



LAS BACTERIAS DEL SUELO QUE MANTIENEN TU HAMBURGUESA SALUDABLE

Stephanie D. Jurburg

German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Leipzig, Germany

JÓVENES

REVISORES



MADDIE

Edad: 14



MATÍAS

Edad: 15



TACY

Edad: 13

En 1993, más de 700 personas se enfermaron en Estados Unidos debido a un brote de la bacteria *Escherichia coli*. La responsable de este brote fue una cepa particular de *E. coli* llamada O157:H7; esta cepa se encuentra en los intestinos del ganado y, a través del estiércol de la vaca, se propaga al agua y al compost, donde puede sobrevivir durante muchos meses hasta entrar en contacto con los humanos, a través de la carne o las verduras, causando enfermedades. Sin embargo, *E. coli* sobrevive mucho menos tiempo en el suelo porque debe competir con las bacterias allí presentes naturalmente. Las bacterias del suelo perciben a la cepa O157:H7 como un invasor, y la supervivencia de estos invasores depende, entre otras cosas, de los residuos metabólicos o "sobras" que dejan los organismos naturales o nativos. Cuando en el suelo se encuentran comunidades con gran diversidad, los desechos de un tipo de organismo se transforman en el sustrato de supervivencia de otros organismos, lo cual dejan menos recursos para los invasores. Esta es la razón por la cual *E. coli* O157:H7 es

poco exitosa al momento de sobrevivir en el suelo, el ambiente con mayor diversidad de la Tierra. Es por esta razón, entre otras, que las bacterias del suelo son importantes para nuestra salud.

ESCHERICHIA COLI ATACA

En 1993, el consumo de alimentos conteniendo carne cruda o mal cocida enfermó a más de 700 personas en Estados Unidos; esto se debió a un brote de la bacteria *Escherichia coli*. Trece años después, otro brote de *E. coli* presente en espinacas preenvasadas provocó que este producto comercial debiera retirarse del mercado, en todo el país. Esta vez, la fuente de *E. coli* fue un rancho ganadero ubicado junto a una granja de espinacas. Posteriormente, aparecieron brotes de *E. coli* por el consumo de queso, cebolla, soja y, más recientemente, lechuga romana. Estos brotes siempre fueron causados por la misma bacteria, *E. coli* **cepa** O157:H7. ¿Quién es esta bacteria? ¿Por qué sigue causando brotes de enfermedades? Continúa leyendo para aprender más.

LA HISTORIA Y LAS CARACTERÍSTICAS DE *E. COLI*

La mayoría de las bacterias que conocemos hoy en día se descubrieron en los últimos 10 años. Sin embargo, *E. coli* es la excepción. Esta bacteria se descubrió en el colon de los humanos sanos, en el año 1885, por un pediatra llamado Theodor Escherich, quien da nombre a la bacteria. El sufijo *coli* se refiere a cuál es su hábitat, el colon. Debido a que esta bacteria crece fácilmente en el laboratorio, los microbiólogos la han seguido estudiando, con el fin de entender cómo las bacterias crecen y responden a su entorno.

Muchas otras características también hacen que *E. coli* sea una bacteria atractiva como modelo de estudio. Primero, *E. coli* crece muy bien si se le dan las fuentes de nutrientes adecuadas, y hay muchas fuentes de nutrientes que son "adecuadas" para esta bacteria. Con suficientes nutrientes, *E. coli* puede crecer muy rápidamente, obteniéndose un millón de células a partir de una sola célula en 7 horas. En segundo lugar, las bacterias pueden cambiar sus **genes**, y *E. coli* es especialmente buena modificando genes (**Figura 1**). El conjunto de genes de una célula es el manual de instrucciones de la misma; y a diferencia de los organismos más grandes como los animales, las bacterias pueden intercambiar genes entre sí, recibir genes de un virus o del ambiente. Cuando una bacteria adquiere nuevos genes, su comportamiento y habilidades también cambian, y sus descendientes los heredan, convirtiéndose en miembros de una cepa específica diferente que, al igual que los miembros de una familia comparte muchas características entre ellos. En lugar de nombres o apellidos, las cepas se identifican con un código de letras y números que usan como nombre, como por ejemplo O157:H7.

CEPA

Un subtipo de una bacteria dentro de una misma especie y, que tiene ligeras diferencias en sus genes comparado con otras cepas en la misma especie.

GENES

Segmentos de ADN que contienen las instrucciones para la síntesis de proteínas.

