

Nuestro microcosmos interno: el fascinante mundo de la microbiota

JUAN JOSÉ OROPEZA VALDEZ, JUAN ERNESTO LÓPEZ RAMOS Y OSBALDO RESENDIS-ANTONIO

El Dr. Juan José Oropeza Valdez es investigador postdoctoral en el Laboratorio de Sistemas del Instituto Nacional de Medicina Genómica INMEGEN. Su área de investigación se enfoca al estudio metabólico de enfermedades infecciosas o crónico degenerativas como COVID-19 o la diabetes mellitus mediante el uso de herramientas ómicas.

El Dr. Juan Ernesto López Ramos es Docente-Investigador en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológico 18 "Zacatecas", además de ser miembro de la Red de Investigación en Salud del Instituto Politécnico Nacional IPN. Su área de investigación se orienta a la búsqueda de biomarcadores en el diagnóstico de enfermedades infecciosas.

El Dr. Osbaldo Resendis Antonio es investigador de la Red de Apoyo a la Investigación RAI - el Centro de Ciencias de la Complejidad C3 - la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM y del INMEGEN. Su área de investigación se concentra en la Biología de Sistemas y las enfermedades complejas, particularmente en el desarrollo de modelos metabólicos a escala genómica para el estudio de las alteraciones metabólicas en cáncer y microbiota.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

La vida como un ecosistema complejo

La vida en la Tierra es un ecosistema complejo e intrincado que se compone de una asombrosa variedad de formas de vida, desde las más grandes hasta las más pequeñas. Frecuentemente, nos maravillamos con la diversidad de vida que podemos ver a simple vista, como los majestuosos árboles de la selva tropical mexicana o los imponentes mamíferos que deambulan por las llanuras africanas. Sin embargo, hay un mundo igualmente fascinante y complejo que existe dentro de nosotros, similar a un microcosmos: el mundo de la microbiota.

¿Qué es la microbiota?

La microbiota es una comunidad de microorganismos, hongos, virus, pero principalmente bacterias, que habitan en diferentes partes del cuerpo, como el intestino, piel, boca y tracto respiratorio. Se estima que el cuerpo humano alberga a miles de millones de bacterias (Figura 1), con una diversidad que iguala a la de las células humanas en una proporción de 1 a 1 [1]. En otras palabras, somos tanto bacterias como células humanas. Esta revelación ha llevado a los científicos a considerar la microbiota como un

