

Alimentación y salud

Señor: ¿por qué mis padres siempre me dicen que tengo que comer más fruta y verdura en lugar de pasta y pizza?



Foto de Fernanda Lima: <https://www.pexels.com/photo/woman-eating-pizza-16014835/>

Harry J Flint, Sylvia H Duncan y Wendy Russell*.

Instituto Rowett, Universidad de Aberdeen, Reino Unido

*Los autores agradecen el apoyo de la División de Ciencia Rural y Medioambiental y Servicios Analíticos del Gobierno escocés.

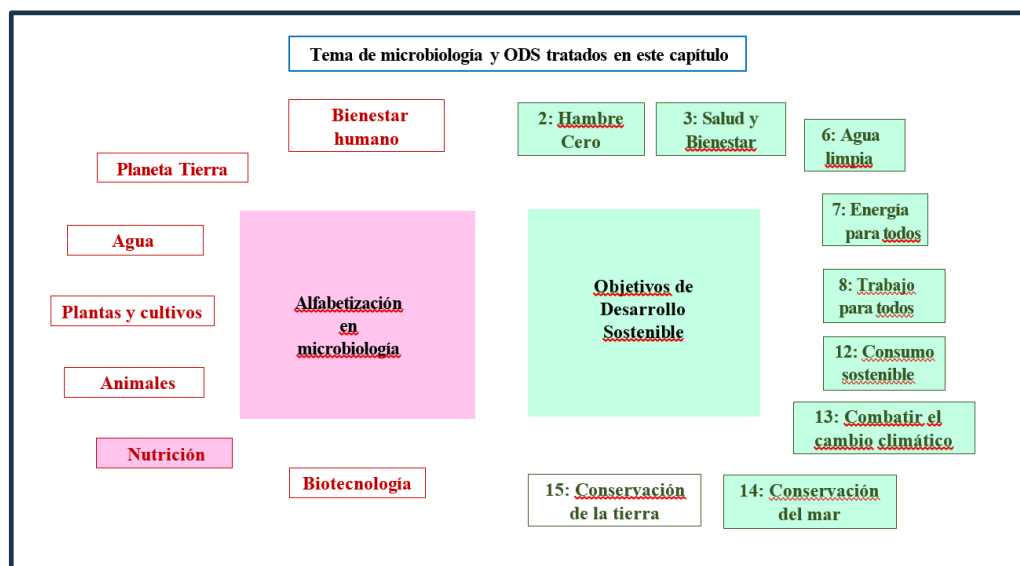
Alimentación y salud

Sinopsis

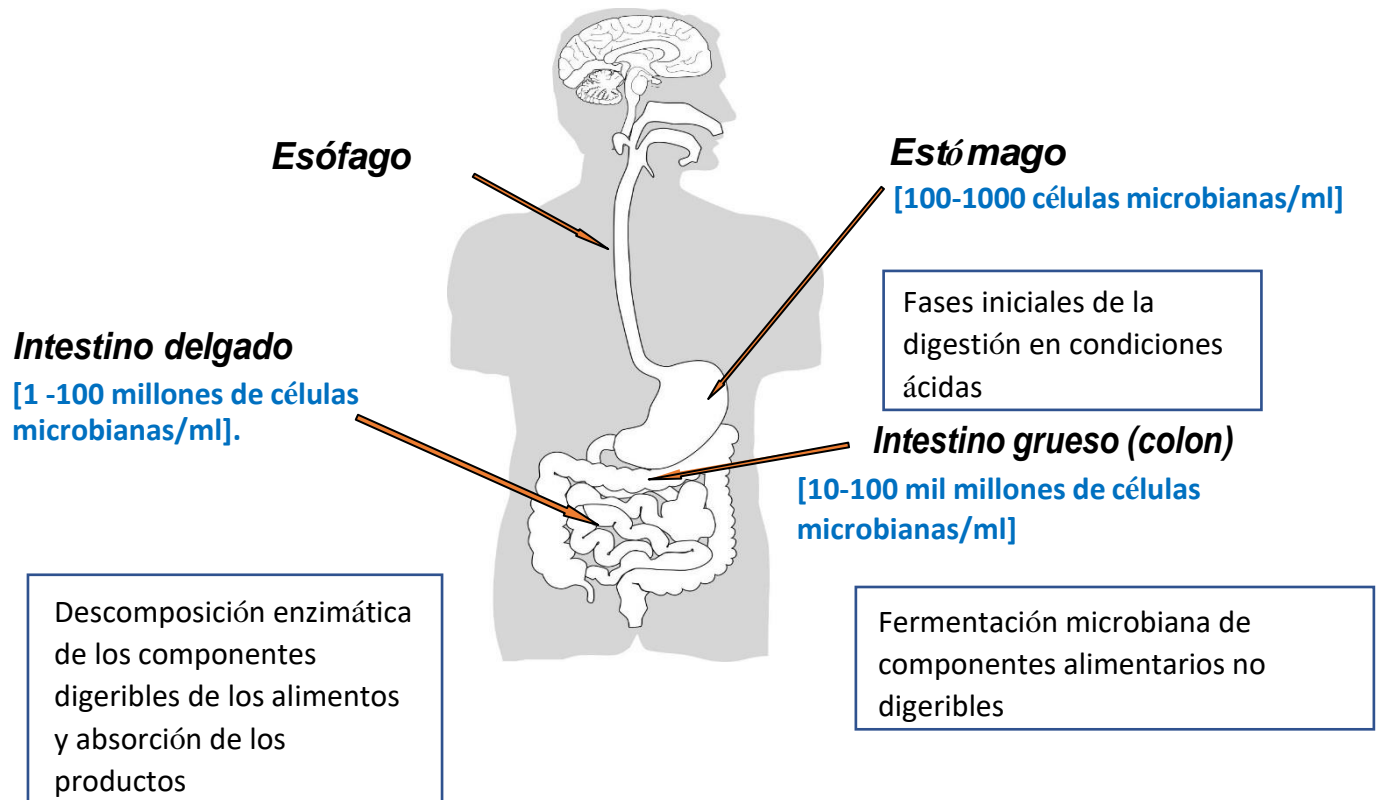
Los alimentos nos proporcionan la energía y los nutrientes que necesitamos para vivir, crecer y mantenernos sanos. Pero también puede ser la causa de una mala salud si comemos demasiada cantidad de los tipos de alimentos equivocados y no comemos lo suficiente de los ingredientes alimentarios que mantienen y promueven la buena salud. Además de energía, un buen equilibrio de vitaminas, minerales, aminoácidos esenciales (para fabricar proteínas) y grasas beneficiosas es importante para nuestra salud. Antes de que nuestro organismo pueda aprovechar los alimentos que ingerimos, éstos deben ser descompuestos (digeridos) para que puedan ser absorbidos fácilmente por el torrente sanguíneo. Todo esto ocurre en nuestro tracto digestivo (intestino), principalmente en el estómago y el intestino delgado. Sin embargo, no todos los alimentos que ingerimos pueden digerirse de esta manera. Parte de ellos, lo que se conoce como fibra vegetal, permanece sin digerir y está disponible como alimento para la compleja comunidad de microorganismos intestinales (nuestro microbioma intestinal) que existe en el intestino grueso. Nos beneficiamos significativamente de esta fermentación microbiana de la fibra, ya que libera ácidos grasos de cadena corta (AGCC) que el cuerpo puede absorber como fuentes de energía adicionales. Estos mismos microbios también liberan ciertos "fitoquímicos" de la fibra vegetal que son beneficiosos para la salud. En general, el microbioma ejerce numerosas influencias sobre nuestro metabolismo y función inmunitaria, algunas de las cuales son beneficiosas y otras perjudiciales para la salud. Comer los alimentos adecuados, incluidos los cereales, las frutas y las verduras que contienen fibra (y cuyo contenido fitoquímico da lugar a un arco iris de colores) puede ayudar a fomentar un equilibrio saludable de especies bacterianas y actividad fermentativa para promover la salud.