LA SUPER CEPA O157:H7

Miles de células de *E. coli* de diferentes cepas viven en el intestino sano de los humanos y nos protegen de otros patógenos que causan enfermedades, tales como la bacteria patógena conocida como *Salmonella*. Pero esto no es lo que hace la cepa O157:H7. Esta cepa se descubrió en 1983, y ahora se conoce que *E. coli* O157:H7 infecta a una 73,000 personas por año, solo en los Estados Unidos [1]. Lo que hace que esta cepa sea única es que adquirió un conjunto de genes que la capacita para producir la toxina Shiga, una sustancia venenosa que enferma a las personas infectadas con O157:H7. Pero no solo produce esta sustancia tóxica, sino que también se comporta como un **patógeno** porque se propaga activamente. El comportamiento patogénico referido a su capacidad de propagación es el resultado de haber adquirido genes del ambiente (**Figura 1**). Recordemos que no todas las cepas de *E. coli* son patógenas.

PATÓGENO

Un organismo que puede causar una enfermedad.

Figura 1

Los microorganismos, incluyendo las bacterias, a diferencia de la mayoría de otros organismos, pueden modificar sus genes. (A) la cepa O157:H7 de *Escherichia coli* tiene genes que provienen de un virus que infectó a la bacteria mucho tiempo atrás. (B) O157:H7 también ha tomado genes del entorno. Las bacterias también pueden tomar genes de otras bacterias.