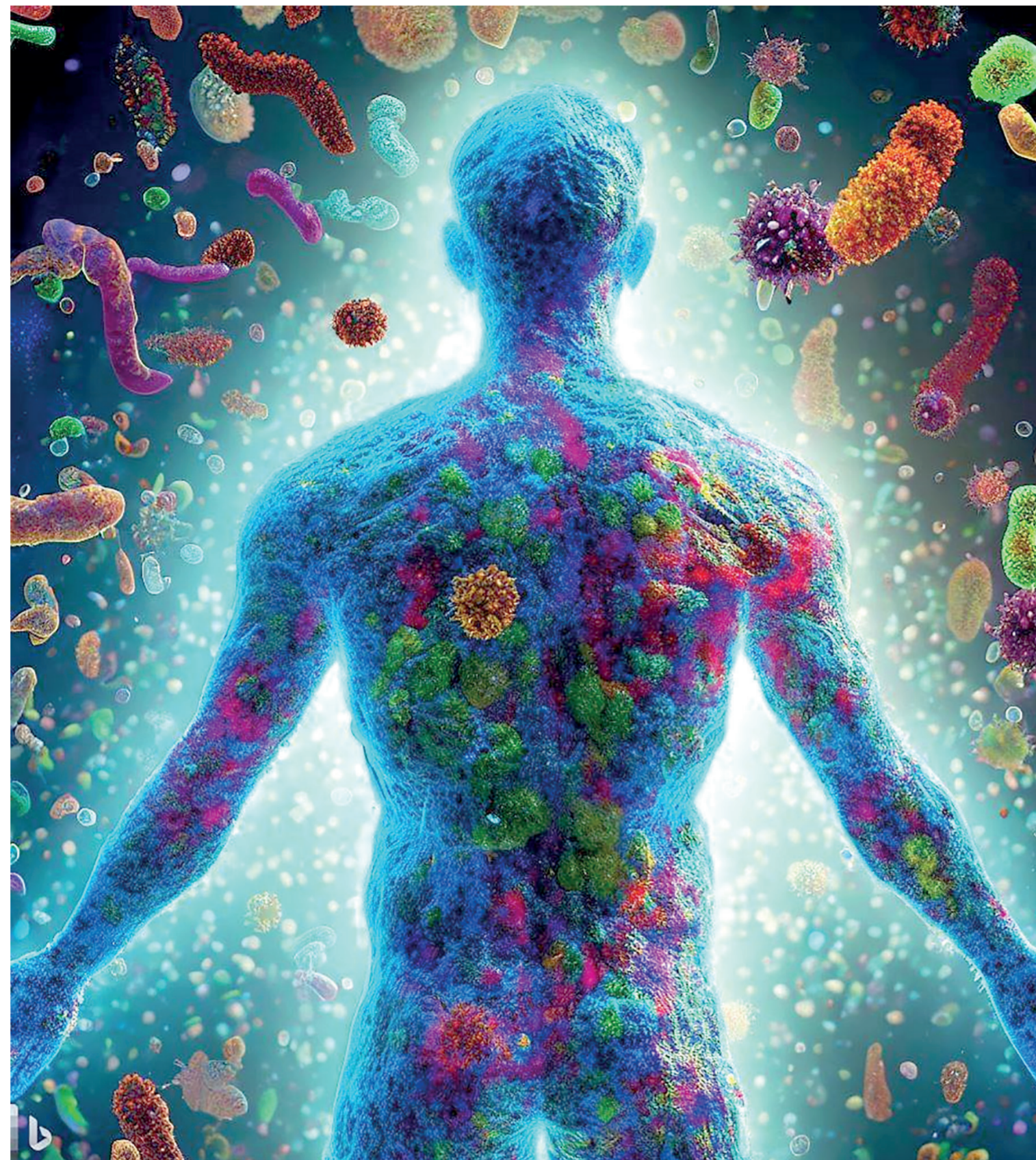


FIGURA 1. Si cada bacteria se pintara de un color diferente, nuestro cuerpo sería un cuadro de arte abstracto de miles de colores. ▲ (FIGURA HECHA POR inteligencia artificial DALL E (<https://labs.openai.com/>))

«órgano» adicional en nuestro cuerpo, con funciones esenciales para nuestra salud y bienestar [2].

¿Cómo funciona la microbiota?

La microbiota tiene una relación simbiótica con nuestro cuerpo. Aunque algunas bacterias pueden ser perjudiciales para nuestra salud, la mayoría de las bacterias que la conforman son beneficiosas y nos brindan una amplia gama de servicios.

Una de las funciones más importantes de la microbiota es su papel en la digestión y absorción de nutrientes. Las bacterias en nuestros intestinos descomponen los alimentos que ingerimos y producen compuestos químicos que ayudan en la absorción de nutrientes, como vitaminas y minerales entre otros. Además, también ayuda a mantener en forma nuestro sistema inmunológico, ya que las bacterias en nuestros intestinos interactúan con las células del sistema inmunológico y regulan su actividad [3].

La composición de la microbiota es única para cada individuo y se ve alterada

por factores como la genética, la alimentación, el estilo de vida, el medio ambiente y el uso de medicamentos, como los antibióticos. De hecho, el uso indiscriminado de antibióticos puede tener un impacto negativo en la microbiota, ya que pueden eliminar tanto las bacterias beneficiosas como las perjudiciales, alterando su equilibrio y causando disbiosis, es decir un desequilibrio en la composición de la microbiota [4].

