

El microbioma de manzana

*Señorita: ¿No debería cambiarse la frase "una manzana al día"
a "una manzana y su microbioma al día"?*



Gabriele Berg, Birgit Wassermann y Ahmed Abdelfattah

Instituto del Biotecnología Ambiental, Universidad Tecnológica Graz, Austria

El microbioma de manzana

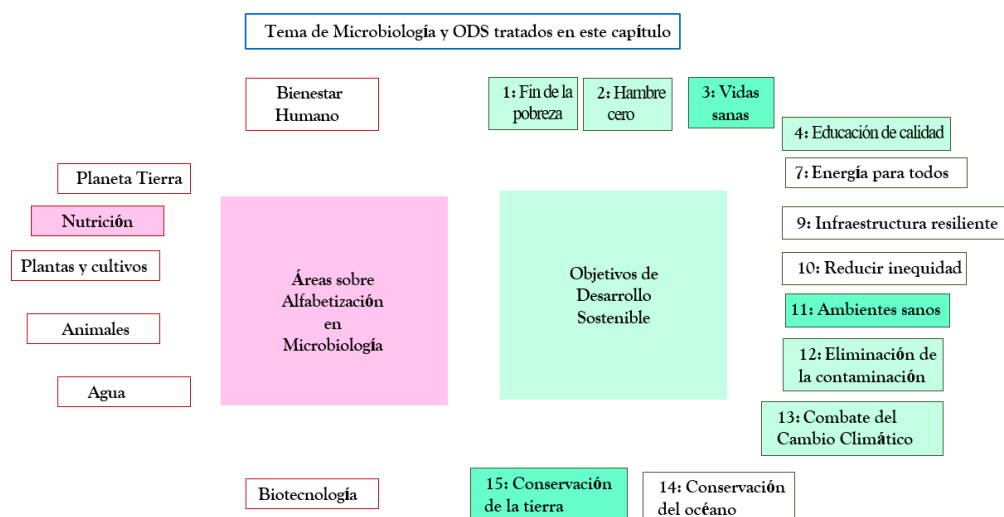
La historia

"Una manzana al día mantiene al médico alejado": este viejo proverbio es conocido en todo el mundo. Las manzanas son a menudo la primera fruta fresca que los bebés pueden comer. Las manzanas se pueden comer en muchas formas: en general, cortadas, puré, cocinadas, como mermelada, jugo o vino. Además de nutrientes, vitaminas, minerales, fibra y flavonoides, las manzanas albergan millones de microorganismos. Las manzanas proporcionan a los niños beneficios para la salud que incluyen enriquecimiento de microbiomas, considerados importantes para el desarrollo de sistemas inmunes saludables y la minimización de las alergias. Las manzanas se consideran un superalimento saludable. Sin embargo, también pueden ser alimentos peligrosos, si las micotoxinas producidas por hongos entran en la cadena alimentaria, por ejemplo, en el jugo de manzana. Además, las manzanas pueden causar reacciones alérgicas.

El contexto de la microbiología y la sociedad

Los manzanos se originaron en Asia y han acompañado a los humanos en los últimos 4. 000-10,000 años. Durante ese tiempo, fueron seleccionados y criados: ahora hay más de 7,500 cultivares conocidos de manzanas, todos ellos con diferentes formas, colores y sabores. Esta diversidad de cultivares es particularmente alta en comparación con otras plantas altamente domesticadas, como el plátano. Cada año, se producen más de 80 millones de toneladas de manzanas de aproximadamente 100 cultivares en todo el mundo (FAO 2019), y cada año se negocian a nivel mundial de \$ 7.53 mil millones en manzanas (OEC 2018). Estas manzanas se originaron en huertos, huertos orgánicos y agricultura industrial. Especialmente este último se asocia con la aplicación de dosis frecuentes y altas de pesticidas. Sin embargo, también hay posibilidades ecológicas para controlar las plagas y patógenos de manzana, por ejemplo, mediante el uso de atrapasexuales de plagas o contrapartes antagónicas. Los cambios en el almacenamiento y el transporte a largo plazo no solo afectan la calidad y el sabor de una manzana, sino también su microbiota asociada. Por lo tanto, es importante saber de dónde proviene la manzana y cómo se produce.