La microbiología y el contexto social

Microbiología: colonización microbiana del intestino humano en bebés y adultos, influencia de la ingesta alimentaria y las variaciones individuales, consecuencias de la colonización microbiana para la salud, posibles nuevos enfoques terapéuticos mediante la manipulación alimentaria del microbioma intestinal, seguridad alimentaria. *Y de forma periférica para completar la historia:* producción de alimentos, producción microbiana de gases de efecto invernadero de rumiantes, sustitutos de la carne basados en plantas, decisiones políticas sobre salud y nutrición, cuestiones normativas relacionadas con la alimentación y la agricultura. *Cuestiones de sostenibilidad:* salud, alimentación y energía, economía y empleo, contaminación ambiental, calentamiento global.



Alimentación y salud: La Microbiología



El tracto gastrointestinal humano

1. Los microorganismos de nuestro intestino. Nuestros intestinos albergan enormes cantidades de microorganismos, que son al menos tan numerosos como nuestras propias células humanas que componen el organismo. Las mayores concentraciones, de hasta 100 millones de células microbianas por mililitro, se dan en el intestino grueso (figura 1). La inmensa mayoría de estos microorganismos son bacterias que prosperan a bajos niveles de oxígeno (conocidas como "anaerobias"). Los microorganismos intestinales crecen aprovechando diversas fuentes de energía procedentes de la dieta, en concreto la parte de la dieta conocida como "fibra" que es resistente a la digestión por nuestras propias enzimas en la parte superior del intestino (estómago e intestino delgado). La mayor parte de la fibra consiste en hidratos de carbono de origen vegetal que no estamos preparados para degradar por nosotros mismos porque carecemos de las enzimas necesarias para descomponerlos. Algunas fuentes de energía adicionales utilizadas por las bacterias intestinales proceden del huésped, por ejemplo, el moco que produce el revestimiento del intestino y los compuestos especiales de la leche materna conocidos como oligosacáridos de la leche humana (HMO). Estos últimos desempeñan un papel importante en la formación de la composición de especies de la microbiota intestinal humana en los lactantes alimentados con leche materna. En los adultos, la fermentación de estas diversas fuentes de energía por los microorganismos intestinales da lugar a ácidos grasos de cadena corta (AGCC) que desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la salud del revestimiento intestinal, así como de la salud sistémica y la función inmunitaria. Además, los microorganismos intestinales ejercen una importante influencia en el desarrollo del sistema inmunitario y del propio intestino en los primeros años de vida. Por otra parte, sabemos muy bien que algunos microorganismos intestinales son perjudiciales y promueven enfermedades.

