

Absorción y descomposición de nutrientes: conociendo el sistema digestivo y la microbiota

Absorption and breakdown of nutrients: knowing the digestive system and the microbiota

Asdrubal Aguilera Méndez, Lorena Martínez Alcántar y Marlene Estefanía Campos Morales

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas-UMSNH
Contacto: 1435830h@umich.mx

Resumen. Tenemos que comer; nos gusta comer; comer nos hace sentir bien, el impulso del hambre debe satisfacerse todos los días. Los alimentos desempeñan un papel fundamental en nuestra vida cotidiana, no sólo por su sabor y su papel social, sino también por su importancia como fuente de nutrientes esenciales, cada uno con su función específica en el cuerpo. La alimentación abarca cualquier sustancia, ya sea sólida o líquida, ingerida por los seres vivos con el propósito de obtener nutrientes mediante el proceso de digestión y el uso de la maquinaria de los microorganismos de la microbiota. Pero

sabemos realmente ¿de qué están hechos los alimentos?, ¿qué pasa con ellos una vez que los consumimos?, ¿cómo es que se transforman dentro de nosotros?, ¿cuál es la función de las bacterias?, ¿cómo participan las bacterias en este proceso?, ¿cuál es la relación de las bacterias con la alimentación?; en este artículo realizaremos un viaje y conoceremos la ruta que siguen los alimentos y su relación con las bacterias de la microbiota intestinal.

Palabras clave: nutrientes, sistema digestivo, microbiota intestinal.

Abstract. We have to eat; we derive pleasure from the act of consumption; eating makes us feel good, the hunger impulse must be satisfied every day. Food assumes a pivotal role in our daily existence, not merely for its sensory appeal and sociocultural significance, but also for its intrinsic importance as a reservoir of essential nutrients, each endowed with specific functionalities within the human physiological framework. Nutrition encompasses any substance, whether solid or liquid, ingested by living beings for the purpose of obtaining nutrients through the process of digestion and the use of the machinery of microbiota microorganisms. But do we genuinely comprehend the composition of the edibles we ingest? What fate befalls them subsequent to consumption? How do they metamorphose within our physiological milieu? How do they transform inside us? What is the function of bacteria? How do bacteria participate in this process? What is the relationship of bacteria with nutrition? In this article, we embark on an exploratory journey to elucidate the trajectory of ingested food and its interplay with the bacterial inhabitants of the gut microbiota.

Key words. nutrients, digestive system, gut microbiota.

Explorando la composición de un alimento: nutrientes

La alimentación desempeña un papel vital en la salud, nuestras células, tejidos, órganos y sistemas funcionan correctamente con los alimentos nutritivos que ingerimos. Todas las funciones corporales, metabólicas, hormonales, mentales, físicas o químicas no pueden ser realizadas de forma adecuada por el cuerpo sin el consumo de alimentos ricos en nutrientes. Los nutrientes son compuestos químicos vitales para el cuerpo humano, necesarios para mantener las funciones básicas (Fox, 2019). Encontramos cinco categorías principales de nutrientes: carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. Los carbohidratos, lípidos y proteínas, considerados macronutrientes, son los más abundantes, aportan la mayor parte

de la energía al cuerpo, consumiéndose en grandes cantidades, mientras que el agua, aunque es necesaria en grandes cantidades, no proporciona energía. Las vitaminas y los minerales, conocidos como micronutrientes, son esenciales en pequeñas cantidades diarias y desempeñan roles cruciales en el metabolismo (Morris & Mohiuddin 2023).