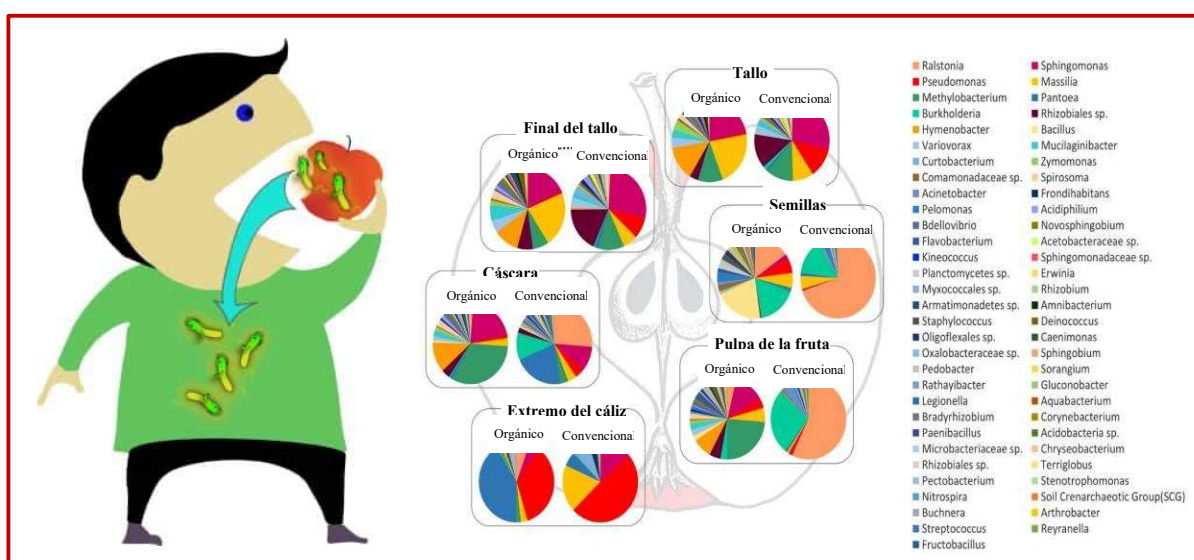
En la escuela, las flores y las abejas de manzanas se usan para explicar la polinización. La manzana es un símbolo importante en los cuentos de hadas y los mitos históricos y religiosos. Al igual que Eve, cada año estamos esperando que las primeras manzanas frescas elijan y coman directamente del árbol, cuando volvemos a sentir que aún queda un poco de paraíso para nosotros.



El microbioma de la manzana: la microbiología

1. **Las manzanas son superalimentos.** Las manzanas representan una de las fuentes dietéticas más importantes de nutrición, antioxidantes, vitaminas y fibra dietética. Las manzanas son particularmente ricas en flavonoides, que poseen potentes propiedades antioxidativas, antialérgicas, antimelanogénicas, antienvjecimiento, anticancerígenas y anti-alzheimer. Además de eso, los nutrientes de manzana influyen directamente en nuestro microbioma intestinal en un sentido positivo. Los microorganismos asociados al intestino pueden utilizar la pectina de la manzana y, como resultado, proteger de la obesidad inducida por la dieta. Además, la población microbiana en el intestino puede modificarse hacia un mayor número de bacterias que se describen para impactos en la salud beneficiosos. Una manzana es un ejemplo de alimento vegetal que se come crudo, por lo que también los microorganismos que colonizan las partes externas e internas de la fruta de manzana pueden afectar al consumidor en un positivo o, cuando se contaminan con patógenos humanos, en un sentido negativo.

2. **Las manzanas alojan un microbioma diverso.** El microbioma de manzana contiene una amplia gama de microorganismos, incluidos hongos, bacterias, arqueas, protistas, etc. Cada fruta de manzana alberga hasta 100 millones de microorganismos. Diferentes partes de la planta de manzana, como hojas, brotes, raíces, flores y frutas, albergan distintas comunidades microbianas. Incluso dentro de la misma fruta, podemos encontrar diversidad microbiana variable (número de especies microbianas diferentes) y composición (abundancia y distribución de diferentes microbios) en diferentes partes, como la pulpa, la cáscara, el extremo del tallo (superior de la fruta) y el extremo del cáliz (fondo de la fruta). Incluso los núcleos (semillas) dentro del núcleo de la manzana también están densamente colonizados por microbios, lo que puede ser muy importante para la próxima generación de plantas. Aquí, los microorganismos se transmiten de la planta madre a las semillas y, de esta manera, las semillas están proporcionadas con los microbios importantes para que las nuevas plántulas de plantas germinen y se desarrollen de manera saludable.



Las diferentes composiciones de la microbiota de diferentes partes de una manzana

3. **El medio ambiente y la forma del cultivar** el microbioma de la manzana. El microbioma de manzana está influenciado por varios factores, incluido el genotipo de la planta, el tipo de suelo, el clima, las prácticas de gestión agrícola y la ubicación geográfica en la que se cultivaron las manzanas, incluida la comunidad microbiana presente en esa área. Las manzanas vienen en diferentes formas, color, sabor y aroma, todas las cuales fueron domesticadas del mismo

ante pasado (*Malus sieversii* (Ledeb. M.Roem.)). En los últimos 4,000-10,000 años, los humanos han domesticado, criado y seleccionado manzanas para darnos más de 7,500 cultivares. Curiosamente, sin saberlo, también cambiaron el microbiota. Por lo tanto, cada cultivar no solo tiene un genoma, forma, color y sabor diferentes, sino que también alberga microbios específicos. Esto es lo que llamamos el efecto genotipo. Los manzanos también pueden seleccionar y reclutar microbios del entorno circundante, como el suelo, en una relación simbiótica en la que la planta proporciona a esos microbios pocas gotas de azúcar y, a cambio, los microbios preforman varias funciones, pero cruciales, como la resistencia a las enfermedades o la sequía, que la planta puede sufrir sin ellos.

4. ***Las prácticas de gestión agrícola dan forma al microbioma de manzana.*** Los manzanos y sus microbiomas también pueden verse afectados por las prácticas de gestión que los agricultores usan en el campo. Por ejemplo, la agricultura orgánica y convencional depende de diferentes estrategias para fertilizar y proteger las plantas contra plagas y patógenos. Mientras que, en la agricultura convencional, el agricultor puede usar fertilizantes sintéticos y pesticidas químicos, la agricultura orgánica prohíbe el uso de esos productos químicos y promueve el uso de productos ecológicos. Ambos tipos de práctica pueden tener resultados significativos tanto en la planta como en su microbioma.

