

# BACTERIAS



**LA HISTORIA MÁS PEQUEÑA  
JAMÁS CONTADA**

GUIÓN Y DIBUJOS:

Nicolás Peruzzo y Alejandro Rodríguez Juele

ARTE DE PORTADA: Nicolás Peruzzo

DISEÑO GRÁFICO: Estudio Rodríguez Juele.

JÓVENES DE LA DIVISIÓN

CIENCIAS MICROBIOLÓGICAS DEL IIBCE

Vanesa Amarelle

Gabriela Heijo

Daniela Arredondo

Inés Loaces

Gastón Azziz

Karen Malán

Victoria Braña

Gabriela Martínez de la Escalera

Valentina Carrasco

María Morel

Susana Deus Álvarez

Paola Scavone

Sofía Fernández

Daniella Senatore

María José González

Ana Umpierrez



Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> o envíe una carta a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



# Bacterias

La historia más pequeña jamás contada.

*Al Maestro William Gezzio*

Prólogo	2
Capítulo I - Ciudad Bacteria	3
Capítulo II - La microbiota intestinal	14
Capítulo III - La cadena trófica	29
Capítulo IV - El mutualismo	38
Glosario	51
Ojos que no ven...	53
El origen de la vida en la Tierra	53
¿Para qué usamos las bacterias?	54
Microbiota humana, salud y antibióticos	55
Bacterias del suelo	55
Bacterias del agua	56

Peruzzo, Nicolás y Rodríguez Juele, Alejandro (autores)

Bacterias,

La historia más pequeña jamás contada.

Primera Edición - Montevideo

Bandas Educativas / Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable  
2018

56p. 23 x 16 cm.

ISBN: 978-9974-91-918-1

579.3 Procariotas (Bacterias)

# BACTERIAS

## LA HISTORIA MÁS PEQUEÑA JAMÁS CONTADA

Nicolás Peruzzo / Alejandro Rodríguez Juele



# PRÓLOGO

Esta es una historieta que surge por iniciativa de investigadores jóvenes del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) con la financiación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Alejandro y Nicolás, de Bandas Educativas, han tenido la titánica tarea de darle forma al contenido científico que los investigadores queríamos transmitir y generaron un guion genial.

Esta historieta pretende ser una instancia divertida de acercamiento al mundo microscópico que nos rodea. Cuenta la historia de dos bacterias, Coco y Fran, que emprenden un viaje de aventuras con el fin de salvar a Ciudad Bacteria de un cataclismo inminente que promete terminar con todos sus habitantes. En este viaje, los protagonistas conocen a muchas otras bacterias con las que los humanos convivimos día a día y cuya existencia o importancia muchas veces desconocemos. Con esta historieta intentamos derribar el concepto de que todas las bacterias son malas, sin desconocer aquellas que sí lo son. Los encuentros de Coco y Fran con bacterias que viven en el suelo, en el agua y en nuestro propio cuerpo permiten dar a conocer

una pequeña parte de la gran diversidad de bacterias que nos rodea.

Queremos resaltar que el uso de la historieta como recurso implica ciertas libertades que se alejan de la realidad, pero que sin ellas el recurso carecería del efecto deseado. Las bacterias no tienen ojos, no hablan, no van a la escuela, no viven en una ciudad con calles y museos... Sin embargo, también queremos resaltar que el contenido científico es riguroso y que se buscaron las mejores estrategias para transmitir este conocimiento de la manera más apropiada posible.

Al final de la historieta encontrarán un glosario, donde algunas palabras incluidas en los diálogos son explicadas en profundidad de manera de acercar los conceptos científicos asociados. También decidimos conveniente explicar en detalle algunos de los temas que se abordan.

Esperamos que todos disfruten de esta historia tanto como todos nosotros, investigadores y dibujantes, disfrutamos creándola para ustedes.

¡Que empiece el viaje!



---

ACLARACIÓN: Los nombres científicos de los seres vivos se componen de dos palabras: el género y la especie. Se escribe siempre en Latín, con cursiva y solamente el género con mayúscula inicial, por ejemplo: *Escherichia coli*. La fuente utilizada para la historieta no permitió respetar esta norma



Capítulo I

# Ciudad BACTERIA





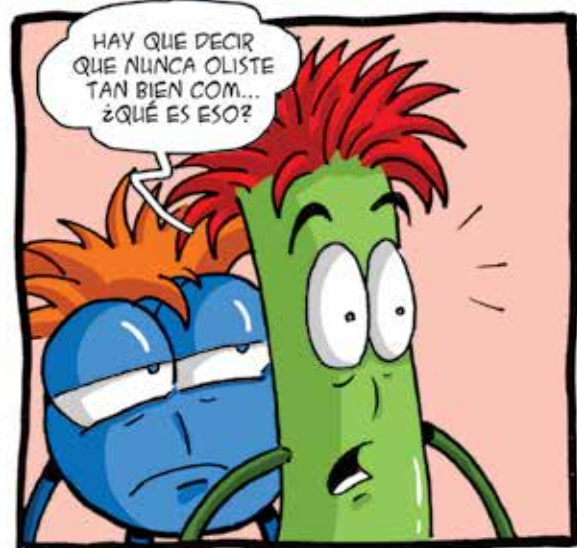
PERO PROFE, ¿CÓMO PRETENDÍA QUE NOS PORTÁRAMOS BIEN, SI TENÍAMOS PISCINAS ENTERAS DE DULCE DE LECHE?