Obtención de nutrientes a través de la digestión

El cuerpo humano requiere alimentos que proporcionen energía, promuevan el crecimiento y reparen sus tejidos. Para lograr esto, los alimentos que consumimos emprenden un viaje a través del aparato digestivo, donde se transforman en sus componentes más básicos, como glucosa (azúcares), aminoácidos (proteínas) y ácidos grasos

(grasas). Estos compuestos son absorbidos en el torrente sanguíneo desde el intestino delgado y luego son transportados a todas las células del cuerpo para cumplir sus funciones vitales. La digestión implica descomponer físicamente por movimientos fuertes y constantes a los alimentos en partículas más pequeñas, para posteriormente degradar aún más la estructura molecular de los compuestos ingeridos por medio de las enzimas digestivas (tanto humanas como provenientes de microorganismos) en una forma que sean absorbibles en el torrente sanguíneo (figura 1). El proceso de digestión se produce en la cavidad oral, el estómago y el intestino delgado y grueso. Además, la digestión requiere las secreciones de los órganos digestivos accesorios como el páncreas, el hígado y la vesícula biliar (figura 2) (Justin & Dhamoon 2022).

El viaje de los alimentos

El viaje de los alimentos para convertirse en nutrientes comienza en la boca, donde los alimentos se descomponen mecánicamente por la masticación y se humedecen con la saliva. Aquí, el alimento sufre su primera transformación, ya que se forma el bolo alimenticio, el cual se traga con ayuda de la lengua. El alimento continúa su viaje para adentrarse en un túnel llamado faringe y seguirá por el esófago hasta llegar a la siguiente parada llamada estómago. En este sitio se encuentra el jugo gástrico, compuesto principalmente por ácido clorhídrico y agua. Además, contiene otros compuestos como cloruro de sodio y potasio, y enzimas como la pepsina, lipasas y disacarasas (Tresguerres, 2005), que ayudan a digerir a las proteínas, lípidos y carbohidratos, respectivamente. Estos elementos se mezclan para formar un río de jugo gástrico, cuya función es facilitar la ruptura de los alimentos, especialmente de las proteínas. Posteriormente, el alimento ya degradado sale del estómago y continúa su viaje, dirigiéndose hacia el siguiente sitio, denominado intestino delgado. Este lugar es un largo tubo muscular semejante a una "cueva", donde se absorben los nutrientes. Esta región está forrada con millones de proyecciones (semejantes a estalactitas y estalagmitas) en forma de dedo llamadas microvellosidades. Cada microvellosidad está vinculada a una red de capilares, los cuales tienen la función de transportar los

