

# Tu intestino habla... y tu cerebro escucha

## *Your gut speaks...your brain listens*

Sofía Buenrostro Flores, Marlene Estefanía Campos Morales  
y Lorena Martínez Alcantar

Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: lorena.martinez@umich.mx

**Resumen.** La relación entre la salud digestiva y el bienestar general ha sido reconocida desde tiempos antiguos. Hipócrates, considerado el padre de la medicina, afirmaba que “todas las enfermedades comienzan en el intestino” y que “la muerte se encuentra en los intestinos”. Esta conexión ha sido recientemente respaldada por avances científicos que revelan el papel fundamental de la microbiota intestinal (MI): una vasta comunidad de microorganismos que residen en el tracto gastrointestinal y que no solo facilita la digestión y la absorción de nutrientes, sino que también regula varios sistemas, actúa como barrera protectora contra patógenos y mantiene una estrecha comunicación con el cerebro. Cuando se produce un desequilibrio en esta comunidad, se pueden desencadenar diversas enfermedades tanto gastrointestinales como sistémicas, incluyendo desórdenes y enfermedades mentales, las cuales se encuentran reguladas a través del eje intestino-cerebro. Hoy en día, el eje intestino-cerebro se describe como una vía compleja de comunicación bidireccional entre el sistema nervioso entérico y el sistema nervioso central, que influye en la salud mental y está relacionada con trastornos como la ansiedad y la depresión. La microbiota intestinal interviene en esta comunicación a través de la producción de compuestos bioactivos que afectan tanto al intestino como al cerebro, lo que resalta la importancia de mantener un equilibrio en la MI para promover el bienestar integral.

**Palabras clave:** Microbiota intestinal (MI), neurotransmisores, eje cerebro-intestino.

**Abstract.** The relation between digestive health and overall wellbeing has been known since ancient times. Hippocrates, the founding father of medicine, claimed that «all disease begins in the gut» and that «death resides in the intestines». This connection has recently been supported by scientific advances, and thus, revealing the fundamental role of gut microbiota: a community of microorganisms residing in the gastrointestinal tract. These microorganisms not only help digestion and nutrient absorption but also regulate various systems and act as a protective barrier against pathogens and are actively involved with the brain. When this community becomes unbalanced, it can trigger a range of gastrointestinal and systemic diseases, including mental disorders and neurological conditions, which are mediated through the gut-brain axis. Nowadays, the gut-brain axis has been described as a complex bidirectional communication between the enteric nervous system and central nervous system, affecting mental health and contributing to the development of disorders such as anxiety and depression. The gut microbiota (GM) participates in the communication through the production of bioactive compounds that exert effects on both the gut and the brain, highlighting the importance of maintaining a balance to promote overall wellbeing.

**Key words:** Gut microbiota, neurotransmitter, brain-gut axis.

La comunidad científica recientemente ha comenzado a apreciar que el cuerpo humano está compuesto de mucho más que células humanas, conteniendo aproximadamente  $10^{14}$  células microbianas y un cuatrillón de virus en y sobre nuestros cuerpos, es así que estos asociados microbianos son los que constituyen nuestra microbiota, mientras que el término microbioma se utiliza para referirse al conjunto de esa microbiota, sus genes y metabolitos que se producen en un entorno específico (Aguilera *et al.*, 2024 y Clemente *et al.*, 2012).

Dentro de este vasto universo invisible, uno de los ecosistemas más fascinantes es la microbiota intestinal

(MI). Este complejo formado por millones de microorganismos reside mayoritariamente en el colon, actuando como un auténtico biorreactor anaerobio. Allí, las bacterias son mayoría, pero no están solas: también residen hongos, arqueas, protozoarios y virus.

Gracias a millones de años de coevolución entre el ser humano y estos organismos, se ha establecido una relación de comensalismo-simbiosis, en la que ambos salen ganando: el hospedador provee un ecosistema adecuado, con nutrientes suficientes para la microbiota, mientras que, la microbiota ayuda al mantenimiento de la homeostasis y protege contra enfermedades (Chandrasekaran *et al.*,

2024; Heijtz *et al.*, 2011; Shen *et al.*, 2025). La MI produce compuestos biológicamente activos que impactan en varios aspectos fisiológicos. No es exagerado, por tanto, que se le conozca como el órgano endócrino más largo y voluminoso del cuerpo humano (Witkowski *et al.*, 2020).

