

Bioma, Homeostasis y Microbioma Humano: Interacciones Sistémicas

Biome, Homeostasis and Human Microbiome: Systemic Interactions

Érika González-Domínguez ^a, Óscar de Jesús Calva Cruz ^b

Abstract:

The human body is an interconnected system of biomes which homeostasis depends on the dynamic balance between host and microbial ecosystems. This review integrates ecological and biomedical perspectives to describe how the microbiome, virome, and mycobiome influence endocrine, immune, nervous, and vascular systems. Diet, lifestyle, and environmental stressors, such as air pollution, modulate microbial composition, metabolic signalling, and inflammatory pathways. In addition, microbial metabolites act as endocrine and neuroactive molecules, regulating hormones, cytokines, and neurotransmitters that sustain physiological equilibrium. Disruptions in these networks lead to systemic dysfunction, illustrating that health is an emergent property of ecological harmony between the human organism and its internal biomes.

Keywords:

Biome, homeostasis, disease, systemic interaction, neuro-immune-endocrine

Resumen:

El cuerpo humano es u como un sistema interconectado de biomas cuya homeostasis depende del equilibrio dinámico entre el huésped y sus ecosistemas microbianos. Esta revisión integra perspectivas ecológicas y biomédicas para describir cómo el microbioma, el viroma y el micobioma influyen en los sistemas endocrino, inmunológico, nervioso y vascular. La dieta, el estilo de vida y los factores ambientales, como la contaminación atmosférica, modulan la composición microbiana, la señalización metabólica y las vías inflamatorias. Adicionalmente, los metabolitos microbianos actúan como moléculas endocrinas y neuroactivas que regulan hormonas, citocinas y neurotransmisores que sostienen el equilibrio fisiológico. Las alteraciones de estas redes conducen a disfunciones sistémicas, mostrando que la salud es una propiedad ecológica emergente del equilibrio entre el organismo humano y sus biomas internos.

Palabras Clave:

Bioma, homeostasis, enfermedad, interacción sistémica, neuro-inmuno-endocrino

Introducción

A pesar de su constante evolución, el concepto de bioma se ha consolidado como aquella unidad ecológica que agrupa comunidades de organismos y su ambiente bajo condiciones climáticas y geográficas específicas. Los biomas mantienen su estructura gracias a procesos de homeostasis ecológica, donde la autorregulación permite sostener las funciones del ecosistema frente a perturbaciones. Si bien este concepto proviene del conocimiento de las interacciones en los nichos ecológicos, esta idea puede extrapolarse al cuerpo humano, donde cohabitan comunidades microbianas que contribuyen al equilibrio fisiológico. En este sentido, la homeostasis humana no depende solo de la fisiología celular, sino también del equilibrio entre el huésped y sus microbiotas (Mucina, 2018).

Dentro de nuestro organismo, los conceptos de microbioma, viroma y micobioma describen a los conjuntos genéticos y funcionales de bacterias, virus y hongos que habitan en distintos nichos del cuerpo. Múltiples estudios señalan que el microbioma intestinal funciona como un órgano endocrino y metabólico, cuyas señales químicas y hormonales participan en la regulación del metabolismo energético, el estado hormonal e inflamatorio. Este ecosistema interno mantiene una simbiosis con el huésped, modulando la secreción de péptidos intestinales como el GLP-1 y el PYY, la producción de neurotransmisores como GABA y serotonina, y el metabolismo de lípidos endocannabinoides. La homeostasis metabólica resulta entonces, ser producto de la interacción entre células humanas y moléculas microbianas (Rastelli et al., 2019).

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Huejutla | Huejutla, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-7404-0038>, Email: erika_gonzalez@uaeh.edu.mx

^b Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Huejutla | Huejutla, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-9360-8781>, Email: oscar_calva@uaeh.edu.mx

Sin embargo, la composición y función de estos microbiomas internos están profundamente influidas por factores tales como la alimentación, el estilo de vida y los factores ambientales. Se ha demostrado que dietas altas en fibra y alimentos fermentados promueven microbiotas intestinales más estables y antiinflamatorias, mientras que patrones de vida sedentarios, privación del sueño o dietas ricas en ultraprocesados inducen disbiosis y en consecuencia pérdida del equilibrio homeostático. En paralelo, recientes estudios muestran que la dieta y los contaminantes atmosféricos alteran la homeostasis pulmonar promoviendo la inflamación y estrés oxidativo (Redondo-Useros et al., 2020). Además, la contaminación atmosférica y el ruido ambiental son factores emergentes que perturban las barreras epiteliales e inducen respuestas de estrés que alteran el equilibrio neuroendocrino e inmunitario (Rio, Fortoul y Orozco-Bletrán, 2024).