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

Por ello, es de vital importancia mantener un equilibrio adecuado de microorganismos en el intestino, y sabemos que la dieta tiene una gran influencia en la determinación de este equilibrio.

- 2. El consumo adecuado de fibra vegetal en nuestra dieta es importante para la salud humana.** En general, se considera que una cantidad adecuada de fibra en la dieta es importante para prevenir varios tipos de cáncer y para ayudar a prevenir las enfermedades cardíacas y la diabetes de tipo 2. Las principales fuentes de fibra, que procede principalmente de materiales vegetales y consiste en materiales que no pueden ser digeridos por nuestras enzimas, incluido cereales, fruta y vegetales (Figura 2). Los beneficios de la ingesta de fibra están respaldados por pruebas epidemiológicas, que es la rama de la ciencia que se ocupa de la propagación y el control de las enfermedades [1]. Estas enfermedades suponen una carga importante y cada vez mayor para nuestros servicios nacionales de salud. Las directrices oficiales sobre el nivel de consumo de fibra recomendado para el mantenimiento de la salud en adultos se han incrementado en los últimos años tanto en el Reino Unido (hasta 30 gramos al día) como en Estados Unidos [2].



Fuentes de fibra alimentaria

- 3. Los alimentos funcionales dirigidos al microbioma intestinal son importantes desde el punto de vista económico.** Los alimentos destinados a modificar el microbioma intestinal son importantes desde el punto de vista económico para la industria alimentaria y representan una fracción significativa de las ventas comerciales de alimentos en muchos países. Entre ellos se encuentran los yogures "vivos" que aportan organismos probióticos al intestino y que se han hecho populares entre los consumidores tanto por su sabor como por sus beneficios percibidos para la salud. Además, se están introduciendo en el mercado alimentos enriquecidos con "prebióticos". La mayoría de los prebióticos son carbohidratos no digeribles, como la inulina, que escapan a la digestión de las enzimas del huésped y están destinados a

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

promover el crecimiento de microorganismos beneficiosos dentro del microbioma intestinal.

4. La respuesta de cada persona a la ingesta de fibra alimentaria puede ser muy diferente. Los distintos individuos no siempre responden de la misma manera a los alimentos que ingieren. Esto puede reflejar diferencias genéticas entre las personas. Por ejemplo, muchos adultos de todo el mundo (de hecho, la mayoría) son intolerantes a los productos lácteos en su dieta porque la excesiva fermentación microbiana del disacárido lactosa (presente en la leche) en su intestino grueso les provoca molestias digestivas. Esto se debe a que al llegar a la edad adulta pierden la capacidad que poseían de bebés para digerir la lactosa debido a los bajos niveles de la enzima lactasa, en el intestino delgado. Por otro lado, las personas que conservan esta capacidad (entre las que se encuentran muchos europeos del norte) no experimentan ningún problema por consumir productos lácteos [3].

5. Algunos subgrupos de individuos pueden mostrar intolerancia a la ingesta elevada de fibra. Algunos grupos de personas pueden mostrar intolerancia a la ingesta elevada de fibra por razones que no se comprenden del todo. Por ejemplo, algunas de las personas que padecen el síndrome del intestino irritable pueden notar que sus síntomas, como calambres estomacales e hinchazón, empeoran al consumir cantidades de fibra que provocan una fermentación microbiana excesiva en el intestino. A estas personas se les pueden recomendar dietas bajas en carbohidratos fermentables no digeribles (conocidas como dietas FODMAPS (oligosacáridos, disacáridos, monosacáridos y polioles fermentables)).

6. Cada vez es más posible diseñar dietas que controlen la composición del microbioma intestinal. La composición de especies del microbioma intestinal se ve afectada por lo que comemos. Dado que los distintos miembros del microbioma intestinal tienen consecuencias diferentes para la salud, esto crea la posibilidad de modificar las dietas en beneficio de la salud. Por ejemplo, se podrían elegir nuevas fibras prebióticas, incluidos los oligosacáridos, que son polímeros de un pequeño número (normalmente de tres a nueve) unidades de monosacáridos, con el objetivo de promover bacterias que supriman la inflamación o prevengan las infecciones. Existe interés por desarrollar determinados miembros del microbioma sano como nuevas terapias. Su establecimiento también podría fomentarse mediante el suministro de un compuesto en la dieta que promueva el crecimiento de un microorganismo terapéutico, adoptando así lo que se denomina un enfoque dual "simbiótico".

7. Algunas de las variaciones entre individuos en la composición de su microbioma intestinal parecen ser discontinuas. En los seres humanos, el colon alberga billones de células bacterianas. Estas bacterias pertenecen predominantemente a cinco filos diferentes que, en conjunto, incluyen muchos cientos de especies bacterianas que se encuentran habitualmente en el intestino. La composición de especies del microbioma intestinal varía de un individuo a otro por diversas razones, entre ellas las diferencias en la ingesta alimentaria. Por ejemplo, las poblaciones humanas pueden subdividirse en personas para las que los principales representantes del filo Bacteroidetes dentro de su microbioma intestinal son las especies *Bacteroides*, y personas para las que predominan las especies *Prevotella*. Existen pruebas de que esta diferencia, que no se debe simplemente a la dieta, tiene consecuencias para el estado de salud y las respuestas a la intervención dietética [4].