5. ***El almacenamiento da forma al microbioma de la manzana.*** Para proporcionar a los consumidores manzanas durante todo el año, las manzanas se importan de países con diferentes estaciones de crecimiento, o se almacenan a largo plazo en condiciones controladas. Estas condiciones controladas también incluyen tratamientos específicos posteriores a la cosecha que tienen como objetivo reducir o matar patógenos de la manzana (principalmente hongos microbianos) y, por lo tanto, aumentar la vida útil de las manzanas. Además de los tratamientos químicos y de pesticidas, que tienen un impacto grave en el microbioma de manzana, también hay formas más sostenibles y biológicas de proteger una manzana de las enfermedades de almacenamiento. Sin embargo, aparte del tratamiento, las condiciones fisiológicas (por ejemplo, procesos de maduración, aumento del contenido de azúcar, etc.) dentro de la manzana, la fruta cambia con el tiempo y estos cambios también afectan el microbioma de manzana.

6. ***Los polinizadores dan forma al microbioma de la manzana.*** Finalmente, los polinizadores, como las abejas que visitan las flores (flor) de manzanas y otras plantas, también son responsables del intercambio de microbiomas en la flor. El polen se asocia con microorganismos que son transportados por abejas a los manzanos circundantes. Esto garantiza no solo la fertilización sino también el intercambio de microbiomas.

7. ***De todos modos, las plantas de manzana comparten un microbioma central.*** Aunque cada genotipo, o cultivar, tiene una comunidad microbiana diferente, y todos los factores mencionados anteriormente pueden influir en el microbioma de la planta, todos los cultivares de manzanas comparten algunos microbios específicos (también conocidos como microbioma central) que puede considerarse como el microbioma de manzana típico.

8. ***Las manzanas y el microbioma de la manzana pueden ayudar a dar forma al microbioma infantil.*** Las investigaciones recientes han revelado que, en los humanos, el microbioma de los recién nacidos se hereda de la madre. El microbioma luego sufre cambios durante 2 a 3 años hasta que alcanza un estado maduro, momento en el que permanece relativamente estable durante toda la vida de la persona. La exposición infantil a la alta diversidad de microbios, ya sea del medio ambiente o de los alimentos, influye en gran medida en la composición de su microbioma. Dado que a los bebés a menudo se les permite comer manzanas como sus primeras frutas frescas, o alimentos, se espera que las manzanas tengan una gran

influencia en el microbioma intestinal de los bebés que, a su vez, pueden ayudar a entrenar su sistema inmunitario para garantizar una función y desarrollo inmune óptimos.

9. ***El microbioma de la manzana puede afectar el microbioma intestinal.*** Las verduras y frutas que se comen crudas y, por lo tanto, llevan una gran carga de microbios que de otro modo serían matados por cocción, puede ser una fuente significativa de diversos microbios que enriquecen y mantienen la diversidad de nuestro microbioma intestinal.

¿Por qué consideramos la diversidad microbiana en general como una característica beneficiosa para la salud? La alta diversidad y un equilibrio correcto de los microorganismos y las funciones microbianas hacen que sea más difícil para un patógeno potencial encontrar un nicho colonizar y multiplicarse en el intestino, o cualquier otro sistema ambiental. La diversidad o el desequilibrio reducido (disbiosis), por otro lado, puede facilitar los patógenos potenciales para establecer un punto de apoyo y multiplicarse en el sistema, simplemente porque hay menos enemigos naturales. Hasta ahora, varias patologías (incluida la enfermedad inflamatoria intestinal, el cáncer colorrectal, la diarrea, la diabetes y la obesidad) se asocian directamente con una disbiosis del microbioma intestinal. Las verduras y frutas frescas, como las manzanas, no solo nos proporcionan nutrientes y fibras importantes que nuestro microbioma intestinal necesita alimentar, sino también con microorganismos que pueden colonizar nuestro sistema intestinal al menos de manera transitoria y, por lo tanto, mantener la diversidad. Como beneficio de salud adicional: se han sugerido varias bacterias asociadas con frutas para reducir las alergias alimentarias.

10. ***De planta a intestino y de intestino a cerebro (o eje de planta-intestino y eje cerebral-intestino).*** El eje de microbioma de planta-intestino describe que los microorganismos asociados con las plantas que se comen interactúan crudas con nuestro microbioma intestinal. La comprensión del eje del microbioma gerente cerebral es que el microbioma intestinal tiene una profunda influencia en la función cerebral, el comportamiento y la salud mental, y que los cambios en el microbioma intestinal están asociados con problemas psicológicos, como la ansiedad, la depresión y la esquizofrenia. A partir de experimentos con animales, incluso se ha concluido que el trasplante de microorganismos al microbioma intestinal puede cambiar el comportamiento humano y el bienestar. Una dieta rica en verduras y frutas frescas, incluidos sus diversos microbiomas, puede ser beneficioso a este respecto. Significado: *eres lo que comes!!*

11. ***Algunos microbios causan enfermedad de manzanas, mientras que otros protegen. los manzanos se ven afectados por varias plagas y patógenos, lo que puede afectar diferentes partes del árbol, de la raíz hasta la fruta.*** Si bien la palabra plaga generalmente se refiere a infestaciones de insectos, los patógenos también incluyen microorganismos como hongos, bacterias y virus, que pueden causar enfermedades en la manzana a lo largo de su ciclo de vida e incluso después de la cosecha. Al igual que las enfermedades humanas, las enfermedades de la manzana tienen nombres descriptivos como la pudrición marrón, la costra de la manzana, la viruela negra o el molde azul. La mayoría de las enfermedades de Apple son causadas por hongos y sus impactos van desde una reducción en la calidad de los productos vegetales hasta una pérdida completa de rendimiento. Las prácticas de manejo en el campo pueden reducir el riesgo de producción de enfermedades y toxinas. Diversidad y uniformidad mejoradas dentro del microbioma de la manzana, logrado al administrar el microbioma. Al introducir contrapartes de patógenos u o tras bacterias beneficiosas, pueden reducir las enfermedades.