A través de varios estudios se ha determinado que albergamos aproximadamente 1000 especies bacterianas, las cuales corresponden a los filos: *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* y *Verrucomicrobia* (Chandrasekaran *et al.*, 2024). La composición de la MI es única en cada individuo y está influenciada por factores como el tipo de parto, la edad, la alimentación, el uso de antibióticos y otros elementos ambientales (Figura 1). Si bien aún no se ha definido la proporción óptima entre los microorganismos para una MI sana, se han identificado patrones comunes entre individuos, conocidos como enterotipos, que clasifican a la microbiota según su composición bacteriana predominante (Álvarez *et al.*, 2021).

Todo lo descrito anteriormente te puede hacer pensar que la MI tiene muchas funciones en nuestro organismo y sí, ¡es cierto! Entre sus múltiples funciones, la MI no solo participa en la digestión, la producción de vitaminas y el mantenimiento de la barrera intestinal, sino que también desempeña un papel clave en la comunicación con el sistema nervioso. Influye de forma significativa en la producción y señalización de neurotransmisores, afectando la función cerebral y el comportamiento. Las bacterias pueden sintetizar neurotransmisores de manera directa, generar sus precursores o modular la producción de estos por parte de las células del hospedador. Esta relación es bidireccional: el cerebro, a través de diversas vías neuroendocrinas e inmunológicas, modula la composición y actividad de la microbiota intestinal, conformando un diálogo constante que impacta en la salud tanto física como mental.

### ¿Cómo es que la MI tiene efecto en el cerebro?

El eje intestino-cerebro es un sistema de comunicación que conecta el tracto gastrointestinal con el sistema nervioso central. Está compuesto principalmente por el Sistema Nervioso Entérico (SNE)

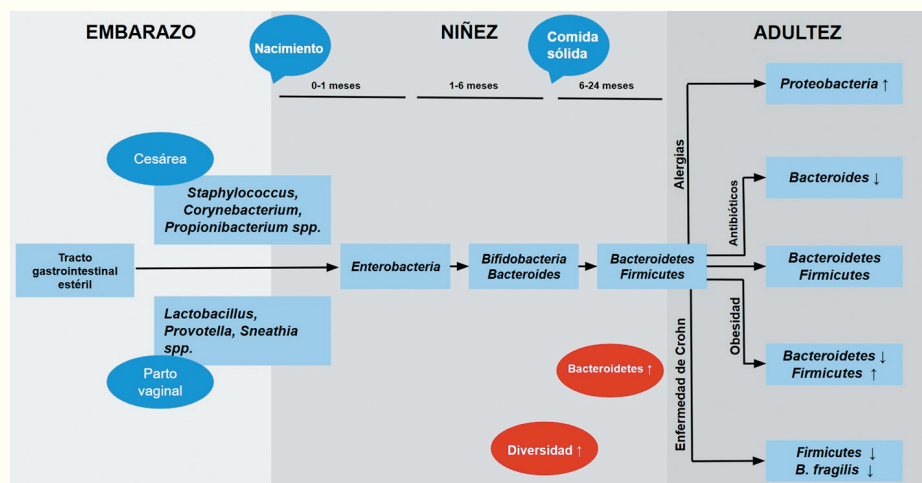


Fig. 1. Imagen ilustrativa de las tres etapas por las que pasa la microbiota intestinal a lo largo de la vida. Durante el embarazo, el feto presenta un tracto gastrointestinal estéril hasta el nacimiento, momento en el cual ocurre la colonización inicial, influenciada por el tipo de parto. A medida que el individuo crece y se introducen alimentos sólidos, la microbiota aumenta en número y diversidad, hasta converger en una composición similar a la del adulto. En la edad adulta se establece una microbiota relativamente estable que varía entre cada individuo dependiendo de su contexto y estilo de vida (Modificado de Clemente *et al.*, 2012).