ESO PUEDO ENTENDERLO, COCO, PERO ¿A LISTED LE PARECE QUE TENÍA NECESIDAD DE ZAMBULLIRSE DE CABEZA EN EL DULCE DE LECHE?



¡SACARTE DE ESA PISCINA FUE UNA HAZAÑA TITÁNICA!

AHÍ APRENDÍ QUE LA EXPRESIÓN "REMAR EN DULCE DE LECHE" ES MUY REAL...



HAY QUE DECIR QUE NUNCA OLISTE TAN BIEN COM... ¿QUÉ ES ESO?



ESAS BACTERIAS NO SON DE LA CIUDAD

V TODA ESA BASURA, ¿DE DÓNDE SALIÓ?







NIÑOS,  
BIENVENIDOS  
AL MUSEO HISTÓRICO  
BACTERIANO.



ESTO ES  
UNA PORQUERÍA.  
MÁS ABURRIDO QUE  
TUS EXPLICACIONES  
CIENTÍFICAS...

Y ENCIMA NO HAY  
DULCE DE LECHE  
POR NINGÚN LADO...



EN ESTA SALA  
CONOCEREMOS A NUESTROS  
MÁS ANTIGUOS ANTEPASADOS:  
LAS BACTERIAS SON LOS PRIMEROS  
SERES VIVOS QUE SURGIERON  
EN LA TIERRA.

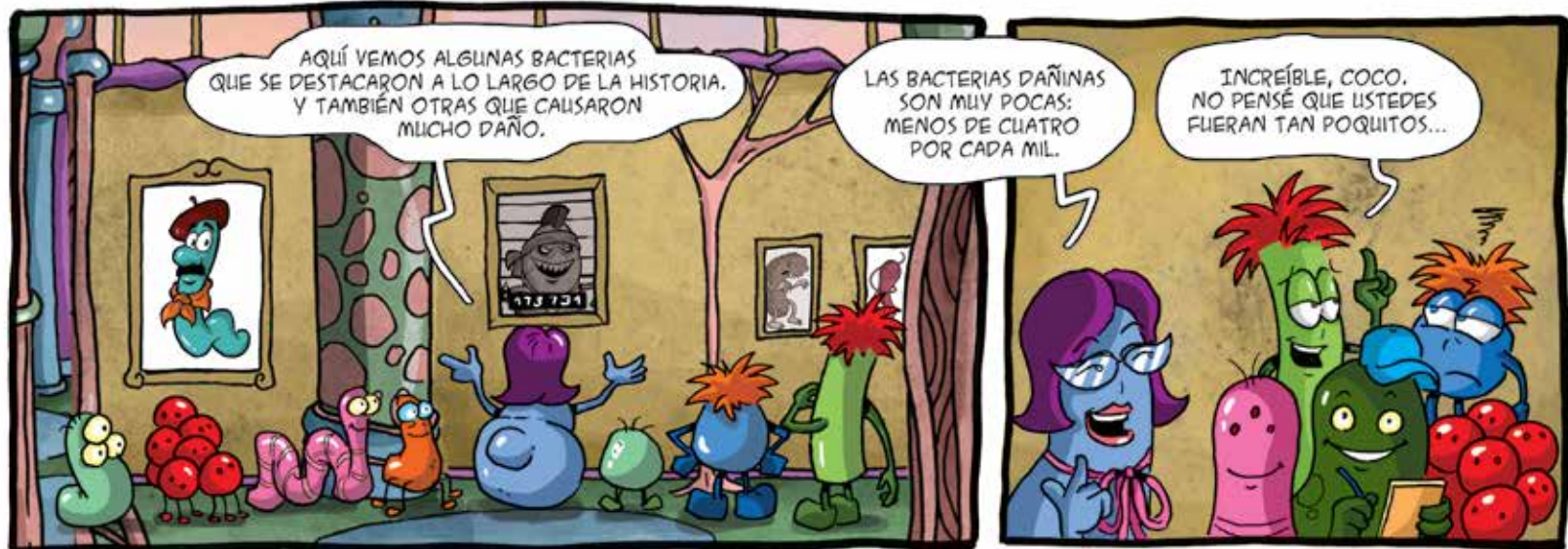


ESTO QUE VEMOS AQUÍ ES UNA  
**ENDOSPORA**, QUE PUEDE CONSERVARSE  
DURANTE MILES DE AÑOS Y LUEGO  
VOLVER A LA VIDA.