12. ***Las manzanas pueden ser mimadas por hongos productores de micotoxinas.*** Varios hongos que causan enfermedades de manzanas pueden producir micotoxinas, un subproducto producido por el patógeno fúngico mientras consume el tejido vegetal. Las micotoxinas pueden causar una enfermedad grave aguda, pero también efectos a largo plazo en la salud. En la manzana, la micotoxina principal, llamada patulina, es producida por *Penicillium expansum*, el

hongo que causa el moho azul. Pero no es necesario alarmarse, la patulina no es tan peligrosa como otras micotoxinas, y es fácilmente destruida por el proceso de fermentación, por lo que no se encuentra en las bebidas de manzana como la sidra. Mientras no comas una manzana podrida, deberías estar bien.

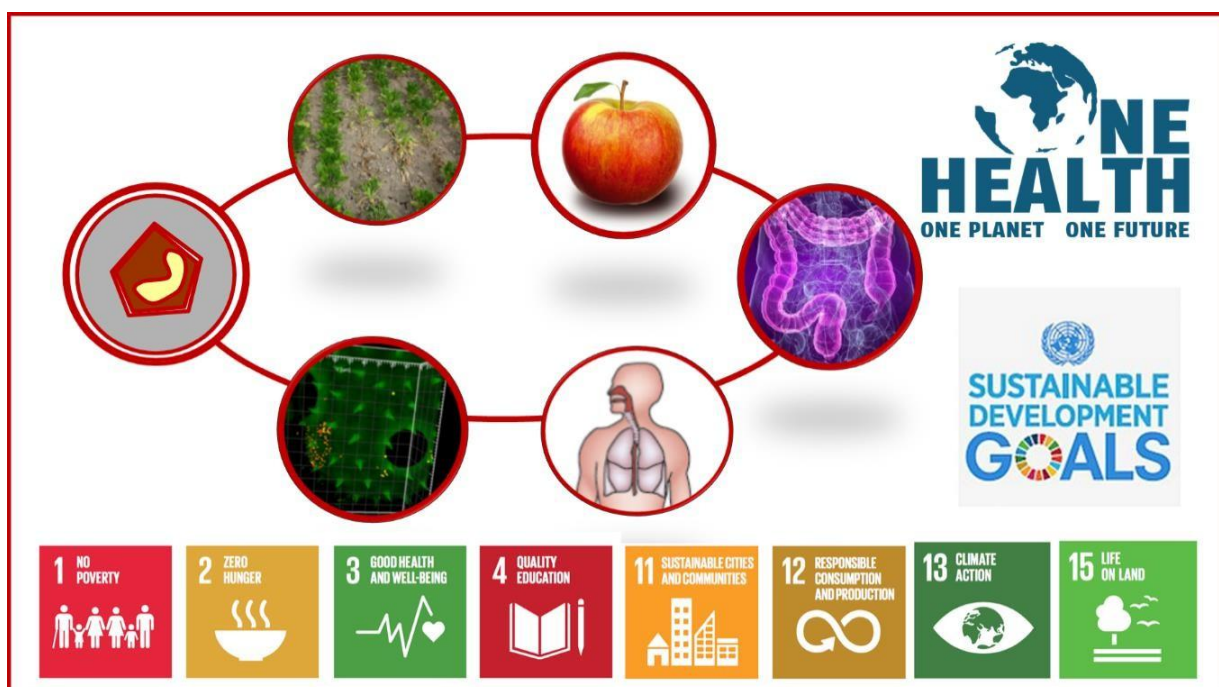
Y nuevamente, no todas las enfermedades son las mismas y, aunque no se recomienda comer frutas podridas o infectadas, manzanas con parches de color rojizo (parduzco) que son más ásperos de lo que la piel sana se puede comer e incluso saborear bien.

13. *Algunas personas son alérgicas a las manzanas.* Lamentablemente, algunas personas, especialmente aquellas que son alérgicas al polen de abedul o los duraznos, también pueden ser alérgicas a las manzanas. Esto se debe a que en Apple hay una proteína similar a la que causa la reacción alérgica al polen. Curiosamente, la mayoría de las personas alérgicas a las manzanas pueden comer cultivares viejos de manzana sin problemas. Los efectos detrás de que se pueden investigar más a fondo para encontrar estrategias novedosas para el tratamiento de otras alergias, como tratamiento para alergias contra el polen del abedul. Además, el número de alérgenos en las manzanas está influenciado por el grado de madurez y las condiciones de almacenamiento y, probablemente, por el microbioma de la manzana.