8. La alteración del microbioma por los antibióticos puede causar problemas de salud a corto y largo plazo. El microbiota intestinal "normal" (no alterada) ayuda a proteger contra organismos infecciosos de diversas maneras. Cuando el microbioma intestinal se ve alterado, por ejemplo, por la administración de un antibiótico que mata o inhibe el crecimiento de

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

muchos microbios, esta protección puede verse afectada. Por desgracia, esto significa que algunos microbios intestinales infecciosos que pueden tolerar el antibiótico son capaces de crecer mejor. Esto explica el fenómeno de la "diarrea asociada a antibióticos", en la que un organismo infeccioso (normalmente *Clostridium difficile*) que normalmente se mantiene bajo control en el microbioma puede causar una enfermedad grave. La restauración de un microbiota más normal mediante la introducción de cócteles microbianos derivados de las heces de un donante sano (lo que se conoce como trasplante de microbiota fecal [TFM]) ha tenido éxito en el tratamiento de este tipo de enfermedad. También preocupa que el uso excesivo de antibióticos en los primeros años de vida (lactantes) pueda tener efectos duraderos en la diversidad de nuestro microbioma a lo largo de toda la vida, y con posibles consecuencias incluso para las generaciones posteriores. Sin embargo, las pruebas de que estosea un problema sanitario importante no son concluyentes. No obstante, los antibióticos siguen siendo vitales en el tratamiento de las infecciones bacterianas y salvan vidas.

9. *El microbioma intestinal desempeña un papel en el impacto negativo sobre la salud de una ingesta elevada de proteínas y grasas alimentarias.* Los datos epidemiológicos también indican que un consumo elevado de proteínas y grasas animales favorece ciertos tipos de cáncer. Esto se explica en parte por las interacciones de estos componentes de la dieta con los microorganismos intestinales. Los productos de fermentación de las proteínas incluyen algunos compuestos, como las nitrosaminas y las aminas heterocíclicas, que son genotóxicos y se sabe que favorecen el cáncer colorrectal. Estos compuestos se forman cuando la proteína se suministra en cantidades elevadas en la dieta y no se digiere completamente en el intestino superior, lo que provoca su entrada en el intestino grueso [5]. Por otro lado, las dietas ricas en grasas conducen a la formación de un exceso de colesterol, que se elimina mediante la formación de ácidos biliares. En el caso de las dietas ricas en proteínas y grasas, el hígado elimina estos ácidos biliares principalmente combinándolos con el aminoácido taurina para formar taurocolato que se libera en el intestino a través de la bilis. En el colon, determinadas bacterias intestinales metabolizan el taurocolato para formar desoxicolato y sulfuro de hidrógeno, dos sustancias que pueden favorecer el cáncer.

10. *La ingesta alimentaria es sin duda un factor importante en la obesidad y los problemas de salud asociados a ella.* Una proporción cada vez mayor de la población de los países de renta alta, y ahora también de muchos países de renta baja o media, tiene sobrepeso o es obesa, más del 60% de los adultos del Reino Unido se encuentran en esta categoría. Esto conlleva un mayor riesgo de diabetes de tipo 2, cardiopatías y cáncer. Algunos estudios han sugerido la existencia de vínculos entre la microbiota intestinal y la obesidad. Aunque las pruebas en humanos siguen sin ser concluyentes, los estudios en animales sugieren que ciertas bacterias pueden, por ejemplo, favorecer la absorción de grasas. Por otro lado, hay razones de peso para pensar que consumir fibra como parte importante de la dieta puede ayudar a limitar el aumento de peso. La energía recuperada del equivalente a un gramo de azúcar en forma de fibra alimentaria es sólo la mitad de la que se obtiene de la absorción directa de un gramo de azúcar mono o dimérico, como los que se encuentran a menudo en productos con alto contenido en azúcar como pasteles, galletas y bebidas azucaradas. Esto se debe a que obtenemos energía de la fibra de forma indirecta a través de los ácidos grasos de cadena corta producidos por los microbios, que aportan menos energía que los propios azúcares. Además, hay pruebas de que algunos de estos AGCC parecen ayudar a controlar nuestro apetito.

11. *La diversidad global de nuestro microbioma intestinal puede estar influida por la dieta y vinculada a la salud.* La diversidad global de nuestro microbioma intestinal se define por la "riqueza de especies", o por otros índices más complejos que tienen en cuenta la abundancia relativa de todas las especies. La dieta influye en la diversidad microbiana y

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

puede estar relacionada con el estado de salud. Cuando se agrupó a los sujetos humanos entre los que tenían una diversidad alta y baja en su microbioma, los que tenían una diversidad baja tenían más probabilidades de tener sobrepeso y mostrar síntomas de "síndrome metabólico" (término médico que designa una combinación de factores de riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares). La diversidad del microbioma y los indicadores de salud podían restablecerse modificando la dieta, lo que sugiere que la baja diversidad era el resultado de una dieta pobre y carente de fibra [6].

Los regímenes de alimentación y el modo de nacimiento desempeñan un papel fundamental en la determinación del microbioma intestinal del lactante en desarrollo.