¡IGUAL!  
¡ES IGUAL A LA  
QUE SALE EN  
BACTERINDIANA  
JONES!

¡OJALÁ! ESA HACÍA  
DERRETIR A LOS MALOS...  
¿QUÉ TE PARECE SI NOS  
ESCAPAMOS Y VAMOS A LA  
SECCIÓN DE ARMAS DE LA  
BACTERIEDAD MEDIA?



AQUÍ VEMOS ALGUNAS BACTERIAS QUE SE DESTACARON A LO LARGO DE LA HISTORIA. Y TAMBIÉN OTRAS QUE CAUSARON MUCHO DAÑO.

LAS BACTERIAS DAÑINAS SON MUY POCAS: MENOS DE CUATRO POR CADA MIL.

INCREÍBLE, COCO. NO PENSÉ QUE LISTEDES FUERAN TAN POQUITOS...



EN ESTE GRABADO PODEMOS VER EL NACIMIENTO DE LA PRIMERA CIUDAD BACTERIA, CONSTRUIDA POR BACTERIAS PRODUCTORAS DE **BIOFILM**.



¿CÓMO "PRIMERA"? ¿HUBO MÁS DE UNA?

¡CLARO! ¿NO TE ACORDÁS CUANDO ESTUDIAMOS LA "GRAN DESINFECCIÓN"?



NO. VISTE QUE YO PASO UNA VEZ QUE PASO UNA PRUEBA ME OLVIDO DE TODO...

ESTAMOS ENTRANDO AL SALÓN PRINCIPAL DEL MUSEO, Y COMO SE DARÁN CUENTA, ESTÁ DEDICADO A LA GRAN DESINFECCIÓN.

COMO HABRÁN ESTUDIADO EN LA ESCUELA, EL CATACLISMO CONOCIDO COMO LA "GRAN DESINFECCIÓN" DESTRUYÓ CIUDAD BACTERIA



Y AL 99,9% DE SUS HABITANTES.

TENEMOS MUY POCOS REGISTROS DE LA ÉPOCA,



Desinfe  
Denur  
pami  
alterand  
moodso

ASÍ QUE NO SABEMOS A CIENCIA CIERTA HACE CUÁNTOS MILES DE BACTERIAÑOS SUCEDIÓ EL INCIDENTE.

NO ESTÁS PRESTANDO ATENCIÓN.

¿Y SE SABE POR QUÉ OCURRIÓ LA GRAN DESINFECCIÓN?



¿ATENCIÓN? VA NOS PREGUNTARON ESTO EN LA PRUEBA.

HAY MUCHAS HIPÓTESIS, PERO NINGUNA CONCLUYENTE.



¿Y PUEDE VOLVER A SUCEDER OTRA GRAN DESINFECCIÓN?

NO SE PREOCUPEN, ES MUY POCO PROBABLE. ESTOS EVENTOS OCURREN CADA MILLONES Y MILLONES DE BACTERIAÑOS.







¿QUIEREN  
MÁS PRUEBAS?  
¡VENGAN!

PRIVADO



UNO DE LOS PERGAMINOS PROHIBIDOS  
CUENTA QUE ANTES DEL DESASTRE,  
CIUDAD BACTERIA SE HABÍA TRANSFORMADO  
EN UN LUGAR MALOLIENTE Y POLLUCIONADO.



¡LA GRAN DESINFECCIÓN  
LLEGÓ DEL CIELO!  
¡FUE UN CASTIGO POR  
LA CONTAMINACIÓN  
IRRESPONSABLE!

¡Fuego y  
mas giga  
exa  
No



¿CASTIGO  
DE QUIÉN?

NUESTRA  
CONTAMINACIÓN DESPERTÓ  
LA CÓLERA DE LOS GIGANTES  
QUE VIVEN MAS ALLÁ  
DE LOS CIELOS.


¿GIGANTES?



SEGÚN  
ALGUNAS LEYENDAS,  
EXISTE UN MUNDO  
MAS ALLÁ DE ESTE.







Capítulo II

**LA  
MICROBIOTA  
INTESTINAL**





AL BACTERIDÍA SIGUIENTE

¡HASTA  
MAÑANA!

¡DIVIÉRTANSE  
EN EL CAMPAMENTO!  
¡PERO PÓRTENSE  
BIEN!



¡PARA SER ALGUIEN  
TAN APEGADO A LAS NORMAS,  
TU MENTIRA DEL CAMPAMENTO  
FUE MUY CREÍBLE!

SAQUÉ LA IDEA DE  
"CUENTA BACTERIAS CONMIGO",  
LA PELÍCULA BASADA EN UN CUENTO  
DE STEPHEN BACTERIKING.



¡ES VERDAD!  
¡AHÍ ACTUABA  
EL JOVEN INDIANA  
BACTERIJONES!