La influencia del microbioma en el sistema endocrino es especialmente evidente. Existen metabolitos bacterianos como los ácidos grasos de cadena corta y derivados de aminoácidos que actúan sobre glándulas endocrinas y tejido adiposo, regulando la liberación de insulina, la sensibilidad hormonal y el metabolismo energético. Estos mediadores también modulan el eje intestino-páncreas-hígado, demostrando que la comunicación microbiana participa directamente en la homeostasis hormonal. En consecuencia, las modificaciones en la composición bacteriana de los microbiomas pueden favorecer la disfunción metabólica, la resistencia insulínica y potenciar el daño metabólico del fenotipo del paciente con obesidad. Además, la microbiota actúa como instructora del sistema inmunológico innato y adaptativo. Los microorganismos intestinales regulan la maduración de células inmunes, la producción de citocinas y anticuerpos, y la activación del sistema de complemento. Esta interacción mantiene la tolerancia inmunológica y evita reacciones autoinmunes. Cuando la microbiota pierde diversidad, aumentan las citocinas proinflamatorias (IL-6, TNF- α) y disminuye la regulación inmunitaria, generando un estado de inflamación sistémica crónica. Los contaminantes ambientales exacerban estos efectos, amplificando el riesgo de enfermedades inflamatorias y metabólicas (Sittipo et al., 2022; Rio et al., 2024).

Para complementar este intrincado circuito, sistema nervioso también participa en la regulación mediante el eje intestino-cerebro-microbioma, una red bidireccional que conecta microbiota, sistema nervioso central e inmunidad mediante vías neuronales, hormonales e inmunológicas. Las bacterias intestinales sintetizan o modulan neurotransmisores como serotonina, dopamina, GABA y óxido nítrico, que influyen en el estado emocional, el apetito y las funciones cognitivas. La disbiosis puede alterar estas rutas, contribuyendo a trastornos como ansiedad, depresión o síndrome del intestino irritable (Martin et al., 2018; Sittipo et al., 2022).

Finalmente, el sistema vascular responde a los estímulos antes mencionados, y a la interacción directa con el microbioma y el ambiente, pues los metabolitos microbianos y las partículas contaminantes inducen disfunción de las células endoteliales y del músculo liso vascular, reduciendo la elasticidad arterial y promoviendo inflamación y aterogénesis. Así, el endotelio actúa como punto de convergencia donde la señalización inflamatoria, metabólica y microbiana determina la homeostasis vascular (Harrison et al., 2023).

En conjunto, estos hallazgos sostienen que el cuerpo humano puede entenderse como un conjunto de biomas interdependientes, en los cuales la homeostasis depende del equilibrio entre los sistemas microbianos, endocrinos, inmunológicos, nerviosos y vasculares. Factores externos como dieta, contaminación y ruido alteran esta red, desencadenando desequilibrios multisistémicos. La salud, desde esta perspectiva, es un fenómeno ecológico: la armonía entre el huésped y sus biomas internos determina su capacidad para adaptarse, responder al entorno y mantener estabilidad funcional.

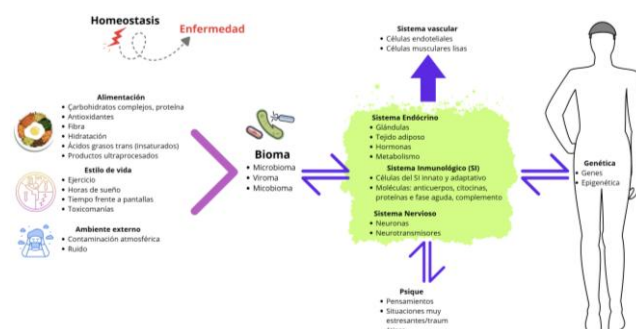


Figura 1. Representación gráfica de la interacción de los factores exógenos sobre el bioma y el papel de éste con los sistemas neuro-inmuno-endócrino y vascular que permite el equilibrio en la salud y su disrupción en la enfermedad, a pesar de la ausencia de alteraciones en el genoma del individuo

Referencias

- [1] Harrison, D. G., Guzik, T. J., & Lob, H. E. (2023). Vascular effects of microbiome-derived metabolites and environmental pollutants. *Cardiovascular Research*, 119(4), 785–798. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvad001>.
- [2] Martin, C. R., Osadchiy, V., Kalani, A., & Mayer, E. A. (2018). The brain-gut-microbiome axis. *Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, 6(2), 133–148. <https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2018.03.020>.
- [3] Mucina, L. (2018). Biome: Evolution of a crucial ecological and biogeographical concept. *New Phytologist*, 222(1), 97–114. <https://doi.org/10.1111/nph.15582>.
- [4] Pouptsis, A., Sotiropoulou, P., & Perikleous, E. (2025). Nutrition, lifestyle, and environmental factors in lung homeostasis and respiratory health. *Nutrients*, 17(2), 455. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40289995/>.
- [5] Rastelli, M., Cani, P. D., & Knauf, C. (2019). The gut microbiome influences host endocrine functions. *Endocrine Reviews*, 40(5), 1271–1284. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00280>.
- [6] Rio, P., Fortoul, T. I., & Orozco-Beltrán, D. (2024). Pollutants, microbiota and immune system: Frenemies within the gut. *Frontiers in Public Health*, 12, 1285186. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1285186>.
- [7] Sittipo, P., Choi, J., Lee, S., & Lee, Y. K. (2022). The function of gut microbiota in immune-related neurological disorders: A review. *Journal of Neuroinflammation*, 19, 154. <https://doi.org/10.1186/s12974-022-02510-1>.