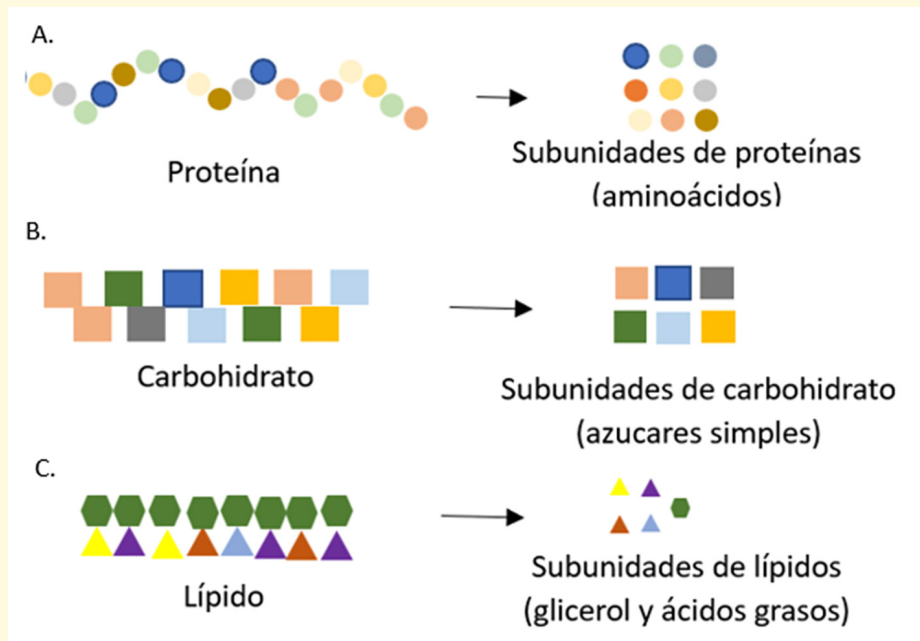


Figura 1. Representación de estructuras de las diferentes macromoléculas y sus subunidades. A. Proteínas, subunidades son los aminoácidos B. Carbohidratos, subunidad son los azúcares simples. C. Lípidos, subunidades son el glicerol y ácidos grasos. Los macronutrientes como son proteínas, carbohidratos y lípidos, para poder ser absorbidos y utilizados por el organismo se deben descomponer a estructuras más pequeñas, conocidas como subunidades que son los aminoácidos, azúcares simples, glicerol y ácidos grasos respectivamente.

nutrientes hacia el torrente sanguíneo y los demás productos de la digestión, incluida el agua, los cuales cruzan la mucosa y entran en la linfa o la sangre.

Fin del viaje: Intestinos y absorción de nutrientes

El viaje del alimento que inicio en la boca tiene como destino final los intestinos delgado y grueso. El intestino delgado recibe su nombre porque tiene un diámetro menor en comparación con el intestino grueso y es caracterizado por una mayor longitud, una pared más delgada y lisa, con abundantes microvellosidades; consta de tres partes,

la primera se llama duodeno, el yeyuno está en el medio y el íleon al final. El intestino delgado se caracteriza por poseer una alta cantidad de enzimas provenientes del páncreas, las cuales facilitarán la digestión de las macromoléculas y la neutralización de los líquidos ácidos provenientes del estómago, este suceso se apoyará con la presencia de una corriente de bilis, proveniente de la vesícula biliar y producida en el hígado, formada por sales biliares, que funcionan como emulsificantes y reguladores del metabolismo de lípidos. El intestino grueso (también denominado colon) es la última estructura en procesar los

alimentos. A diferencia del intestino delgado, el colon tiene una longitud menor y una pared más gruesa (Fox, 2019). Esta sección del tracto gastrointestinal desempeña un papel crucial en la formación de las heces mediante la absorción de agua del contenido intestinal durante el proceso digestivo. Además de su función en la elaboración, almacenamiento y evacuación de las heces, el colon alberga una población mayor de microbiota intestinal, invisible a simple vista, pero que tiene un peso de alrededor de 1 a 2 kilogramos. Sin embargo, el intestino grueso tiene una capacidad digestiva limitada. Es importante destacar que para llevar a cabo fielmente su función, en los intestinos habita una gran variedad de bacterias que desempeñan un papel crucial en la digestión y absorción de nutrientes. Este ecosistema es conocido como Microbiota intestinal.

Microbiota: ¿micro qué?

Sabemos que existen bacterias que tienen la capacidad de generar enfermedades las cuales conocemos como patógenos; sin embargo, existen bacterias “buenas” que residen de forma normal en el cuerpo humano (denominadas en conjunto como microbiota), especialmente en el tracto gastrointestinal. Aunque la microbiota intestinal está compuesta por microorganismos como hongos, protozoos y arqueas, posee aproximadamente miles de millones de bacterias (1×10^{14}), siendo la dieta uno de los principales determinantes del número y diversidad de microorganismos que la conforman (Icaza, 2013). La microbiota intestinal desempeña un papel fundamental en la salud y el bienestar del hospedador, ya que contribuyen a la regulación del sistema inmunológico, modulan diversas funciones del sistema nervioso central como la movilidad, el aprendizaje y la memoria y cumplen funciones esenciales como la producción de vitaminas y la promoción del movimiento intestinal o peristalsis (Garza-Velasco et al., 2021).