BUENO, EMPECEMOS. AQUÍ DICE  
QUE UN QJX DE LOS HABITANTES  
DE CIUDAD BACTERIA SOBREVIVIO  
A LA GRAN DESINFECCIÓN.



AL LÍDER DE LOS SOBREVIVIENTES  
LO LLAMAN "ANCIANOBACTERIA"  
Y VIVE EN UNA REGIÓN ALEJADA,  
LLENA DE AGUA.



ENCONTRARLO NO SERÁ FÁCIL.  
LO PRIMERO QUE TENEMOS QUE HACER  
ES LLEGAR A LA REGIÓN SUR  
DEL TERRITORIO BACTERIA.





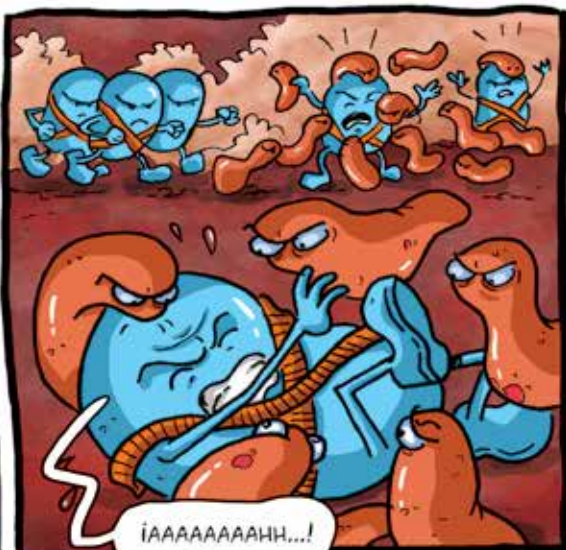
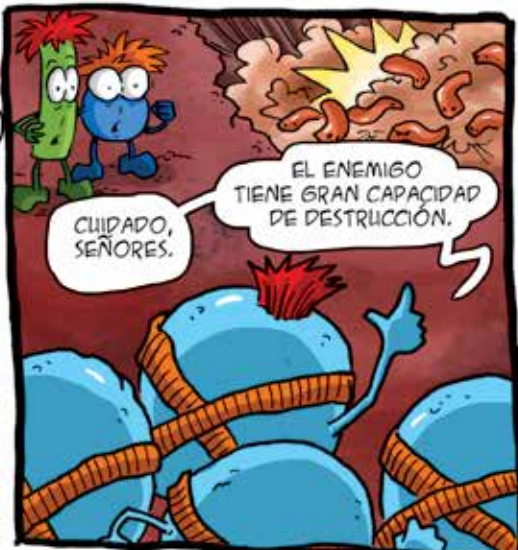
NOSOTROS VIVIMOS ACÁ.  
YO SOY **LACTOCOCCUS LACTIS**  
Y ELLOS **PROPIONIBACTERIUM  
FREUDENREICHII** Y  
**SACCHAROMYCES  
CEREVISIAE**, LAS BACTERIAS  
QUE INTERVENIMOS EN LA PRODUCCIÓN  
DEL QUESO Y DEL PAN.

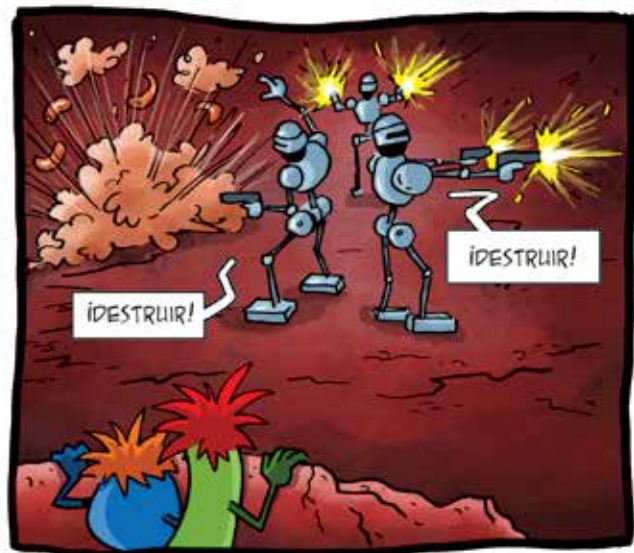
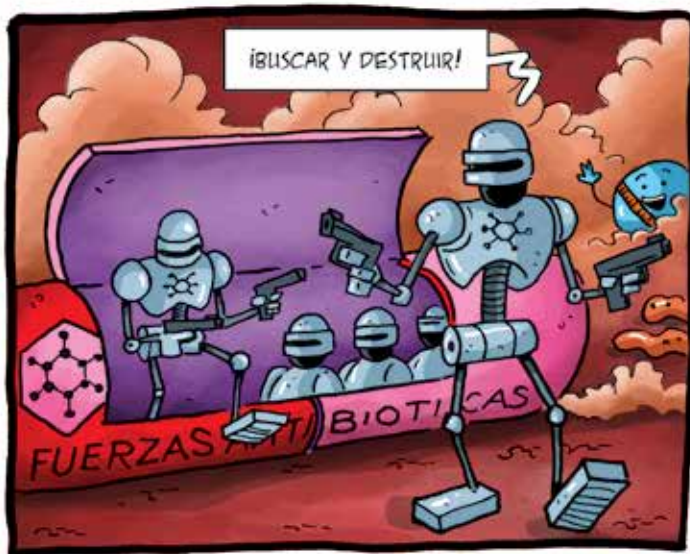