14. *No se preocupe, los tejidos vegetales son colonizados por miles de taxones microbianos diferentes y, a pesar de la considerable cantidad de verduras y frutas consumidas todos los días, los brotes transmitidos por alimentos relacionados con el consumo de productos frescos son bastante excepcionales.* Además, sabemos que la mayoría de la microbiota asociado a las plantas no son patógenas para los humanos. Los nuevos desarrollos en los métodos de detección e identificación han arrojado luz sobre el microbioma de la manzana. De todo lo que aprendimos hasta ahora, aún es importante decir: *una manzana al día mantiene al doctor lejos.*

Manzanas: relevancia para los objetivos de desarrollo sostenible y los grandes desafíos

- **Objetivo 1 Sin pobreza.** Los huertos de manzanas proporcionan ingresos y alimentos.
- **Objetivo 2 Cero Hambre.** Las manzanas son superalimentos.
- **Objetivo 3 Buena salud y bienestar.** Comer una manzana es un período corto en el paraíso perdido.
- **Objetivo 4 Educación de calidad.** Aprender de manzanas y abejas es fantástico.
- **Objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles.** En lugar de árboles invasivos/autóctonos, plantan manzanos.
- **Objetivo 12 Consumo y producción responsables.** Tenga cuidado de dónde proviene la manzana y cómo se produce. Reducción de fertilizantes químicos y pesticidas.
- **Objetivo 13 Acción climática.** Plante la mayor cantidad de manzanos posible. ¡Cada jardín de infantes o escuela debe tener algunos manzanos!
- **Objetivo 15 Vida en tierra.** Los huertos de manzanas, especialmente aquellos que son manejados extensa y orgánicamente, proporcionan un entorno saludable.



Manzanas: posibles implicaciones para las decisiones

1. Individual

- Come fresco y local. Si es posible, compre manzanas locales.
- Coma toda la fruta de manzana con cáscara y núcleo, como Adán y Eva. Luego obtienes toda la diversidad microbiana para tu microbioma intestinal.
- Intenta comer diferentes cultivares. Todos tienen otro sabor y le proporcionan diferentes microbios.
- Las manzanas pequeñas o las manzanas con parches de color rojizo (parduzco) son saludables. Evite aquellos con piel pulida o aquellos que están dañados por hongos. Este último puede ser peligroso para su salud.
- Los microbios no se pueden lavar. Solo unos pocos de los millones de microbios están sentados en la piel; La mayoría vive dentro. Sin embargo, el lavado puede limpiarlos de la contaminación.

2. Políticas comunitarias

- Permita que las escuelas proporcionen instalaciones para la plantación de alumnos y el cuidado de los manzanos.
- Proporcionar materiales educativos para jóvenes y mayores que promueven dietas saludables, incluido el consumo de verduras y frutas crudas, especialmente las manzanas.
- Planta cultivares de manzanas no comerciales en tierras comunes para promover el consumo y la apreciación de la diversidad de manzanas.
- Incentivar las asociaciones entre los productores y vendedores locales para comercializar variedades de Apple localmente diversas.

3. Políticas nacionales

- Fomentar dietas saludables, incluido el consumo de verduras y frutas crudas, especialmente manzanas, en el contexto de la política de salud.
- Proporcionar incentivos a los productores de manzanas para aumentar la diversidad de cultivares plantados para extenderse más allá de los cultivos comerciales actuales.
- Incentivar la inclusión de manzanos en las campañas de plantación de árboles

Participación de la pupila

1. *Discusión en clase*

- a. Use la fruta de manzana como un modelo vívido para explicar la importancia de los microorganismos para la salud vegetal y humana.
- b. Discuta los beneficios para la salud del consumo de manzana, incluidos flavonoides, pectina y vitaminas, pero también el microbioma.

2. *Conciencia de las partes interesadas del alumno*

- a. Con respecto al tema de la sostenibilidad, ¿cómo pueden ayudar diferentes las prácticas de cultivo de frutas y el comportamiento de compra individual para cumplir con los ODS?

3. *Ejercicios*

- a. Visite una granja de manzanas orgánica o administrada extensamente.
- b. Planten manzanos juntos, preferiblemente cultivares antiguos.
- c. Organice una sesión de degustación ciega con diferentes cultivares de la manzana.
- d. Piense en todas las diferentes recetas de la manzana y prepare algunas de ellas (sugerencia: las manzanas crudas son una fuente importante para los microorganismos).

La base de evidencia, lectura adicional y ayudas para enseñar

<https://apfelmikrobiom.tugraz.at/>

<https://blog.frontiersin.org/2019/07/24/microbiology-apple-bacteria-organicmicrobiome/>
www.applebiome.com Hill, C.J., Lynch, D.B., Murphy, K. *et al.* Composición de microbiota desde el nacimiento hasta las 24 semanas en la cohorte Infantmet. *Microbiome* 5, 4 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40168-016-0213-y>

Moore, Rebecca E. y Steven D. Townsend. "Desarrollo temporal del microbioma intestinal infantil". *Open biology* 9, no.9 (2019): 190128. Blaser, Martin J. 2017. "La teoría de la desaparición de la microbiota y las epidemias de las enfermedades crónicas". *Nature Reviews Immunology* 17 (8): 461–63. <https://doi.org/10.1038/nri.2017.77>.

David, Lawrence A., Corinne F. Maurice, Rachel N. Carmody, David B. Gootenberg, Julie E. Button, Benjamin E. Wolfe, Alisha V. Ling, *et al.* 2014. "La dieta altera rápidamente y reproduciblemente el microbioma intestinal humano". *Nature* 505 (7484): 559–63. <https://doi.org/10.1038/nature12820>.