Durante el parto natural, los recién nacidos adquieren sus microorganismos intestinales iniciales principalmente de la propia microbiota intestinal de su madre. Sin embargo, el microbioma intestinal de los bebés está fuertemente influenciado por el modo de nacimiento y por los primeros regímenes de alimentación. Así, los bebés nacidos por cesárea muestran una mayor influencia de la piel y los organismos ambientales en sus microbiomas en comparación con los nacidos por vía vaginal. La lactancia materna favorece el crecimiento de bifidobacterias que se consideran beneficiosas para la salud al ayudar a prevenir infecciones por organismos patógenos. La razón principal es la presencia de oligosacáridos específicos de la leche humana que favorecen el crecimiento de determinadas especies de *Bifidobacterium*. Los bebés alimentados con los biberones con leche de fórmula difieren en la composición de su microbioma intestinal, con menos bifidobacterias. Una vez que los bebés reciben alimentos sólidos (en el momento del destete), su microbiota se va pareciendo gradualmente a la de los adultos y estas diferencias anteriores disminuyen [7].

12. Posibilidad de intervenciones terapéuticas mediante la modulación dietética del microbioma intestinal.

Ciertas afecciones médicas pueden estar asociadas a alteraciones de la microbiota intestinal, por ejemplo, poblaciones bajas de bacterias productoras de butirato. En la enfermedad inflamatoria intestinal de Crohn, la especie normalmente abundante *Faecalibacterium prausnitzii*, que ha demostrado ejercer efectos antiinflamatorios, está muy reducida en el microbioma [8]. Hay interés en encontrar formas de restablecer las poblaciones de *F. prausnitzii* en estos pacientes y una posible vía es mediante la suplementación adecuada de la dieta con prebióticos apropiados (aunque aún están en fase de desarrollo). Otros enfoques alternativos pueden incluir la administración oral de células vivas de *F. prausnitzii*, por ejemplo utilizando alguna forma de encapsulación para proteger la viabilidad celular.

13. Garantizar la seguridad alimentaria.

Cuando comemos alimentos contaminados o preparados de forma antihigiénica podemos ingerir organismos peligrosos que causan enfermedades (patógenos transmitidos por los alimentos). Entre ellos hay muchos tipos de bacterias infecciosas (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*) capaces de sobrevivir y crecer en nuestro tracto digestivo. Algunas de estas bacterias producen toxinas y otras son capaces de dañar el revestimiento del intestino y/o invadir los tejidos del huésped. Las consecuencias de la infección van desde la diarrea y los vómitos hasta la enfermedad grave, incluidos daños orgánicos, y pueden ser mortales. Estas bacterias son capaces de crecer en el tracto digestivo de otros animales, lo que desgraciadamente puede incluir animales de granja como pollos, cerdos y rumiantes que forman una parte importante de nuestro suministro de alimentos. Esto significa que, a menos que el ganadero y el minorista tomen precauciones estrictas, estas bacterias pueden estar presentes en la carne que compramos en las tiendas y mercados. Unos procedimientos higiénicos adecuados en la cría de animales y la producción de alimentos, así como en su distribución y comercialización, son esenciales para la seguridad alimentaria. Sin embargo, el almacenamiento y la cocción adecuados de los alimentos en el hogar siguen siendo de vital importancia. Las alteraciones graves de la microbiota intestinal también pueden deberse

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

a agentes infecciosos distintos de las bacterias que pueden adquirirse a través del agua, los alimentos o las superficies contaminadas. Entre ellos se encuentran los virus que causan diarrea (como el norovirus o el rotavirus) y microorganismos eucariotas como *el* parásito protozoario *Cryptosporidium* y el hongo *Candida albicans*.

Relevancia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Grandes Retos

- **Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.** Identificar dietas que mantengan la salud es cada vez más importante ante los retos que plantean las pandemias, el cambio climático y las demandas contradictorias sobre el uso de la tierra y los recursos. Un elemento clave de la seguridad alimentaria es determinar cuáles son las fuentes de alimentos más adecuadas para fomentar la producción futura, ya que alrededor de la mitad de los alimentos que se consumen en el Reino Unido son importados y la agricultura es uno de los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero. Será crucial identificar cultivos que puedan utilizarse tanto para la alimentación humana como para la animal y que puedan cultivarse y procesarse de forma sostenible. Elegir entre dietas basadas en plantas o más en carne tiene importantes implicaciones tanto para la salud como para el medio ambiente. La revalorización de los residuos alimentarios y la producción de coproductos de mayor valor en toda la cadena alimentaria también serán esenciales para un sistema viable de producción de alimentos.
- **Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos a todas las edades.** Seguir una dieta sana es uno de los pasos más importantes que una persona puede dar para mantener y promover su salud y bienestar, sobre todo a largo plazo. Seguir una dieta sana durante el embarazo y asegurarse de que los hijos se alimentan de forma saludable es extremadamente importante, dadas las conocidas consecuencias a largo plazo de una mala nutrición materna e infantil. Esto incluye preferir la lactancia materna al biberón en los primeros años de vida. En niños y adultos, es importante seguir una dieta equilibrada que aporte todos los aminoácidos esenciales, grasas saludables y una variedad de hidratos de carbono complejos procedentes de cereales, frutas y verduras que son una rica fuente de minerales, vitaminas y otras moléculas bioactivas vegetales.
- **Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento.** El agua es el factor crítico que limita la producción de alimentos en muchas partes del mundo donde la ingesta dietética es más baja y la hambruna es una amenaza constante. Por lo tanto, la gestión de los recursos hídricos vinculada a la selección de los tipos de producción de alimentos más adecuados reviste una enorme importancia.
- **Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.** Algunos cultivos se utilizan cada vez más para producir biocombustibles con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto crea una competencia entre el uso de la tierra para la producción de alimentos y para la producción de energía que debe gestionarse cuidadosamente. La consideración de dietas que requieran menos insumos energéticos podría contribuir a la disponibilidad global de energía.
- **Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.** La agricultura, la producción, la transformación y la venta al por menor de alimentos contribuyen de manera esencial al empleo y al crecimiento económico. Al considerar las dietas, los alimentos que contribuyen a una bioeconomía más circular podrían proporcionar nuevas oportunidades de mercado, así como una producción más sostenible.
- **Objetivo 12. Garantizar modelos de consumo y producción sostenibles.** Moderar la