(conocido como “segundo cerebro”), el Sistema Nervioso Autónomo (SNA), el Sistema Inmune Intestinal (SII) y la MI. Entre los mecanismos clave de esta interacción, destaca la producción de neurotransmisores por parte de la microbiota, que pueden actuar mediante cuatro mecanismos principales: (1) mediante señalización local, regulando la motilidad, secreción y función de la barrera intestinal; (2) a través de señalización sistémica, atravesando la barrera intestinal hacia la sangre, o modulando la síntesis de neurotransmisores en el cerebro; (3) por estimulación neural, activando las fibras del nervio vago que envían señales directas al sistema nervioso central; y (4) mediante la interacción con el sistema inmune, modulando la liberación de citoquinas que afectan la actividad cerebral (Ullah *et al.*, 2023). Un equilibrio adecuado en la producción y acción de estos neurotransmisores favorece un estado de ánimo estable, un funcionamiento cognitivo óptimo y un sistema digestivo saludable.

### El diálogo químico entre tu intestino y tu cerebro: los neurotransmisores

Reséndiz y Nava nos comentan que el sistema nervioso está compuesto principalmente por las neuronas, y la comunicación entre estas células se da a través de los neurotransmisores, como la serotonina, la dopamina, la norepinefrina, el ácido gamma-aminobutírico (GABA) y la histamina, entre otros. Estas moléculas se unen a

receptores celulares específicos con el fin de generar una respuesta. Los neurotransmisores participan activamente en múltiples funciones cerebrales, incluyendo el control del movimiento, la regulación de las emociones, el aprendizaje y la memoria. Un desequilibrio en sus niveles puede dar lugar a trastornos neurológicos y psicológicos, como la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson, los trastornos del espectro autista, la ansiedad o la depresión (Reséndiz y Nava, 2024).

En este contexto, la serotonina es un neurotransmisor clave que participa en la regulación de varios procesos

fisiológicos, como el sueño, el apetito, el comportamiento sexual, el estado de ánimo y la cognición; diversos estudios asocian su desequilibrio con la depresión clínica. Se ha reportado que bacterias como *Bacillus cereus*, *Bacillus oklahomensis*, *Acinetobacter baumannii* y *Paenibacillus* spp. pueden producir serotonina.

Por su parte, la dopamina desempeña un papel fundamental en el control del movimiento y en la regulación de las respuestas emocionales. Mantener un balance adecuado de este neurotransmisor es vital para el bienestar físico y mental, ya que su disminución se asocia con la depresión y la enfermedad de Parkinson. Estudios indican que varias especies del género *Bacillus* son productoras de dopamina. La norepinefrina, en cambio, está relacionada con la regulación de la cognición, el movimiento y el intelecto. *Clostridium* y *Escherichia coli* son bacterias productoras de norepinefrina en el lumen intestinal, es decir, el espacio interno del intestino donde transitan los alimentos en digestión y reside gran parte de la MI.

En cuanto al ácido gamma-aminobutírico (GABA), es un inhibidor del sistema nervioso central y tiene efectos antidepresivos, antihipertensivos y antidiabéticos, y su desbalance se asocia principalmente a comportamientos depresivos y maníacos, trastornos del sueño, abuso de drogas y alcohol. *Bacteroides*,