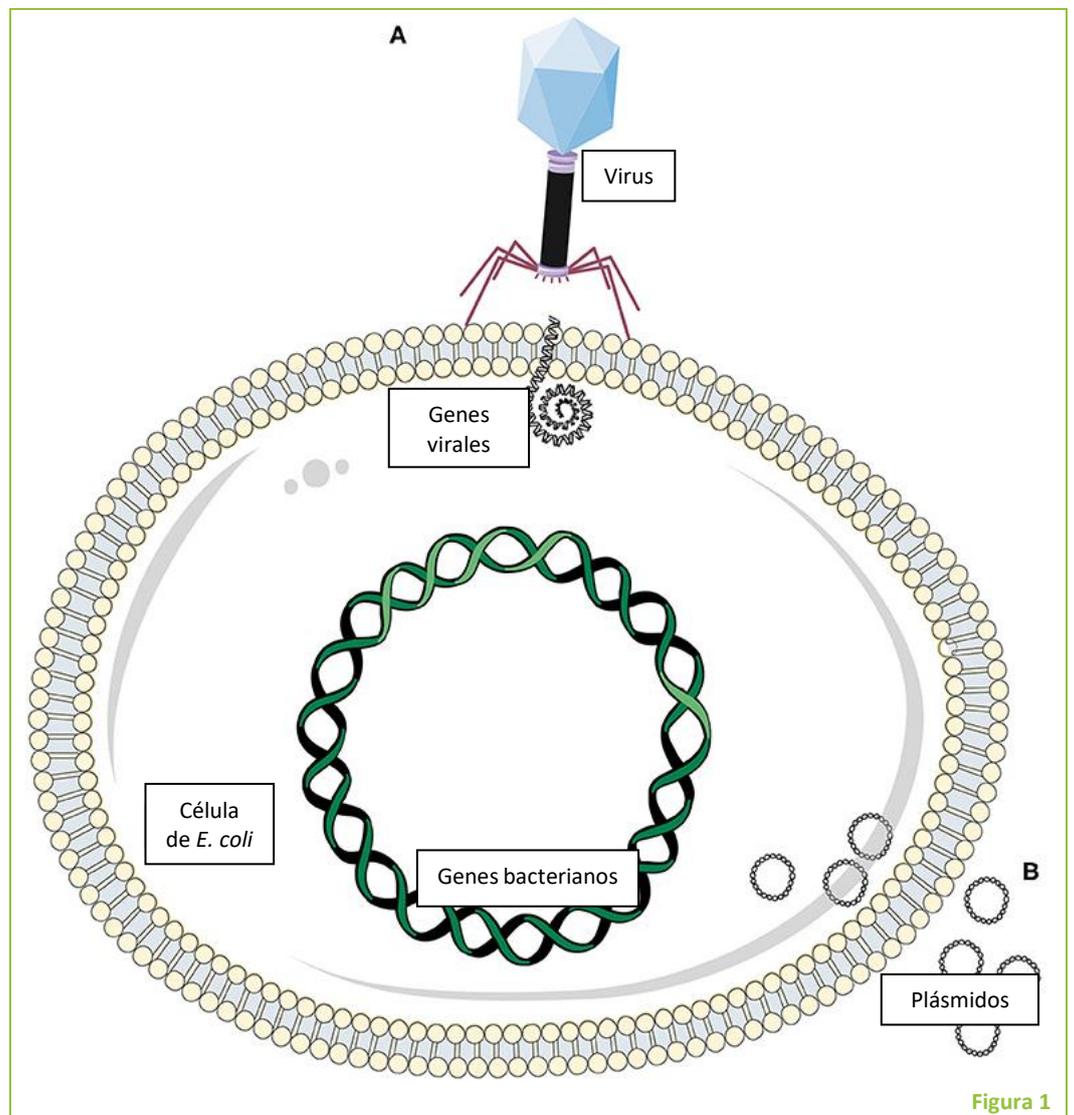


Figura 1

Desde 1993, O157:H7 ha causado brotes casi anuales de la enfermedad. ¿Por qué todavía sucede esto? La respuesta simple es porque *E. coli* puede llegar fácilmente a la comida. Por ejemplo, si consumes una hamburguesa hecha con carne de una vaca infectada, la hamburguesa probablemente esté contaminada; pero, esto no es un problema, porque las hamburguesas nunca

se comen crudas. Cuando cocina tu hamburguesa, el calor mata a las células de *E. coli* y, por lo tanto, esa carne es segura para comer. Otros alimentos, como los vegetales, a menudo se comen crudos y, en ese caso, las bacterias pueden estar vivas al momento de comer estas verduras, y pueden causar enfermedad.

E. coli normalmente vive en los intestinos del ganado durante semanas o meses, donde no causa la enfermedad (**Figura 2**). Las heces de estos animales contienen muchas células de *E. coli* y, un solo gramo de heces de una vaca infectada puede contener más de 50 millones de células de *E. coli*. No es muy difícil destruir las células presentes en el estiércol de la vaca, donde pueden permanecer durante más de 21 meses; es así que se generan muchas oportunidades para que estas bacterias se diseminen por el suelo. Si el estiércol llega al agua, entonces las bacterias pueden sobrevivir allí por más de 8 meses, y durante ese tiempo, también puede pasar al suelo, cuando el agua se utiliza para regar los cultivos. Una vez en el suelo, *E. coli* puede entrar en contacto con diferentes cultivos vegetales, como frutas y verduras, los cuales entonces se transforman en fuente de contaminación.

Figura 2

Muchas rutas hacia una hamburguesa. La carne infectada de las vacas terminan en tu hamburguesa cruda. *Escherichia coli* presente en el intestino de la vaca se libera al suelo con el estiércol, donde las bacterias nativas compiten con *E. coli*. Si *E. coli* persiste y crecer en el suelo, entonces puede contaminar los cultivos como lechuga, espinaca, y cebollas.