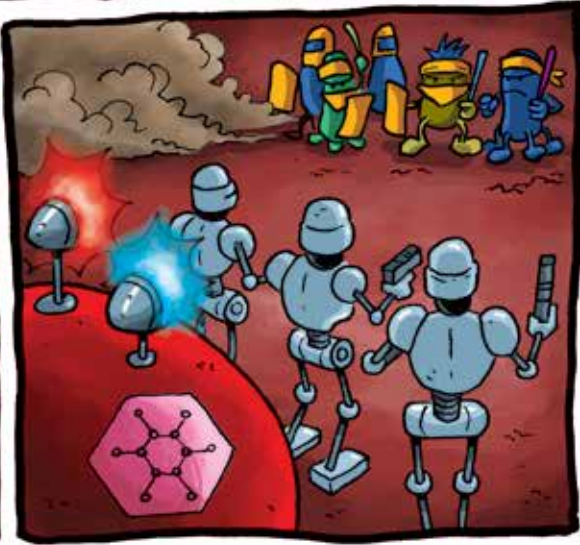
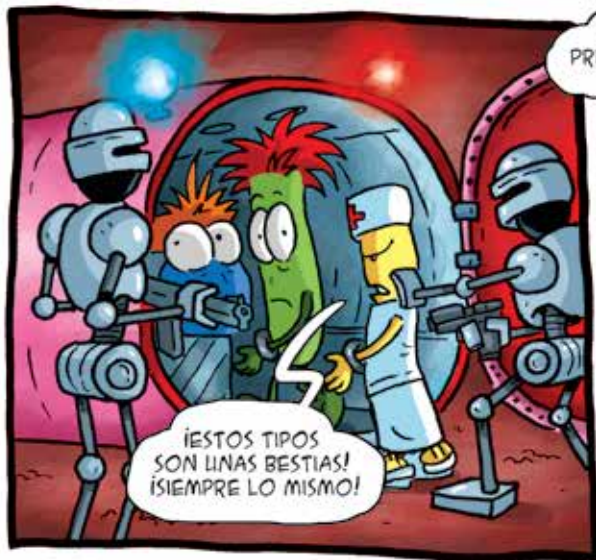
NOSOTROS SOMOS  
**LACTOBACILLUS CASEI**  
Y **STREPTOCOCCUS  
THERMOPHILUS**,  
LAS BACTERIAS  
DEL YOGURT.  
ESTAMOS DE VISITA











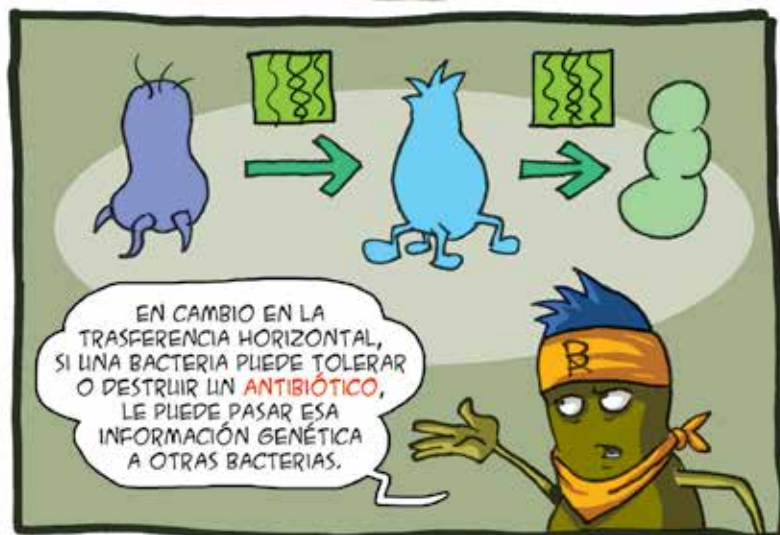






LA PRÓXIMA VEZ QUE SEAN ATACADOS POR LAS FUERZAS ANTIBIÓTICAS, LOS PODRÁN DERROTAR TAN FÁCILMENTE COMO NOSOTROS.





¿CÓMO EMPEZÓ  
ESTA LUCHA CONTRA  
LOS ANTIBIÓTICOS?



COMO TENEMOS CONTACTOS  
CON EL MUNDO HUMANO,  
PORQUE VIVIMOS ADENTRO DE UNO,  
HEMOS PODIDO AVERIGUAR  
EL ORIGEN DE NUESTROS  
ENEMIGOS.