La microbiota y su importancia en salud

Además de su papel en la digestión y el sistema inmunológico, se ha descubierto que también influye en otros aspectos de nuestra salud. Por ejemplo, estudios recientes han demostrado una relación entre la composición de la microbiota y enfermedades como la obesidad, la diabetes tipo 2, las enfermedades cardiovasculares y las enfermedades neurológicas como el Alzheimer y el Parkinson [5]. Si bien la investigación en esta área es aún temprana y se necesitan más estudios para comprender completamente estos vínculos, está claro que juega un papel crucial en nuestra salud en general.

La microbiota también desempeña un papel importante en nuestra salud mental. Se ha descubierto que el intestino y el cerebro están interconectados a través de una red de comunicación conocida como el eje intestino-cerebro. Las bacterias en el intestino pueden producir compuestos químicos que afectan la función cerebral y la regulación del estado de ánimo. De hecho, se ha demostrado que las alteraciones en la composición de la microbiota están relacionadas con trastornos del

estado de ánimo como la depresión y la ansiedad [6]. Si bien, dentro de nuestro cuerpo se encuentran presentes bacterias, también podemos encontrar una gran cantidad de otros organismos, como por ejemplo levaduras que pueden permanecer en una etapa de latencia sin provocar daños hasta que se encuentra en un ambiente propicio para poder reproducirse y generar enfermedades, incluso pueden sobrevivir en ambientes con alto nivel de toxicidad generadas por metales pesados. La Figura 2 representa células de la levadura *Candida albicans* expuestas a metales pesados y se puede observar que es capaz de crecer y reproducirse.

Como mantener una microbiota saludable

La importancia de la microbiota en nuestra salud ha llevado a un creciente interés en la investigación de este fascinante mundo microscópico. Los científicos están investi-

gando cómo podemos mantener una microbiota saludable y cómo podemos utilizarla para mejorar nuestra salud. Una estrategia que ha ganado popularidad es el uso de probióticos, que son suplementos o alimentos que contienen bacterias beneficiosas para la microbiota. Los probióticos pueden ayudar a restablecer el equilibrio de la microbiota después de un tratamiento con antibióticos, mejorar la digestión y fortalecer el sistema inmunológico. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no todos los probióticos son iguales y que la efectividad de estos suplementos puede variar según la cepa y la dosis [7].

Además de los probióticos, la alimentación juega un papel fundamental en la salud de nuestra microbiota. Una dieta equilibrada y rica en fibra, frutas, verduras y alimentos fermentados puede fomentar una microbiota diversa y saludable. Por otro lado, una dieta alta en grasas saturadas, azúcares y alimentos ultra procesados puede tener un impacto negativo en la composición de la microbiota, favoreciendo el crecimiento de bacterias perjudiciales. Otro factor importante que influye

en la microbiota es el estilo de vida. El estrés crónico, la falta de sueño y la falta de actividad física pueden alterar la composición de la microbiota, lo que destaca la importancia de llevar un estilo de vida saludable y equilibrado para mantener una microbiota óptima [8]. Es esencial destacar que la investigación en este campo todavía está en una etapa temprana y hay mucho por descubrir. Sin embargo, los avances recientes en esta área han revelado la importancia de nuestro microcosmos interno y cómo influye en nuestra salud y bienestar. Un ejemplo de esto, es el estudio presentado en este artículo por nuestro grupo de trabajo (Laboratorio de Sistemas, INMEGEN), que proporciona evidencia sólida de una conexión directa entre el microbioma intestinal y la diabetes tipo 2 (DM-2) en población mexicana [9]. El estudio se basa en individuos mexicanos que nunca habían recibido tratamiento para la DM-2, y muestra cómo un conjunto específico de géneros bacterianos se relaciona con la prevalencia y el riesgo de DM-2. Los resultados sugieren que mantener una microbiota diversa y