La microbiota intestinal ha coevolucionado con el huésped humano para desempeñar funciones relacionadas con el desarrollo y las funciones intestinales, la síntesis de micronutrientes (como las vitaminas) y el metabolismo de fármacos. Además, cada vez hay más pruebas de que también desempeña un

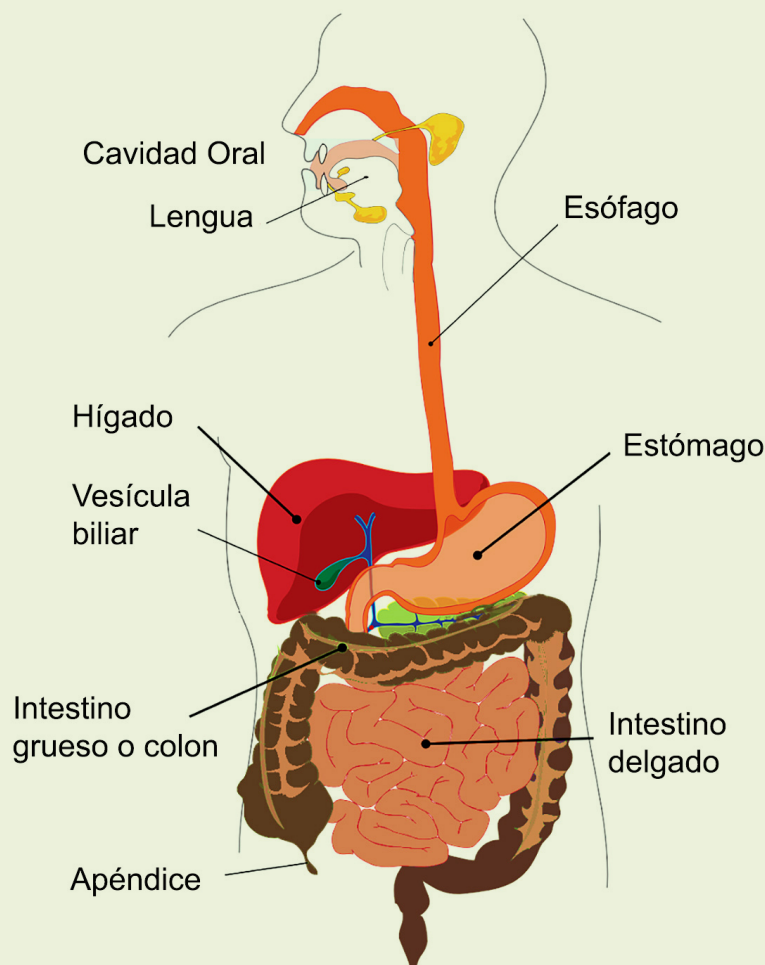


Figura 2. Esquema de las diferentes partes del cuerpo y órganos que conforman el aparato digestivo en los humanos. Se encuentra conformado por la cavidad oral (participa en la formación del bolo alimenticio, lugar donde comienza el proceso de digestión), la lengua (músculo que ayuda a deglutir el bolo alimenticio), esófago (conducto que transporta el bolo alimenticio hacia el estómago), estómago (se lleva a cabo la degradación de alimentos mediante enzimas y jugo gástrico), vesícula biliar (almacena y libera bilis, la cual ayuda en proceso de digestión), hígado (producción de bilis y metabolismo de macromoléculas), intestino delgado (digestión y absorción de macromoléculas), intestino grueso o colon (gran presencia de microbiota intestinal y absorción de agua), recto (segmento final del intestino grueso, donde se encuentran ya formadas las heces antes de su expulsión) y ano (segmento final del tubo digestivo por donde salen las heces).

papel importante en la obtención, el almacenamiento y el gasto de la energía obtenida de la dieta. Los carbohidratos y las proteínas no digeribles que llegan al colon representan entre el 10% y el 30% de la energía total ingerida y sin la actividad de la microbiota intestinal, generalmente estos se eliminarían a través de las heces sin ser absorbidos. Estos macronutrientes se fermentan en el colon por acción de la microbiota en ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Estos se utilizan como fuente de energía por las células del colon o se transportan a varios tejidos periféricos para su posterior metabolismo (Morris & Mohiuddin 2023).