DURANTE LA GRAN GUERRA,  
LOS SERES HUMANOS  
FUERON ATACADOS POR  
BACTERIAS DAÑINAS, COMO  
*CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*,  
QUE CAUSABAN GRAN  
MORTANDAD POR  
GANGRENA.



HASTA QUE LLEGÓ LA  
PENICILINA, UN ANTIBIÓTICO  
QUE LAS DERROTÓ.

SIN EMBARGO  
LA ALEGRÍA DURÓ  
POCO YA QUE LOS  
SERES HUMANOS  
ABUSARON DE  
ESTE ANTIBIÓTICO  
QUE NO SÓLO  
ELIMINÓ A  
LAS BACTERIAS  
DAÑINAS...

...SINO TAMBIÉN A BACTERIAS BENEFICIOSAS,  
DEJANDO EL TERRENO LIBRE  
PARA OTROS ENEMIGOS OPORTUNISTAS  
COMO *CLOSTRIDIUM DIFFICILE*.











Capítulo III  
**LA CADENA  
TRÓFICA**

















PERO ENTONCES,  
¿QUÉ POSIBILIDAD  
HAY DE EVITAR EL  
CATACLSIMO?



LA ÚNICA SOLUCIÓN SERÍA  
CONVENCER A LOS HUMANOS  
QUE NO ES NECESARIA LA  
GRAN DESINFECCIÓN.



NO ENTIENDO,  
¿QUÉ LES MOLESTA TANTO  
DE CIUDAD BACTERIA?



EL PERGAMINO  
DICE QUE LA SEÑAL DE  
LA GRAN DESINFECCIÓN  
SON LAS BACTERIAS  
**PATÓGENAS.**



SÍ, ¡HUELEN MUY MAL!  
NO ENTIENDO POR QUÉ  
NO LAS METEN  
TODAS PRESAS...

¡POR LOS **CLOROPLASTOS**  
DE MIS TATARANIETOS!  
¿NO HAS ENTENDIDO NADA  
DE LO QUE LES EXPLIQUÉ?



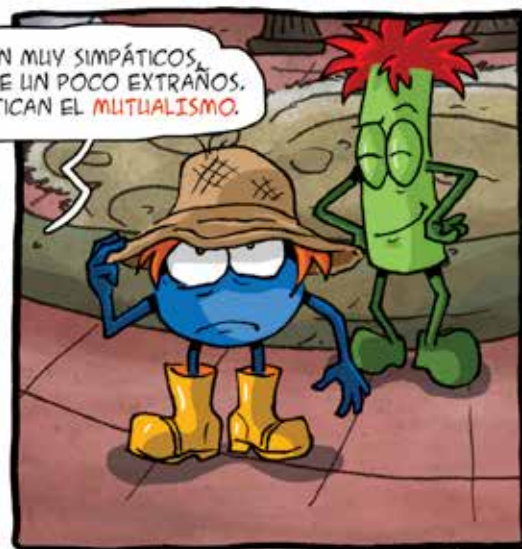
¡CIUDAD BACTERIA NO HUELE MAL  
POR CULPA DE LAS BACTERIAS **PATÓGENAS**  
SINO POR LOS DESECHOS QUE USTEDES  
MISMOS TIRAN A LA CALLE!  
UNA **CADENA TRÓFICA** QUE FUNCIONA BIEN  
NO DEJA CASI RESIDUOS; TODO SE APROVECHA.  
¿ES TAN DIFÍCIL DE COMPRENDER?





Capítulo IV  
**EL**  
**MUTUALISMO**







EL MUTUALISMO, HIJOS MÍOS,  
FORMA PARTE DE UNA  
CADENA TRÓFICA SANA.



SI NOS QUIERE LLEVAR AL DOCTOR,  
LE AVISO QUE YO ESTOY PERFECTAMENTE  
EN MI PESO IDEAL.



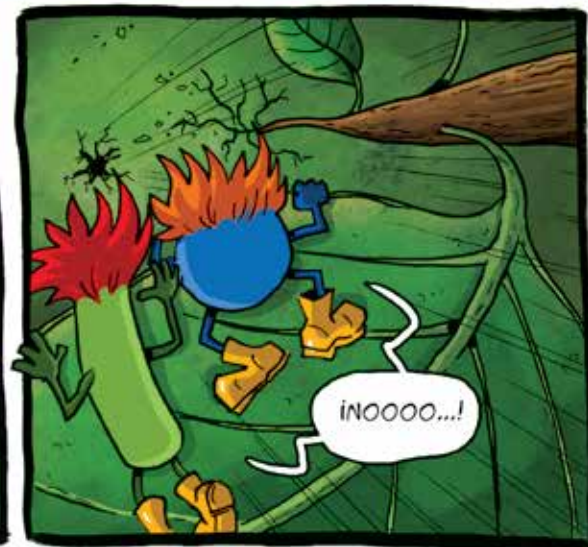


¡MEJOR QUE NUNCA! QUIERO PRESENTARTE A MIS COMPAÑEROS  
*RHIZOBIUM ETLI* ENCARGADO DEL POROTO FRIJOL,  
*RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM*, DE LOS TRÉBOLES  
Y *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM*, ENCARGADA DE LA SOJA.





