Dinan, T., Cryan, J. Brain-Gut-Microbiota eje - Estado de ánimo, metabolismo y comportamiento. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 14, 69–70 (2017). <https://doi.org/10.1038/nrgastro>.

"La diversidad microbiana determina la invasión del suelo por un patógeno bacteriano". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, no. 4 (2012): 1159-1164. <https://doi.org/10.1073/pnas.1115911109>.

Abdelfattah, Ahmed, Susan R Whitehead, Dumitru Macarasin, Jia Liu, Erik Burchard, Shiri Freilich, Christopher Dardick, Samir Droby y Michael Wisniewski. 2020. "Efecto del lavado, depilación y almacenamiento de baja temperatura en el microbioma posterior a la manzana". *Microorganisms* 8 (6): 944. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060944>.

Abdelfattah, Ahmed, Michael Wisniewski, Samir Droby y Leonardo Schena. 2016. "Variación espacial y composicional en las comunidades fúngicas de fruta de manzana orgánica y cultivada convencionalmente en el punto de compra del consumidor". *Horticulture Research* 3 (1): 16047. <https://doi.org/10.1038/hortres.2016.47>.

- Angeli, Dario, Abdoul Razack Sare, M. Haissam Jijakli, Ilaria Pertot y S ebastien Massart. 2019. "Las ideas obtenidas de la secuenciación de escopeta metagenómica de la microbiota epéptica de la fruta de manzana". *Postharvest Biology and Technology* 153 (marzo): 96-106. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.020>.
- Fao. 2019. "Estadísticas de producción de cultivos agrícolas". La Organización de las Naciones Unidas para Alimentos y Agricultura. 2019. [Http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor](http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor).
- Kusstatscher, Peter, Tomislav Cernava, Ahmed Abdelfattah, Jarishma Gokul, Lise Korsten y Gabriele Berg. 2020. "Los enfoques de microbioma proporcionan la clave para controlar biológicamente los patógenos poscosecha y la almacenabilidad de las frutas y verduras". *FEMS Microbiology Ecology* 96 (7): 1–11. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiaa119>.
- Leff, Jonathan W. y Noah Fierer. 2013. "Comunidades bacterianas asociadas con las superficies de frutas y verduras frescas". *PloS ONE* 8 (3): 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059310>.
- Lindow, S. E., Desurmont, C., Elkins, R., McGourty, G., Clark, E. y Brandl, M. T. 1998. Ocurrencia de bacterias productoras de ácido indol-3-acético en peras y su asociación con la fruta rusa. *Phytopathology* 88: 1149-1157. Scarmeas N, Luchsinger JA, Schupf N, et al. Actividad física, dieta y riesgo de enfermedad de Alzheimer. *Jama*. 2009; 302 (6): 627–637. doi: 10.1001/jama.2009.1144
- Tu, S. H., Chen, L. C. y Ho, Y. S. (2017). Una manzana al día para prevenir la formación de cáncer: reducir el riesgo de cáncer con flavonoides. *Journal of food and drug analysis*, 25(1), 119-124.
- Wassermann, Birgit, Peter Kusstatscher y Gabriele Berg. 2019. "Respuesta del microbioma al tratamiento con agua caliente y sinergia potencial con control biológico sobre manzanas almacenadas". *Frontiers in Microbiology* 10 (noviembre): 2502. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02502>.
- Wassermann, Birgit, Henry Müller y Gabriele Berg. 2019. "Una manzana al día: ¿Qué bacterias comemos con manzanas orgánicas y convencionales?" *Frontiers in Microbiology* 10 (julio): 1629. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01629>.
- Willers, S. M., Devereux, G., Craig, L. C. A., McNeill, G., Wijga, A. H., Abou El-Magd, W. y Seaton, A. (2007). Consumo de alimentos maternos durante el embarazo y el asma, los síntomas respiratorios y atópicos en niños de 5 años. *Tórax*, 62 (9), 773-779.
- Kschonsek, Josephine, et al. Influencia del contenido polifenólico en la alergenicidad in vitro de cultivares de manzanas antiguos y nuevos: un estudio piloto. *Nutrición*, 2019, vol. 58, págs. 30-35.

Glosario

Alergias: las alergias son numerosas condiciones que pueden ser causadas por una reacción hipersensible del sistema inmune a sustancias típicamente no peligrosas en el medio ambiente. Las alergias comunes son las alergias alimentarias, la fiebre del heno y el asma alérgica y pueden ser causadas por p. ciertos ingredientes o polen alimenticios.

Antagonista: en microbiología, las interacciones antagónicas se refieren a la actividad de un microorganismo para impedir el crecimiento de otros microorganismos. En las ciencias de las plantas y la agricultura, los microorganismos antagónicos son bienvenidos a otros jugadores, ya que

su presencia en el campo puede combatir los patógenos vegetales y, por lo tanto, reducir la cantidad de pesticidas requeridos.

Anti-envejecimiento: el envejecimiento ocurre cuando nuestras células pierden la capacidad de dividir y replicar de manera efectiva. Si nuestro sistema inmunitario no eliminan estas llamadas células senescentes, pueden ser responsables de los síntomas asociados con el envejecimiento y las enfermedades relacionadas con la edad. Los flavonoides de Apple pueden ayudar a nuestro sistema inmunitario a eliminar estas células senescentes, teniendo así un efecto anti-envejecimiento.