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

carne (sobre todo la roja) y los productos lácteos en nuestra dieta en favor de alimentos más vegetales tiene beneficios para la salud, pero también puede ser más sostenible, ya que implica un uso menos intensivo de recursos (tierra, agua y energía). La producción de rumiantes es especialmente costosa y contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero. Comer una amplia gama de alimentos de origen vegetal puede ayudar a abandonar la cultura del monocultivo y aumentar la biodiversidad agrícola, así como la diversidad de la dieta. La producción local de alimentos también es preferible al transporte de larga distancia de alimentos, especialmente cuando se realiza por vía aérea.

- **Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.** Los cambios en la producción agrícola, así como los patrones de consumo serán esenciales si queremos cumplir con los objetivos de emisiones requeridos y combatir el cambio climático. El informe del Fondo Mundial para la Naturaleza, "Comer para dos grados" sugiere dietas que podrían contribuir a cumplir con los compromisos del Acuerdo de París. Además de beneficiar al medio ambiente, estos cambios dietéticos también pueden ser beneficiosos para la salud. Esto incluye comer más plantas, moderar el consumo de carne, comer alimentos variados y menos alimentos ricos en grasa, azúcar y sal. Las cadenas de suministro cortas también pueden reducir los costos de transporte para el medio ambiente.
- **Objetivo 14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.** Los productos del mar contribuyen de forma importante a una dieta sana, especialmente el pescado azul. Sin embargo, para la sostenibilidad es fundamental evitar la sobrepesca y el consiguiente agotamiento de las poblaciones de peces. Las alternativas a la pesca de peces marinos salvajes, como la piscicultura, pueden aportar beneficios medioambientales, pero hay que gestionar cuidadosamente riesgos como la contaminación y las infecciones.

Posibles implicaciones para las decisiones

1. Individual

La mayoría de los adultos son libres de decidir lo que comen. Sin embargo, sus elecciones se ven influidas o limitadas por muchos factores, como la asequibilidad, la disponibilidad, la influencia de la publicidad, la palatabilidad, el tiempo de preparación, las instalaciones de cocina disponibles, la calidad nutricional, los consejos sobre dieta y salud de los medios de comunicación y otros medios sociales.

Mientras que los alimentos envasados que se compran en las tiendas están obligados a indicar su composición nutricional, no ocurre lo mismo con los alimentos no envasados o las comidas compradas en restaurantes y establecimientos de comida rápida. Por tanto, el consumidor no siempre dispone de información nutricional completa.

La dieta de los niños viene determinada en gran medida por sus padres, sobre todo cuando son pequeños. Las escuelas también pueden desempeñar un papel importante a través de la provisión de comidas escolares y la elección de comidas disponibles.

Las personas mayores pueden tener el olfato y la dentadura reducidos, y las que viven en residencias, sobre todo las que padecen demencia, suelen tener pocas posibilidades de elegir sus comidas y dependen del personal de la residencia.

Al fin y al cabo, muchas personas no eligen los alimentos que consumen basándose sólo, ni siquiera principalmente, en la salud y la calidad nutricional. Además, los mensajes nutricionales (por ejemplo, sobre la ingesta de azúcar, grasas y proteínas) a menudo pueden parecer contradictorios o confusos.

2. Comunidad

Los minoristas y los productores de alimentos ejercen conjuntamente una influencia

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

abrumadora en la gama y la disponibilidad de los productos alimenticios.

La comunidad agrícola toma decisiones sobre qué animales criar y qué cultivos cultivar basándose principalmente en la demanda y en las condiciones del mercado, que están muy influenciadas por las decisiones tomadas por los grandes minoristas de alimentos. La comunidad pesquera también está obligada a respetar las cuotas de capturas.

Los grandes minoristas de alimentación ejercen una enorme influencia en la elección individual de alimentos y en la ingesta dietética. Esto ocurre 1) a través de sus interacciones con los productores de alimentos, incluidas las estipulaciones sobre la calidad de los productos, 2) a través de la publicidad, 3) a través de las decisiones sobre qué productos almacenar (que pueden estar sujetas a variaciones regionales), 4) a través de la política de precios, incluidas las ofertas promocionales, 5) a través de las decisiones sobre la producción de alimentos, por ejemplo, la sal, el azúcar, el contenido de fibra de los alimentos procesados, 6) a través de las decisiones sobre si importar o no muchos alimentos de otros países.