¡ADIÓS  
SINORHIZOBIUM MELILOTI!  
¡GRACIAS POR ENSEÑARNOS  
EL MUTUALISMO!

DISCULPEN QUE NO  
LAS ACOMPAÑE, HE DECIDIDO  
QUEDARME A VIVIR EN ESTE  
HERMOSO LAGO QUE SE FORMÓ  
POR LA LLUVIA.

LÁSTIMA QUE  
NO PUEDAN QUEDARSE  
A CENAR

PÓNGANSE  
LOS BACTERIPATINES,  
QUE ESTÁ TODO RECIÉN  
ENCERADO.

HAY QUE MANTENER  
LA LIMPIEZA DE CIUDAD BACTERIA.  
¡LO QUE PASÓ UNA VEZ  
PUEDE VOLVER A OCURRIR!

¡UFA!

MUCHAS GRACIAS,  
PERO LAS PLANTAS  
NOS NECESITAN

ESCOLARES

FIN

# GLOSARIO

Aquí encontrarás definiciones de las palabras que están **DESTACADAS** en la historieta.

**Biofilm** Son comunidades bacterianas que se adhieren a distintas superficies. La principal característica es que están rodeados de una sustancia mucosa que los protege del exterior. Así es como habitualmente se encuentra a las bacterias en el ambiente.

**Cianobacteria** Son bacterias que realizan fotosíntesis oxigénica (como las plantas). Fueron responsables de crear la atmósfera que conocemos hoy en día. Pueden producir toxinas (cianotoxinas) que afectan otros organismos, incluyendo al ser humano.

**Floraciones de cianobacterias** Crecimiento masivo y rápido de cianobacterias. Pueden verse a simple vista como una capa verde y densa en el agua. Afecta negativamente el ecosistema disminuyendo la biodiversidad. No es aconsejable bañarse en la playa cuando hay este tipo de floraciones.

**Levaduras** Son hongos unicelulares microscópicos. Desde hace mucho tiempo las levaduras se utilizan para la producción de cerveza, pan, vino y otros productos. Las levaduras transforman los azúcares en alcohol y dióxido de carbono (que forma las burbujas en la masa y hace que el pan leude). Este proceso se llama fermentación alcohólica.

**Microbiota** Son las comunidades de microorganismos que viven en organismos multicelulares (hospedero), por ejemplo en el tracto digestivo de los animales. La composición de la microbiota es diferente para cada hospedero, e incluso es distinta para distintas partes del mismo hospedero.

**Patógenos** Son microorganismos que pueden crecer, invadir y generar un daño en un hospedero. Existen patógenos de animales, de plantas, etc.

**Antibióticos** Son sustancias químicas producidas por bacterias y hongos que tienen la capacidad de detener el crecimiento de las bacterias o destruirlas. También hay antibióticos artificiales hechos por el hombre. Los humanos los usamos para el tratamiento de enfermedades causadas por bacterias.

**ADN (Ácido desoxirribonucleico)** Es una molécula química que contiene toda la información genética de un organismo. El ADN contiene un "código" que puede ser descifrado para llevar a cabo instrucciones precisas. Un fragmento de ADN en particular puede tener las instrucciones que indican que una persona tendrá los ojos celestes, que una bacteria tendrá forma de coco o que será capaz de degradar cierto antibiótico.

**Arqueas** Son organismos microscópicos unicelulares que forman uno de los tres dominios de la vida (Bacteria, Arquea y Eukarya). Muchas de ellas están adaptadas a vivir en ambientes extremos.

**Anaerobios** Organismos que no requieren oxígeno para vivir, y los podemos encontrar en

ambientes como fondos de lagos, e incluso nuestro propio intestino. Algunos anaerobios mueren en presencia de oxígeno porque les resulta tóxico.

**Autótrofos** Organismos capaces de producir sus propios alimentos a partir de dióxido de carbono, utilizando la energía que obtienen de la luz (fotoautótrofos) o la energía obtenida de compuestos químicos inorgánicos (quimioautótrofos). Ejemplos de organismos fotoautótrofos son las cianobacterias y las plantas, aunque no son los únicos. Todos los organismos quimioautótrofos son microorganismos.

**Heterótrofos** Organismos que no producen su propio alimento y obtienen sus nutrientes al ingerir o degradar otros organismos o sus productos. Son organismos heterótrofos todos los animales, los hongos, y algunas bacterias y arqueas.