Anti-alérgico: antia-alérgico se refiere a una reducción de los síntomas alérgicos. Se puede lograr mediante medicamentos, pero también por la llamada inmunoterapia de alérgenos, en la que los pacientes están expuestos a cantidades crecientes del alérgeno. Especialmente la exposición temprana a los alérgenos puede tener un efecto protector anti-alérgico y, por lo tanto,. Por ejemplo, se observó que el consumo de manzana materna durante el embarazo reduce el riesgo de que sus hijos de 5 años desarrollen enfermedades alérgicas.

Anti-alzheimer: el Alzheimer es una enfermedad crónica, causada es una pérdida estructural y funcional progresiva de las neuronas en el cerebro. Se descubrió que la adherencia a una dieta de tipo mediterránea, que se basa en gran medida en frutas, verduras y legumbres, reduce el riesgo de enfermedad de Alzheimer. Especialmente los flavonoides, componentes frecuentes en las frutas de manzana, juegan un papel importante en la reducción de la enfermedad.

Anti-cancer: los efectos anticancerígenos o carcinopreventivos se asignan a sustancias que impiden el desarrollo de cáncer o reaccionan al efecto de un carcinógeno, que es la sustancia que promueve la formación de cáncer. Se predijo que el consumo de manzanas reducirá el riesgo de cáncer intestinal en un 50% debido a los efectos de los flavonoides de manzana.

Anti-melanogénico: la melanina es el pigmento que da color a la piel y al cabello. Su efecto principal es proteger las células de la radiación UV que causa daño al ADN. Sin embargo, la melanina también puede traducirse en varios trastornos de la piel, como hiperpigmentación, manchas de la piel y melanoma, un tipo de cáncer de piel. El efecto antimelanogénico de las manzanas se proporciona al matar las células de melanoma, confiriendo así un efecto anticancerígeno.

Antioxidativo: los antioxidantes son compuestos que suprimen la oxidación, que es el proceso por el cual se producen radicales libres que pueden dañar las células de los organismos.

PARA MANZANA: La costra de manzana es una enfermedad frecuente en varias especies de plantas de la familia de la planta *Rosaceae* y es causada por un hongo llamado *Venturia inaequalis*. La infección con el hongo rara vez conduce a la muerte de la planta, pero da como resultado la deformación de frutas y hojas. También es muy poco probable un efecto adverso en la salud humana.

Archaea: Archaea son organismos de un solo células y constituyen uno de los tres dominios de la vida: bacterias, arquea y eucariota (= ‘organismos superiores’, incluidos también hongos, plantas y animales). Si bien inicialmente se clasifica como bacterias, debido a su forma y tamaño, hoy sabemos que las arqueas están más estrechamente relacionadas con Eukaryota debido a funciones celulares específicas. Las arqueas son omnipresentes en la Tierra, parte de la microbiota de todos los organismos, y juegan importantes funciones ecológicas en el medio ambiente. Hasta ahora, no se ha identificado ningún arqueón patógeno.

La viruela negra: la viruela negra es una enfermedad de manzana causada por el hongo *Helminthosporium papulosum*. puede afectar la corteza de manzana, las frutas y las hojas, y parece

ser manchas negras de tamaño pequeño a mediano. Es menos común en el hemisferio norte que en el sur y se considera menos económicamente importante en comparación con otras enfermedades de manzana.

Molde azul: el moho azul es la enfermedad de las manzanas más importantes económicamente después de la cosecha. Es causado por el hongo *Penicillium expansum* y conduce a la podredumbre suave y marrón y las masas azules grisáceas de esporas en las frutas de manzana. *Penicillium expansum* también produce la patulina de micotoxina cancerígena.

Moltura marrón: la podredumbre marrón es una enfermedad común e importante en la manzana y otras frutas causadas por el hongo *Monilinia*. La enfermedad aparece como frutas podridas en el campo.

Cultivar: un cultivar describe una planta que se selecciona y se cría específicamente debido a una característica deseable. Es la clasificación principal de las plantas cultivadas.

Disbiosis: la disbiosis caracteriza los desequilibrios microbianos en o dentro del cuerpo. Esto aparece cuando la microbiota normal de, p. La piel o el intestino se perturba al dominar las especies microbianas que están subrepresentadas o generalmente menos frecuentes se sobrerrepresentan. La disbiosis puede ser tanto una consecuencia como una causa de una enfermedad. Una dieta diversificada que incluye verduras y frutas puede desempeñar un papel importante en la prevención de la disbiosis en el microbioma intestinal.

Fertilizar: la fertilización describe el proceso de aplicar cualquier compuesto natural o sintético al suelo o plantas para proporcionar nutrientes que sean importantes para el crecimiento y la productividad de las plantas.

Fibra: la fibra dietética es parte de los alimentos a base de plantas que no pueden descomponerse por completo por las enzimas humanas en el sistema intestinal, pero que pueden ser por bacterias intestinales. Las fibras pueden actuar cambiando cómo se absorben otros nutrientes en el intestino y pueden ser fermentados por el microbioma intestinal para producir ácidos grasos de cadena corta que confieren beneficios para la salud, como tasas disminuidas de cáncer de colon, enfermedad coronaria y diabetes tipo 2.

Flavonoides: los flavonoides son compuestos naturales en frutas y verduras; Hasta ahora, se han descrito más de 800 flavonoides diferentes. Su función principal para la salud de las plantas es proteger contra la radiación UV, los patógenos y los herbívoros. Como suplementos dietéticos para humanos, se considera que promueven la salud y previenen especialmente enfermedades cardiovasculares y cáncer. Las manzanas son la fuente más importante de flavonoides para las personas en los Estados Unidos y Europa.