La comunidad de investigadores científicos está formada por investigadores que trabajan en universidades, institutos y hospitales, así como por científicos que trabajan en la industria. Los que se ocupan de nutrición y salud investigan las consecuencias para la salud de opciones dietéticas alternativas. El trabajo incluye, por ejemplo, epidemiología, estudios de intervención dietética, microbiología intestinal, inmunología y perfiles de metabolitos. Los hallazgos que aportan información sobre la seguridad y los resultados para la salud de las distintas opciones alimentarias se publican en la literatura científica y se presentan en reuniones. Esta nueva información se pone a disposición de la industria alimentaria, los medios de comunicación, los organismos reguladores y, en última instancia, los consumidores, para ayudarles a elegir sus alimentos.

Existen varias organizaciones que fomentan el intercambio de información e ideas entre el mundo académico y la industria alimentaria. Entre ellas figuran, por ejemplo, la BNF (Fundación Británica de Nutrición), la ISAPP (Sociedad Internacional de Probióticos y

Prebióticos) y el ILSI (Instituto Internacional de Ciencias de la Vida).

La "comunidad de la información" incluye la prensa escrita, la radiodifusión y otras formas de medios sociales. Es la fuente inmediata de información sobre alimentación y salud de la mayoría de la gente y, por tanto, influye enormemente en su comportamiento.

3. Nacional

Existen múltiples grupos consultivos formados por científicos y expertos en nutrición que asesoran a los gobiernos, la industria y el público en general sobre políticas y normativas relacionadas con la alimentación y la salud. Una responsabilidad importante es la seguridad alimentaria y el examen de las propuestas para introducir nuevos tipos de alimentos o procesos de producción de alimentos en el mercado comercial. Una responsabilidad más general es el asesoramiento nutricional al Gobierno sobre cuestiones como la conveniencia y necesidad del enriquecimiento de los alimentos (por ejemplo, con folato) o los impuestos sobre el azúcar y las grasas. Se reconoce que las recomendaciones nutricionales pueden contribuir a la medicina preventiva al reducir potencialmente la carga de diabetes, enfermedades cardíacas y cáncer.

Las decisiones gubernamentales tienen un enorme impacto en la producción y calidad de los alimentos. Son determinantes:

- normativa sobre etiquetado, envasado y comercialización de alimentos
- normativa sobre seguridad alimentaria en todas las etapas de la producción, transformación, transporte y venta de alimentos ("de la granja a la mesa")
- normativa sobre normas medioambientales y sostenibilidad aplicadas a la producción alimentaria (agricultura y pesca)
- normativa sobre bienestar de los animales en relación con la producción de alimentos
- regímenes fiscales internos (por ejemplo, para el alcohol, el azúcar o las grasas)

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

- aranceles exteriores aplicados a los productos alimentarios y agrícolas
- acuerdos comerciales con otros países que determinan la cantidad y calidad de los alimentos importados

Participación de los alumnos

1. Debate en clase sobre temas relacionados con la dieta, la salud y el microbioma intestinal

Considere los cambios de alimentos sugeridos en el informe del WWF Livewell "Eating for Two Degrees". Busque pruebas de cómo estos cambios podrían afectar al microbioma intestinal (tenga en cuenta la actividad probiótica y prebiótica, así como cualquier nutriente importante y otras moléculas bioactivas que contengan los alimentos) y si serían beneficiosos o perjudiciales para nuestra salud.

2. Sensibilización de los alumnos

Elabore un mapa de todos los agentes de la cadena de suministro de alimentos desde la granja hasta la mesa. Para cada paso, considere los "obstáculos" y las "oportunidades" para hacer que la producción de alimentos sea más saludable y sostenible.

3. Ejercicios

a. Identifique los prebióticos y probióticos comercializados actualmente. Para cada probiótico identificado, ¿qué bacterias están presentes y cómo se supone que benefician a nuestra salud? Para los prebióticos, describe su composición y averigua todo lo que puedas sobre cómo se supone que influyen en nuestra salud intestinal.

b. Cada alumno debe enumerar tantos alimentos como pueda que se consideren saludables. Una vez que tengan la lista, clasifícala en una pizarra en las siguientes categorías: 1. Producidos localmente 2. No producidos localmente. Para la categoría 2. (No producidos localmente), piensen por qué no se producen localmente, quién tendría que intervenir para que se produjeran aquí y si podrían sustituirse por un producto similar que pudiera cultivarse localmente.

c. A continuación, enumera todos los alimentos que puedas que se consideren poco saludables. Una vez que los tengas, piensa de qué manera se podrían hacer más saludables para nosotros (con respecto al microbiota del intestino) y para el planeta (producción sostenible) y quién tendría que participar en toda la cadena de suministro de alimentos para hacerlo realidad.

Esto debería basarse en la información obtenida a través de los debates en clase y la sensibilización de las partes interesadas.