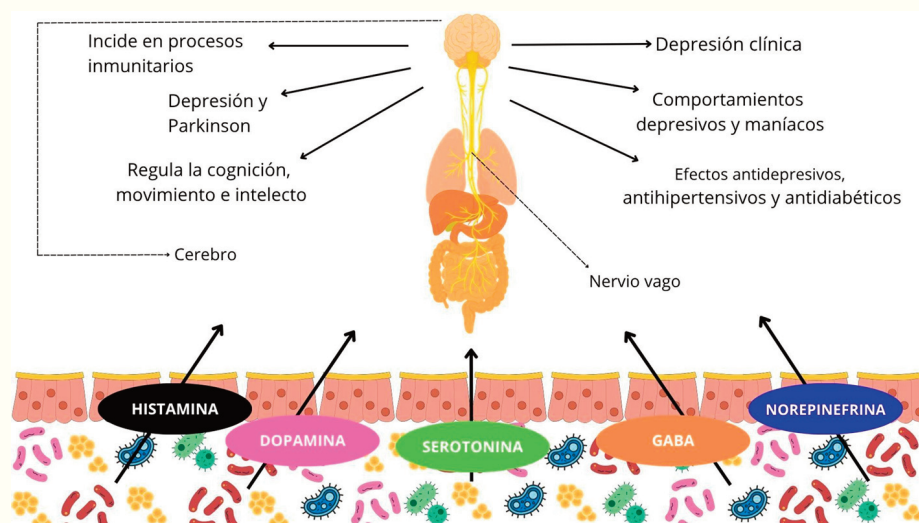


Fig. 2. Relación entre los neurotransmisores y la MI. Los óvalos de colores representan a los neurotransmisores que son sintetizados por la MI, con el fin de llegar al cerebro. Esto muestra que la MI puede modular diferentes aspectos fisiológicos y enfermedades mediante el nivel de producción de los neurotransmisores (Elaboración propia en Canva).

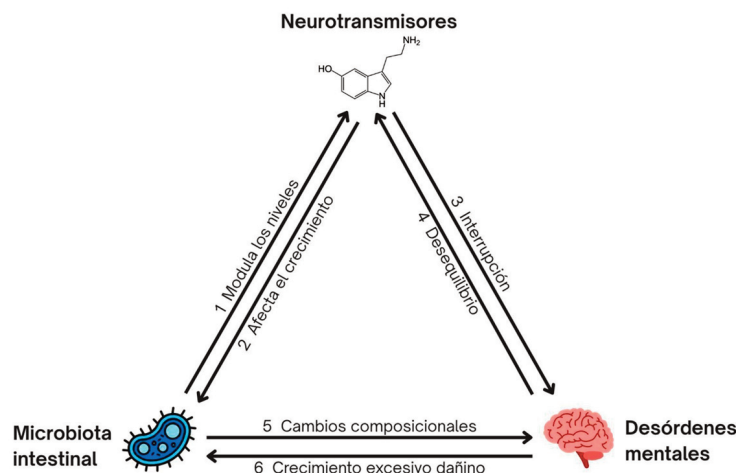


Fig. 3. Relación bidireccional entre la MI, neurotransmisores y trastornos mentales (Modificado de Liu et al., 2020).

*Parabacteroides* y *Escherichia coli* son bacterias que expresan vías metabólicas que producen GABA, así como el hongo *Monascus spp.* La histamina participa en diversas funciones como la regulación del ciclo sueño-vigilia, la atención, la excitación y la regulación de la ingesta de alimentos y agua. Bacterias intestinales como *E. coli* y *Limosilabacillus vaginalis* son capaces de producirla (Liu et al., 2020; Reséndiz y Nava, 2024).

### El triángulo amoroso entre la MI, trastornos mentales y neurotransmisores

Liu y colaboradores (2020) señalan que la MI impacta en la salud mental por medio de los niveles de neurotransmisores que tiene el hospedador; sin embargo, esta incidencia no es una relación lineal, sino una relación bidireccional, donde el cambio en la composición y diversidad de la MI puede causar trastornos mentales. Por el contrario, los trastornos mentales pueden reducir el número y la diversidad de las bacterias benéficas y promover el crecimiento de bacterias “dañinas”. La MI tiene la capacidad de producir neurotransmisores, y estos pueden influir en su propio crecimiento y en su potencial para causar daño.

