Consumption of a probiotic blend with vitamin D improves immunity, redox, and inflammatory state, decreasing the rate of aging-A pilot study. *Biomolecules* 2024; 14 (11): 1360.
29. Puglisi Ch H, Kim M, Aldahafeeri M, Lewandowski M, Vuong HE. Interactions of maternal microbiome with diet, stress, and infection influence fetal development. *FEBS J* 2025; 292 (6): 1437-53.

La Buena
Nu**rición**

— Revista para Profesionales de la Salud