Los microorganismos del intestino grueso permiten al huésped recuperar energía a partir de carbohidratos y proteínas que, de otro modo, serían indigeribles, ya que proporcionan una serie de enzimas necesarias para su metabolismo. Por ejemplo, *Bacteroides thetaiotaomicron* un importante microbio comensal del intestino, produce más de 241 enzimas necesarias para descomponer carbohidratos no asimilables, mientras que el genoma humano sólo contiene 98. Por lo tanto, la microbiota intestinal proporciona al huésped humano la capacidad de degradar polisacáridos vegetales, mejorando el equilibrio energético del huésped (Morris & Mohiuddin 2023).

La microbiota del colon, desempeñan también un papel crucial en la absorción de agua en el intestino grueso. Aunque las bacterias en sí mismas no son responsables directas de la absorción de agua, su presencia y actividad tienen un impacto significativo en el proceso. Durante la fermentación de la fibra dietética y la producción de AGCC, estos metabolitos aumentan la presión osmótica en el colon, lo que favorece la absorción de agua desde el intestino hacia la circulación sanguínea. Así mismo el proceso de absorción de AGCC por las células epiteliales del colon está acoplado al transporte de agua, lo que aumenta la absorción de este líquido. Algunas especies bacterianas en la microbiota también pueden estimular la motilidad intestinal, lo que contribuye al movimiento regular de las heces a través del colon, lo que facilita la exposición del contenido intestinal al revestimiento del colon y promueve una absorción eficiente de agua (Garza-Velasco et al., 2021).

Microbiota saludable = Individuo Saludable

La composición de la microbiota intestinal es esencial para el mantenimiento de la salud en general, mientras que un desequilibrio puede conducir a una amplia gama de problemas de salud.

Existe una microbiota permanente, que adquirimos al nacer y durante los primeros años de vida, y que rara vez cambia. En contraste, también podemos tener microbiota transitoria que se presenta solo por periodos determinados y que está en función de factores externos como la alimentación, las condiciones ambientales y el consumo de antibióticos, entre otros.

Los componentes estructurales y/o metabolitos bacterianos son suficientes para inducir el desarrollo y la maduración de órganos, así como participan en procesos fisiológicos en el huésped, nos hace darnos cuenta de la importancia del ecosistema microbiano en el mantenimiento de un estado saludable. El equilibrio del ecosistema microbiano intestinal, denominado eubiosis, es un concepto fundamental. En el año 400 a.C. Hipócrates decía que «la muerte está en los intestinos» y que «una mala digestión es el origen de todos los males». Ali Metchnikoff, sugirió que la mayoría de las enfermedades comienzan en el tracto digestivo cuando las bacterias «buenas» ya no son capaces de controlar a las «malas».

A este trastorno lo denominó disbiosis, es decir, un ecosistema en el que las bacterias ya no conviven en armonía. Una microbiota intestinal en estado eubiótico se caracteriza por una preponderancia de especies potencialmente beneficiosas, pertenecientes principalmente a los dos filos bacterianos Firmicutes y Bacteroides, mientras que las especies potencialmente patógenas, son pertenecientes al filo Proteobacteria (Enterobacteriaceae) y están presentes en un porcentaje muy bajo. En caso de disbiosis, las «bacterias buenas» dejan de controlar a las «bacterias malas», que toman el control (Zhang et al., 2015).

Sin saber si la disbiosis intestinal es la causa o la consecuencia, puede contribuir al desarrollo o empeoramiento de muchas

enfermedades. A largo plazo, la disbiosis tiene consecuencias graves como la incapacidad de absorber adecuadamente los nutrientes de los alimentos, esto conduce a un envejecimiento prematuro, fatiga crónica e inflamación. Entre las enfermedades asociadas a la disbiosis se incluyen las enfermedades inflamatorias intestinales, enfermedades neurodegenerativas, cáncer colorrectal, enfermedades hepáticas, alergias y afecciones relacionadas con la nutrición, como la obesidad, la diabetes tipo 2 y la celiaquía, así como la fibromialgia, las migrañas y la artritis reumatoide (por mencionar algunas).