equilibrada a través de una alimentación saludable y un estilo de vida equilibrado puede tener beneficios significativos para nuestra salud en general, especialmente en la prevención y tratamiento de la DM-2. En resumen, nuestra microbiota es un mundo fascinante y complejo compuesto por billones de bacterias que viven en diferentes partes de nuestro cuerpo! Esta comunidad de microorganismos cumple funciones esenciales para nuestra salud en general, desde la digestión de nutrientes hasta la regulación del sistema inmunológico y la influencia en nuestra salud mental. Mantener una microbiota diversa y equilibrada a través de una alimentación saludable, probióticos y un estilo de vida equilibrado puede tener un impacto significativo en nuestra salud en general. A medida que la investigación en el campo de la microbiota avanza, seguimos descubriendo más sobre este microcosmos interno y cómo podemos utilizarlo para mejorar nuestra salud y bienestar.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

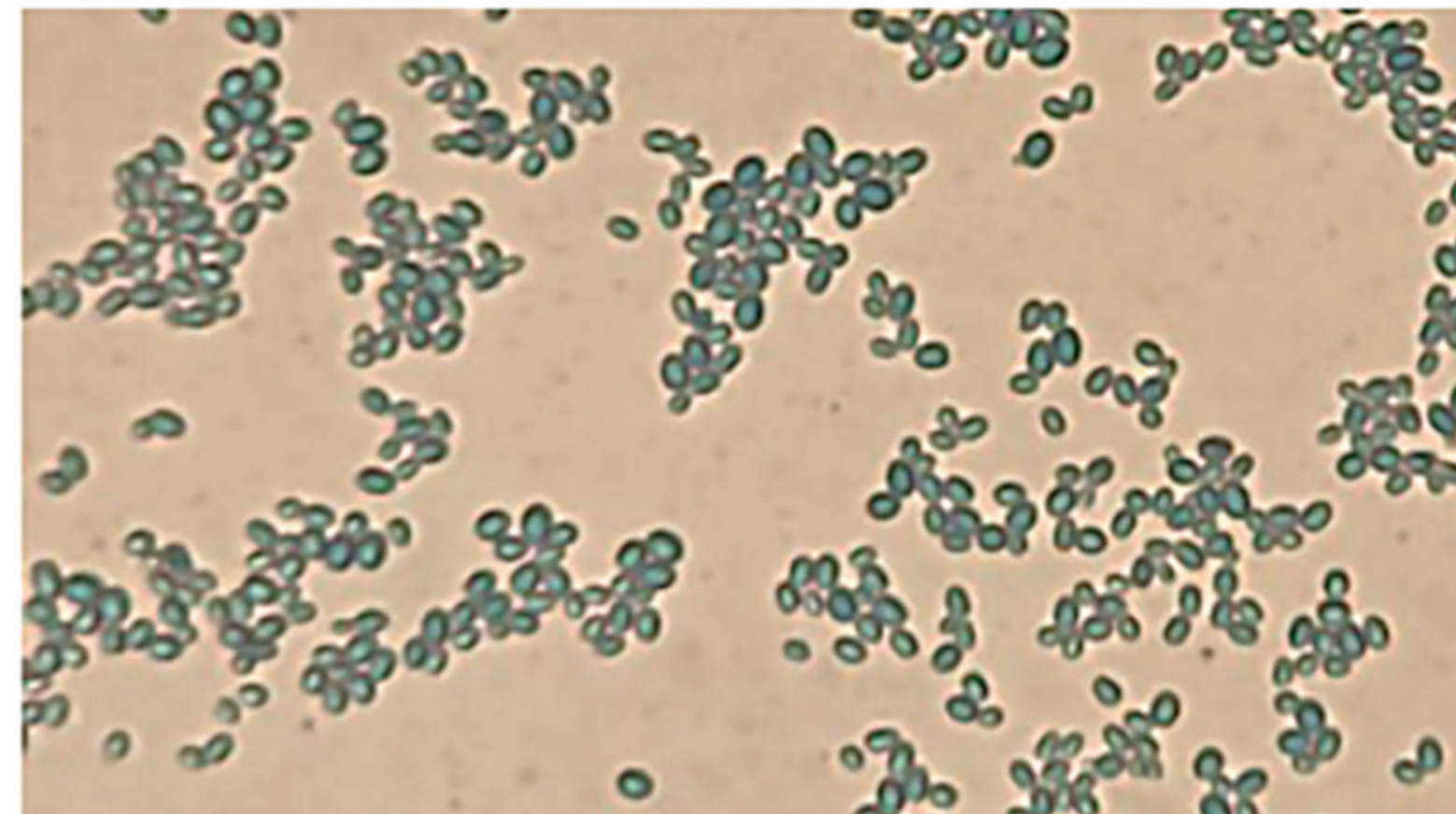


FIGURA 2. CÉLULAS de *Candida albicans* en un medio que contiene concentraciones de 10mM de cobre, vistas en un microscopio óptico con un objetivo de 10X.

Referencias

- [1] R. Sender, S. Fuchs, and R. Milo, "Are We Really Vastly Outnumbered? Revisiting the Ratio of Bacterial to Host Cells in Humans," (in eng), *Cell*, vol. 164, no. 3, pp. 337-40, Jan 28 2016, doi: 10.1016/j.cell.2016.01.013.
- [2] F. Baquero and C. Nombela, "The microbiome as a human organ," (in eng), *Clin Microbiol Infect*, vol. 18 Suppl 4, pp. 2-4, Jul 2012, doi: 10.1111/j.1469-0691.2012.03916.x.