Base empírica, lecturas complementarias y material didáctico

- [1] Reynolds AM et al (2019). Calidad de los carbohidratos y salud humana: una serie de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Lancet* 393: 434-445.
- Aune D et al (2011) Fibra dietética, cereales integrales y riesgo de cáncer colorrectal: revisión sistemática y análisis dosis-respuesta de estudios prospectivos. *Brit Med J* 343 art d6617.
- [2] Fundación Británica de Nutrición (2018) <https://www.nutrition.org.uk/nutritionscience/nutrients-food-and-ingredients/dietary-fibra.html>
- McGill CR et al (2015) Ten-year trends in fiber and whole grain intakes and food sources for the United States population: national health and nutrition examination survey. *Nutrients* 7: 1119- 1130
- [3] Udigos-Rodriguez S et al (2018) Malabsorción e intolerancia a la lactosa: una revisión.

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

Alimentación y función 9: 4156-4068.

[4] Gorvitovskaia A et al (2016). Interpretación de *Prevotella* y *Bacteroides* como biomarcadores de la dieta y el estilo de vida. *Microbiome* 4: 15.

Hjorth M et al (2019) La relación *Prevotella-to-Bacteroides* predice el peso corporal y el éxito de la pérdida de grasa en dietas de 24 semanas que varían en la composición de macronutrientes y fibra dietética: resultados de un análisis post hoc. *Int J Obesity* 43: 149-157

[5] Louis P et al (2014). La microbiota intestinal, metabolitos bacterianos y el cáncer colorrectal. *Nat Rev Microbiol* 12: 661-672.

World Cancer Research Fund/American Institute of Cancer Research (2007) Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer: a global perspective. <http://wcrf.org/int/research-we-fund/continuous-update-project-cup/second-expert-report>.

[6] Le Chatelier E et al (2013). La riqueza del microbioma intestinal humano se correlaciona con marcadores metabólicos. *Nature* 2013, 500:541-546.

Cotillard A et al (2013). Dietary intervention impact on gut microbial gene richness. *Nature* 500:585-588.

[7] Domínguez-Bello MG et al (2010). El modo de parto determina la adquisición y estructura de la microbiota inicial en múltiples hábitats corporales en recién nacidos. *PNAS* 107: 11971-11975. Zivkovic AM et al (2011). Glicobioma de la leche humana y su impacto en la microbiota gastrointestinal infantil. *Proc Natl Acad Sci USA* 108:4653-4658.

Harmsen HJM et al (2000). Análisis del desarrollo de la flora intestinal en lactantes amamantados y alimentados con fórmula mediante métodos de identificación y detección molecular. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 30: 61-67

[8] Sokol H et al (2008). *Faecalibacterium prausnitzii* is an anti-inflammatory commensal bacterium identified by gut microbiota analysis of Crohn's disease patients. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 16731-16736.

[9] (Antecedentes generales). Flint HJ (2020) "Why Gut microbes Matter: Understanding our Microbiome" - Springer, serie Fascinating Life Sciences.

Informe sobre la calidad de vida del WWF, Comer a grados.

Glosario

Anaerobio. Microorganismo capaz de crecer en ausencia de oxígeno ("anaerobios obligados" sólo crecen cuando el oxígeno es bajo, mientras que los "anaerobios facultativos" pueden crecer con o sin oxígeno) Fibra alimentaria. Componentes de la dieta que permanecen sin digerir en la parte superior del intestino (estómago e intestino delgado) y que los microbios que habitan en el intestino grueso pueden fermentar.

Disacárido. Hidrato de carbono formado por dos azúcares monosacáridos unidos (por ejemplo,

Un marco educativo de microbiología centrado en el niño

sacarosa, maltosa).

Epidemiología. Estudio de la aparición y propagación de enfermedades en diferentes poblaciones de animales y plantas.

Fermentación. Proceso por el que se obtiene energía en ausencia de oxígeno. En las bacterias anaerobias del intestino, suele dar lugar a la producción de ácidos grasos de cadena corta a partir de hidratos de carbono y proteínas.

Genotóxico. Provoca daños en el material genético (ADN).

Microbioma intestinal / Gut microbiota. Comunidad de microorganismos presente en nuestro tubo digestivo.

Monosacárido. Una sola molécula de azúcar, normalmente una estructura anular que contiene 6 carbonos (por ejemplo, glucosa, fructosa).

Mucosidad. Secreción viscosa compuesta de proteínas e hidratos de carbono producida por las células que recubren el intestino (y otras superficies del cuerpo). Tiene funciones protectoras y lubricantes.

Oligosacárido. Hidrato de carbono formado por tres o más azúcares monosacáridos unidos, pero lo suficientemente pequeños como para disolverse en agua.

Patógenos (pathogenic). Organismos que pueden causar enfermedades.

Filo (pl. phyla). Agrupación de alto nivel de formas de vida que comparten ciertas características, utilizada con fines de clasificación (taxonomía).

Prebióticos. Compuestos añadidos a la dieta que se considera que fomentan especies o actividades microbianas beneficiosas en el intestino.

Probióticos. Microorganismos vivos presentes en la dieta que se consideran beneficiosos para la salud. La mayoría se suministran en alimentos fermentados como los yogures "vivos".

Ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Ácidos que llevan un grupo carboxilo (COOH) con la fórmula general $C_nH_{2n}O_2$ (n normalmente menor o igual a 6). Los principales ácidos procedentes de la fermentación microbiana de la fibra en el intestino son el acético (C_2), el propiónico (C_3) y el butírico (C_4).

Sinbióticos. Combinación de prebióticos y probióticos.

Terapéuticos. Compuestos o microorganismos que pueden mejorar o restablecer la salud