Sistema inmunitario: el sistema inmune es el sistema defensivo que protege contra las enfermedades, causada por varios agentes como bacterias, hongos, virus y gusanos parásitos. Para funcionar correctamente, el sistema inmunitario debe distinguir entre patógenos y microorganismos inofensivos, y también debe reconocer y neutralizar patógenos en rápida evolución. Nuestro sistema inmune incluso crea memoria que, después del reconocimiento inicial y la respuesta a un patógeno específico, puede conducir a una respuesta mejorada en un momento posterior y, por lo tanto, prevenir una enfermedad. Esta es también la función base de la vacunación. Especialmente durante la infancia, nuestra memoria inmunológica puede ser entrenada de manera natural.

Minerales: los minerales son compuestos esenciales para la salud humana. Las verduras y las frutas representan la fuente principal de los 22 minerales que se conocen para ser necesarios para la función de órganos adecuada. Las manzanas contienen varios minerales como potasio, fósforo y

calcio, que son obligatorios, p. Para el desarrollo muscular y la asistencia de las funciones nerviosas (potasio), el estiramiento del hueso y los dientes (calcio) y la función renal, el crecimiento celular y la función del músculo cardíaco (fósforo).

Nutrientes: un nutriente es cualquier sustancia requerida por cualquier organismo para crecer, reproducir y sobrevivir.

Orgánico: aquí, referirse a la agricultura orgánica, describe la gestión agrícola que se basa en el uso de fertilizantes de origen orgánico y control de plagas biológicas, mientras que la aplicación de sustancias sintéticas está prohibida o estrictamente limitada. La agricultura orgánica se define como "un sistema agrícola integrado que se esfuerza por la sostenibilidad, la mejora de la fertilidad del suelo y la diversidad biológica, mientras que, con raras excepciones, prohíbe pesticidas sintéticos, antibióticos, fertilizantes sintéticos, organismos genéticamente modificados y hormonas de crecimiento".

Patulin: la patulina es un compuesto tóxico producido por hongos, en particular por *Penicillium* especies, que son patógenos importantes de las frutas de manzana. La cantidad de patulina en las manzanas también se usa para medir la calidad del fruto. Con respecto a los efectos adversos para la salud para los humanos, solo hay pocos casos reportados, aunque se supone un efecto cancerígeno.

Pesticidas: los pesticidas, también conocidos como productos de protección de plantas, son sustancias químicas o biológicas que están destinadas a controlar las plagas. Las plagas objetivo pueden ser insectos, hongos, nematodos, bacterias, malezas o animales.

Plagas: una plaga es cualquier microorganismo, planta, insecto o animal que se considera perjudicial para los humanos o las preocupaciones humanas. Sin embargo, el término plaga está estrechamente relacionado con la modificación humana del entorno total y la intolerancia a otras criaturas que utilizan el mismo espacio. Muchas plagas importantes de nuestros cultivos solo surgen como resultado de la agricultura y los monocultivos intensivos.

POLLEN: El polen es una sustancia en polvo que se forma por las plantas de semillas y representan talos microgametofitos masculinos, que es la fase sexual en un ciclo de vida de la planta. Cuando el polen aterriza en una estructura femenina compatible (pistil) forma un tubo de polen por el cual se transfiere el esperma a óvulo femenino. El polen, especialmente cuando se produce en grandes cantidades y dispersas por el aire, puede causar alergias humanas.

Polinización: la polinización es el proceso de transferencia de polen de la parte masculina a la mujer de una planta para permitir la fertilización. La polinización puede depender de diversos agentes como animales, aves, insectos, agua o viento.

POLINADORES: Un polinizador puede ser cualquier animal que transfiera, activa o pasivamente, el polen de la parte masculina de la planta a la parte femenina, lo que permite la fertilización.

Genotipo de planta: el genotipo representa la totalidad de genes de un organismo que se puede heredar a la próxima generación. Forma la base genética para el desarrollo de características morfológicas y fisiológicas de un individuo, que a su vez se conoce como el fenotipo (= resultante de la expresión génica).

Atrapadores sexuales: los atrayentes sexuales, también conocidos como formonas sexuales, son feromonas liberadas por un organismo para atraer el sexo opuesto de la misma especie, para alentar el apareamiento o realizar cualquier otra función relacionada con la reproducción sexual. Las formonas sexuales han encontrado la aplicación en el monitoreo y el control de las plagas; p.ej. Las trampas de feromonas se utilizan para determinar si la cantidad de plagas presenta exige una acción

adicional o para alterar el apareamiento de hombres y hembras de una especie de plagas.

Simbiótico: la simbiosis describe la interacción cercana y a largo plazo de dos especies, lo cual es ventajoso para ambos socios. El término fue introducido por Anton de Bary en base a su trabajo en líquenes. Una simbiosis puede ser obligatoria para ambos socios, lo que significa que dependen completamente el uno del otro, o facultativos, cuando las dos especies también pueden sobrevivir de forma independiente.

Vitaminas: las vitaminas son compuestos orgánicos que representan micronutrientes esenciales para el funcionamiento adecuado del metabolismo. Como todos los nutrientes esenciales, las vitaminas no pueden ser, o solo en cantidades insuficientes, sintetizadas por el organismo mismo y, por lo tanto, deben abordarse a través de la dieta.