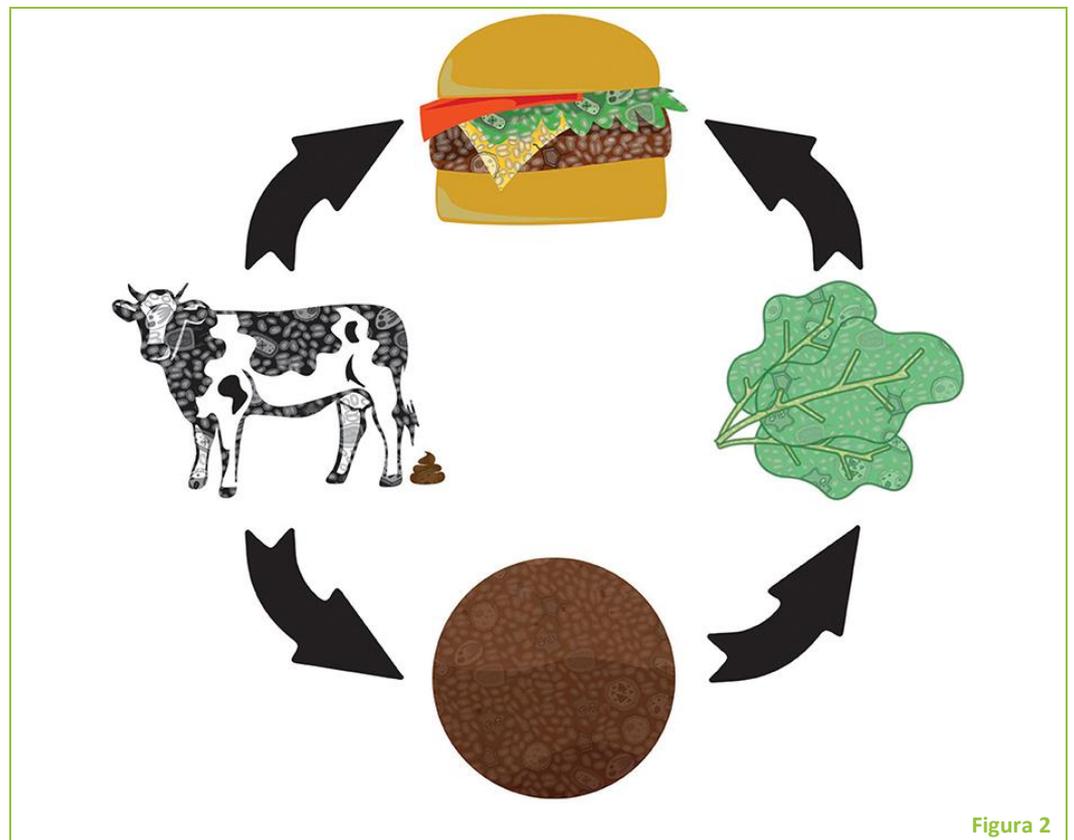


Figura 2

LAS BACTERIAS DEL SUELO, UNA SOLUCIÓN

Dado el tiempo que pueden vivir estas bacterias y, la facilidad con que se propagan, ¿por qué la presencia de *E. coli* es relativamente rara en el suelo? La respuesta es: debido a la presencia de otras bacterias presentes en el mismo suelo. Para contaminar nuestras verduras, las células de *E. coli* debe sobrevivir en el suelo donde se cultivan, pero su capacidad para hacerlo es limitada, pues solo logran sobrevivir durante 3 meses. Los científicos creen que la **diversidad** de bacterias que habitan el suelo, o la cantidad de diferentes tipos de bacterias

DIVERSIDAD

El número de diferentes especies en una comunidad.

que viven naturalmente allí, marcan la diferencia [2]. El suelo es el entorno más diverso de nuestro planeta; un puñado de tierra puede contener 10.000 bacterias diferentes [3], y muy a menudo son cepas no infecciosas de *E. coli*. Realizando diferentes experimentos, los científicos demostraron que cuanto mayor diversidad bacteriana presenta un suelo, más difícil es que las bacterias peligrosas lo invadan con éxito. La razón es porque las bacterias patógenas (peligrosas) no contarían con los recursos nutritivos necesarios para sobrevivir [4]. Las bacterias, al igual que los animales, necesitan recursos alimenticios para sobrevivir. Cuando un ambiente, como el suelo, tiene una alta diversidad de bacterias naturales, la comunidad bacteriana consume una amplia gama de recursos, sin dejar nada atrás. Cuando *E. coli* llega a este ambiente, no puede alimentarse ni crecer, porque otras bacterias consumen con mayor eficiencia los recursos alimenticios, dejando "sobras" que *E. coli* no puede usar para crecer y propagarse.

LA FORMA EN QUE LOS ANTIBIÓTICOS AYUDAN A *E. COLI*

Entonces, ahora sabes que es importante tener un suelo con gran diversidad de bacterias, pues así se asegura que en ese suelo quedan pocos recursos para la sobrevivencia de bacterias que causan enfermedades. Desafortunadamente, las bacterias del suelo están constantemente amenazadas por los antibióticos. Los humanos usan antibióticos para combatir algunas enfermedades propias y de animales de forma tal que los suelos quedan expuestos a esos antibióticos de maneras que inicialmente no se esperaba. Aprendimos que las heces bovinas puede contaminar el suelo con la cepa patógena de *E. coli*; que para prevenir los brotes de enfermedades, las vacas a menudo reciben grandes cantidades de antibióticos y; que al no utilizarse completamente esos antibióticos se liberan al ambiente a través de la orina y las heces de la vaca. Además, las aguas residuales contienen muchos antibióticos liberados por los humanos y por el agua de las piscifactorías, que también tiene un alto contenido de antibióticos. Estas aguas se mezclan en el agua de los ríos, que luego se utiliza para regar los suelos para la agricultura. Una vez que los antibióticos alcanzan el suelo, matan a la mayoría de las bacterias buenas del suelo, que no utilizarán los recursos alimenticios que las bacterias patógenas sí utilizarán para crecer y multiplicarse, potencialmente propagando la enfermedad. Varios países del mundo han creado leyes para limitar el uso de antibióticos en animales, como el ganado, tratando de reducir la propagación de antibióticos en el ambiente y mejorando la salud de sus ciudadanos y de la vida silvestre.