### Una posible solución

Varios científicos proponen que los trastornos mentales pueden ser prevenidos y/o tratados mediante cambios en la composición y diversidad

de la MI. Estos cambios se pueden lograr a través de la alimentación, el consumo de probióticos y/o prebióticos, así como mediante técnicas que aún se encuentran en estudio, como el trasplante de microbiota fecal. Este consiste en implantar una muestra fecal de un donador sano a un receptor, con el objetivo de restablecer el equilibrio microbiano intestinal y favorecer la colonización de microorganismos benéficos. Sin embargo, esta técnica también se ha aplicado para la inducción de enfermedades en modelos animales. En un estudio realizado en ratas, se observó que al trasplantar heces e implantar la MI de una rata con comportamiento depresivo a una rata libre de MI, esta última desarrolló comportamientos depresivos al igual que su donadora. Estos hallazgos sugieren que el trasplante de microbiota fecal es una herramienta con potencial terapéutico; sin embargo, dada la estrecha relación entre la MI y el desarrollo de trastornos mentales (los cuales pueden no manifestar síntomas clínicos evidentes), su aplicación debe considerarse con cautela y bajo una evaluación rigurosa de los donantes (Liu et al., 2020).

### Conclusión

Es evidente que el estudio de la MI y el eje intestino-cerebro es de gran relevancia para la comprensión de la salud y la enfermedad, debido a la relación bidireccional que existe entre ambos. Se resalta el papel fundamental de la MI en la producción de múltiples neurotransmisores que participan en el

desarrollo de trastornos mentales y diversas enfermedades, convirtiendo a la MI en una diana o un blanco terapéutico prometedor para tratar o mitigar diversas enfermedades, y de igual manera promover el estado de salud.

### Bibliografía

- Aguilera, A., Martínez, L., Campos, M. E., (2024). Absorción y descomposición de nutrientes: conociendo el sistema digestivo y la microbiota. *Milenaria, Ciencia y arte*, 14(24), p. 15-19. e-ISSN: 2954-9436
- Álvarez, J., Real, J. M. F., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J. M., De Pipaon, M. S., & Sanz, Y. (2021). Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*, 44(7), 519-535. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>
- Clemente, J. C., Ursell, L. K., Parfrey, L. W., & Knight, R. (2012). The Impact of the Gut Microbiota on Human Health: An Integrative View. *Cell*, 148(6), 1258-1270. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.01.035>
- Chandrasekaran, P., Weiskirchen, S., & Weiskirchen, R. (2024). Effects of Probiotics on Gut Microbiota: An Overview. *International Journal Of Molecular Sciences*, 25(11), 6022. <https://doi.org/10.3390/ijms25116022>
- Heijtz, R. D., Wang, S., Anuar, F., Qian, Y., Björkholm, B., Samuelsson, A., Hibberd, M. L., Forssberg, H., & Pettersson, S. (2011). Normal gut microbiota modulates brain development and behavior. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 108(7), 3047-3052. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010529108>
- Lange, K. W., Lange, K. M., Nakamura, Y., & Kanaya, S. (2020). Is there a role of gut microbiota in mental health? *Journal Of Food Bioactives*, 4-9. <https://doi.org/10.31665/jfb.2020.9213>
- Liu, T., Feenstra, K. A., Heringa, J., & Huang, Z. (2020). Influence of Gut Microbiota on Mental Health via Neurotransmitters: A Review. *Journal Of Artificial Intelligence For Medical Sciences*, 1(1-2), 1-14. <https://doi.org/10.2991/jaims.d.200420.001>
- Reséndiz, L., Nava, G. (2024). Homología de proteínas que codifican para neurotransmisores en el modelo aviar (*Gallus gallus*) como modelo para estudios de neurobiología. *Research in computing science*, 153(1). ISSN 1870-4069
- Shen, Y., Fan, N., Ma, S., Cheng, X., Yang, X., & Wang, G. (2025). Gut Microbiota Dysbiosis: Pathogenesis, Diseases, Prevention, and Therapy. *MedComm*, 6(5), e70168. <https://doi.org/10.1002/mco2.70168>
- Ullah, H., Arbab, S., Tian, Y., Liu, C., Chen, Y., Qijie, L., Khan, M. I. U., Hassan, I. U., & Li, K. (2023). The gut microbiota-brain axis in neurological disorder. *Frontiers In Neuroscience*, 17, 1225875. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1225875>
- Witkowski, M., Weeks, T. L., & Hazen, S. L. (2020). Gut Microbiota and Cardiovascular Disease. *Circulation Research*, 127(4), 553-570. <https://doi.org/10.1161/circresaha.120.316242>