Influencia de la microbiota en el estado de ánimo y la salud mental

En las últimas décadas, las investigaciones sugieren que la microbiota intestinal no solo ayuda a mantener nuestro cerebro en perfecto estado de funcionamiento sino que también puede ayudar a dar forma a nuestros propios pensamientos y comportamiento. La microbiota intestinal pueden modular el sistema inmunológico y producir moléculas que afectan directamente a las neuronas, regulando su actividad. También influyen en el desarrollo temprano de las neuronas, afectando los circuitos y comportamientos cerebrales a largo plazo; a corto plazo, estos microorganismos pueden regular la producción de serotonina, un neurotransmisor que se encarga de generar sensaciones de bienestar, relajación y satisfacción. Asimismo, se ha evidenciado una conexión entre los estados de disbiosis y la aparición de enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer y Parkinson (Bustos et al., 2022). En el año 2013, científicos irlandeses introdujeron el concepto de “psicobiótico” para describir probióticos potencialmente beneficiosos para personas con trastornos psiquiátricos. Sin embargo, la aplicación de probióticos para tratar trastornos mentales en humanos es aún un campo de estudio reciente.

Para cuidar nuestra salud intestinal, es importante mantener una dieta balanceada rica en fibras a través del consumo de frutas y verduras, así como consumir probióticos y prebióticos. Disminuir el consumo prolongado de antibióticos o la automedicación con productos antimicrobianos, ya que esto

también puede contribuir a mantener la cantidad y diversidad de microorganismos benéficos en la microbiota.

Conclusión

El proceso de digestión y descomposición de los alimentos es fundamental para la obtención de energía. Este proceso que resulta complejo, no sólo implica la participación del aparato digestivo, sino que también se complementa con la actividad de los microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal, pertenecientes a la microbiota, en especial las bacterias. Estos microorganismos contribuyen significativamente a la eficiencia del proceso de obtención de nutrientes, haciéndolo indispensable para el mantenimiento de la salud del individuo.

Referencias

Badui Dergal, S. (2016). Química de los alimentos. México, Pearson Educación.

Bustos-Fernández, Luis María, & Hanna-Jairala, Ignacio. (2022). Eje cerebro intestino microbiota. Importancia en la práctica clínica. *Revista de Gastroenterología del Perú*, 42(2), 106-116. Epub 00 de abril de 2022. <https://dx.doi.org/10.47892/rgp.2022.422.1438>

Fox, S. I. (2019). Fisiología humana. McGraw-Hill. Cap, 18, 619-660. 15ª ed.

Garza-Velasco, Raúl, Garza-Manero, Sylvia Patricia, & Perea-Mejía, Luis Manuel. (2021). Microbiota intestinal: aliada fundamental del organismo humano. *Educación química*, 32(1), 10-19. Epub 13 de agosto de 2021. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75734>

Icaza-Chávez M.E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad, *Revista de Gastroenterología de México*, Volume 78, Issue 4, 2013, Pages 240-248

Justin J., & Dhamoon, A. S. (2022). Physiology, Digestion. In StatPearls. StatPearls Publishing

Morris, A. L., & Mohiuddin, S. S. (2023). Biochemistry, Nutrients. In StatPearls. StatPearls Publishing. Biochemistry, Nutrients - PubMed (nih.gov)

Tresguerres, J. A. F. (2005). Fisiología humana. In *Fisiología humana*. McGraw-Hill (pp. 682-760). 3ª. Ed.

Zhang, Y. J., Li, S., Gan, R. Y., Zhou, T., Xu, D. P., & Li, H. B. (2015). Impacts of gut bacteria on human health and diseases. *International journal of molecular sciences*, 16(4), 7493-7519.