UN PEQUEÑO CAMINO POR DELANTE PARA LAS BACTERIAS

Desde el siglo XIX, los humanos conocemos que algunas bacterias causan enfermedades, pero aún seguimos estudiando cómo las bacterias pueden prevenir las enfermedades. De hecho, recién en los últimos 20 años estamos comenzando a comprender la importancia de conocer y preservar la diversidad bacteriana. Solíamos pensar que un ambiente limpio era estéril, sin ninguna bacteria. A medida que reunimos más y más información sobre el mundo

bacteriano, nuestra definición de lo que es "limpio" está cambiando; ahora entendemos que tener las bacterias "adecuadas" en determinados ambientes puede prevenir la aparición, desarrollo o invasión por patógenos bacterianos. Ahora sabemos que las bacterias están en todas partes, y no es posible vivir sin ellas. Nuestra investigación está pasando de tratar de mantener nuestro mundo libre de bacterias, a aprender a seleccionar las bacterias correctas: aquellas que ayudan a nuestro ambiente y nuestro cuerpo para mantenerse saludable. Todavía hay muchas preguntas sin respuesta. Por ejemplo, ¿cuáles son las bacterias "correctas"? y ¿qué las hace tan especiales?

REFERENCIAS

[1] Lim, J. Y., Yoon, J. W., and Hovde, C. J. 2013. A brief overview of *Escherichia coli* O157:H7 and its plasmid O157. *J. Microbiol. Biotechnol.* 20:5–14. doi: 10.4014/jmb.0908.08007

[2] Thakur, M. P., Putten, W. H., Cobben, M. M. P., Kleunen, M., and Geisen, S. 2019. Microbial invasions in terrestrial ecosystems. *Nat. Rev. Microbiol.* 17:621–31. doi: 10.1038/s41579-019-0236-z

[3] Le Roux, X., Recous, S., and Attard, E. 2011. "Soil microbial diversity in grasslands," in *Grassland Productivity and Ecosystem Services*, eds G. Lemaire, J. Hodgson, and A. Chabbi (CAB International). p. 158–65.

[4] Eisenhauer, N., Schulz, W., Scheu, S., and Jousset, A. 2013. Niche dimensionality links biodiversity and invasibility of microbial communities. *Funct. Ecol.* 27:282–8. doi: 10.1111/j.1365-2435.2012.02060.x

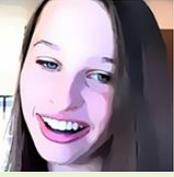
EDITADO POR: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITAR COMO: Jurburg SD (2020) Bacteria in Soil Keep Your Hamburger "Healthy". *Front. Young Minds* 8:545905. doi: 10.3389/frym.2020.545905

CONFLICTO DE INTERESES: La autora declara que su investigación se llevó a cabo sin algún tipo de financiación comercial que pudiera constituir un potencial conflicto de interés.

DERECHOS DE AUTOR 2020 Jurburg. Este es un artículo de acceso libre bajo los términos de la Creative Commons Attribution License (CC BY). El uso, distribución o reproducción en otros foros está permitida, según los autores originales y los derechos de autor de los propietarios, y el artículo debe ser citado de acuerdo a las prácticas académicas. Si no se acompañan estos términos, el uso, distribución o reproducción de este artículo no están permitidos.

LOS JÓVENES REVISORES



MADDIE, 14 AÑOS

Mi nombre es Maddie. Tengo 15 años y vivo cerca de San Francisco.



MATIAS, 15 AÑOS

Tengo 14 años y amo la ciencia, programar, los vikingos, la mitología, el Jiu-Jitsu, la música rock and roll, cantar y tocar la batería.



TACY, 13 AÑOS

Hola, yo soy Tacy. Tengo 13 años, y vivo cerca de San Francisco. Me gusta dibujar, los videojuegos, y tocar la guitarra.

AUTORA

STEPHANIE D. JURBURG

Stephanie Jurburg es una entusiasta de las cosas pequeñas. Por cerca de una década, ella ha estudiado cómo las bacterias viven en y moldean al mundo, contribuyendo a nuestra salud o enfermedad, y manteniendo a los suelos fértiles. Ella está especialmente interesada en conocer cómo las comunidades de bacterias cambian con el tiempo, y cómo ellas se recuperan cuando los ambientes sufren cambios. Actualmente, ella es investigadora del Centro Alemán para la investigación de la integridad de la diversidad (iDiv), donde estudia las comunidades bacterianas en diferentes ambientes. *s.d.jurburg@gmail.com

TRADUCTORA

SUSANA CASTRO-SOWINSKI

Susana Castro-Sowinski es Dra. en Química y tiene un Posdoctorado realizado en la Universidad Hebrea de Jerusalén (Israel); actualmente es Profesora Agregada de la Sección Bioquímica de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República, en Uruguay. Su equipo de investigación se dedica a estudiar cómo se puede utilizar el material genético microbiano para el desarrollo de productos biotecnológicos. Además, enseña Bioquímica en la Universidad.