- [3] P. Sittipo, S. Lobionda, Y. K. Lee, and C. L. Maynard, "Intestinal microbiota and the immune system in metabolic diseases," (in eng), *J Microbiol*, vol. 56, no. 3, pp. 154-162, Mar 2018, doi: 10.1007/s12275-018-7548-y.
- [4] E. Z. Gomaa, "Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review," (in eng), *Antonie Van Leeuwenhoek*, vol. 113, no. 12, pp. 2019-2040, Dec 2020, doi: 10.1007/s10482-020-01474-7.
- [5] A. El-Sayed, L. Aleya, and M. Kamel, "Microbiota's role in health and diseases," (in eng), *Environ Sci Pollut Res Int*, vol. 28, no. 28, pp. 36967-36983, Jul 2021, doi: 10.1007/s11356-021-14593-z.
- [6] S. Mörkl, M. I. Butler, A. Holl, J. F. Cryan, and T. G. Dinan, "Probiotics and the Microbiota-Gut-Brain Axis: Focus on Psychiatry," (in eng), *Curr Nutr Rep*, vol. 9, no. 3, pp. 171-182, Sep 2020, doi: 10.1007/s13668-020-00313-5.
- [7] G. Wieërs et al., "How Probiotics Affect the Microbiota," (in eng), *Front Cell Infect Microbiol*, vol. 9, p. 454, 2019, doi: 10.3389/fcimb.2019.00454.
- [8] N. Redondo-Useros, E. Nova, N. González-Zancada, L. E. Díaz, S. Gómez-Martínez, and A. Marcos, "Microbiota and Lifestyle: A Special Focus on Diet," (in eng), *Nutrients*, vol. 12, no. 6, Jun 15 2020, doi: 10.3390/nu12061776.
- [9] C. Diener et al., "Progressive Shifts in the Gut Microbiome Reflect Prediabetes and Diabetes Development in a Treatment-Naive Mexican Cohort," (in English), *Frontiers in Endocrinology*, Original Research vol. 11, 2021-January-08 2021, doi: 10.3389/fendo.2020.602326.