**Fotosíntesis oxigénica** Proceso químico mediante el cual los organismos producen sustancias orgánicas y oxígeno, a partir de dióxido de carbono, agua y luz. Es necesario que el organismo tenga pigmentos sensibles a la luz, como la clorofila. Las plantas, las algas y las cianobacterias realizan fotosíntesis oxigénica.



**Cadena trófica** Es el proceso de transferencia de nutrientes entre organismos. En esta cadena, cada organismo sirve de alimento para el siguiente y a la vez se alimenta del organismo anterior.

**Eutrofización** Es el aumento de la cantidad de nutrientes en el agua (principalmente nitrógeno y fósforo) que llegan de forma natural o por acción del hombre (ej: desechos urbanos e industriales, y actividad agrícola-ganadera).

**Fisión binaria** Es el proceso mediante el cual se dividen las bacterias. Este proceso implica que la célula duplica su información genética (ADN), se elonga (aumenta su tamaño), y luego se divide en dos células exactamente iguales (¡son clones!). Estas nuevas células también son capaces de dividirse y así sucesivamente. *Escherichia coli* es capaz de dividirse cada 20 minutos, lo que genera una población de aproximadamente 1.000.000 de *Escherichia coli* al cabo de 10 horas. Sí, ¡un millón de clones en 10 horas!

**Cloroplastos** Son organelos presentes en las células de los organismos fotosintéticos eucariotas. En estos organelos especializados se lleva a cabo la fotosíntesis. Las primeras células eucariotas fotosintéticas se originaron hace millones de años en un proceso llamado simbiogénesis, en el cual una cianobacteria fue “comida” por una célula eucariota



pero se mantuvo dentro de la misma sin sufrir daño y ambos se beneficiaron de esta nueva interacción.

**Mutualismo** Es una simbiosis en la cual ambos organismos se benefician. Generalmente, ninguno de los organismos asociados necesita del otro para vivir, pero al asociarse colaboran para que la sobrevivencia de ambos sea más favorable. Un ejemplo es el mutualismo que existe entre los peces payasos (como Nemo) y las anémonas.

Las anémonas son venenosas para los peces, salvo para el pez payaso que tiene una capa protectora. La anémona le ofrece protección y el pez payaso, con su colorido, atrae a otros peces que acaban siendo alimento para las anémonas.

**Simbiosis** Significa “vivir juntos”. Es la interacción cercana y persistente entre dos organismos de distintas especies. Existen distintos tipos de asociaciones simbióticas (mutualismo, parasitismo y comensalismo).

**Fitohormonas** También llamada hormona vegetal, es una sustancia producida por células vegetales y que actúa sobre otras células vegetales. Algunas fitohormonas son capaces de estimular el crecimiento de las raíces, otras promueven la germinación de las semillas, mientras que otras causan el envejecimiento de la planta. Algunas bacterias producen compuestos similares a las

fitohormonas, que pueden ser reconocidos por las plantas y que pueden provocar un efecto en las mismas.

**Endospora** Estructura de resistencia que producen algunas bacterias. Constan del ADN bacteriano recubierto por varias capas protectoras. Algunas bacterias las producen cuando las condiciones ambientales son desfavorables para su supervivencia. Pueden volver a germinar cientos o miles de años después de haberse generado, cuando las condiciones vuelven a ser favorables.

**Metano y flatulencias** Mientras la comida se digiere en nuestro aparato digestivo se generan gases como el hidrógeno, el dióxido de carbono y el metano, que surgen de la descomposición microbiana de los alimentos en el intestino. El metano en particular, es producido por arqueas. Una vez producidos, el cuerpo tiene que liberar esos gases y otros que entran al cuerpo con el aire. La liberación se da en forma de flatulencias.

**Protozoos** Organismos microscópicos, eucariotas y unicelulares. Los podemos encontrar en el agua o en el suelo y forman parte de la cadena trófica donde se alimentan de las bacterias y a su vez, son el alimento de organismos superiores (invertebrados).



## OJOS QUE NO VEN...

Nacemos dotados de sentidos que nos permiten percibir el mundo y desde que empezamos a ser conscientes de nuestro entorno, somos capaces de reconocer otras formas de vida. Vemos los árboles, oímos los pájaros y olemos las flores. Hay todo un mundo de seres vivos y cuanto más exploramos más vamos percibiendo la diversidad de tal mundo. Sin embargo, más allá de esta diversidad exuberante, escondido a nuestros ojos hay un mundo invisible.

Nuestros ojos no son capaces de ver todo lo que existe, sobre todo son muy malos para ver cosas muy pequeñas, y no solo cosas... ¡seres vivos! Sí, hay seres vivos que son tan pequeños que necesitamos la ayuda de un microscopio para verlos, y se los conoce como microorganismos. Estos organismos microscópicos incluyen a las bacterias, las arqueas, los protozoarios, los hongos, algunas algas y también a los virus que son los más diminutos de todos. Todos los microorganismos son súper interesantes y sería genial poder hablarles de todos ellos, pero esta historieta es sobre las bacterias.

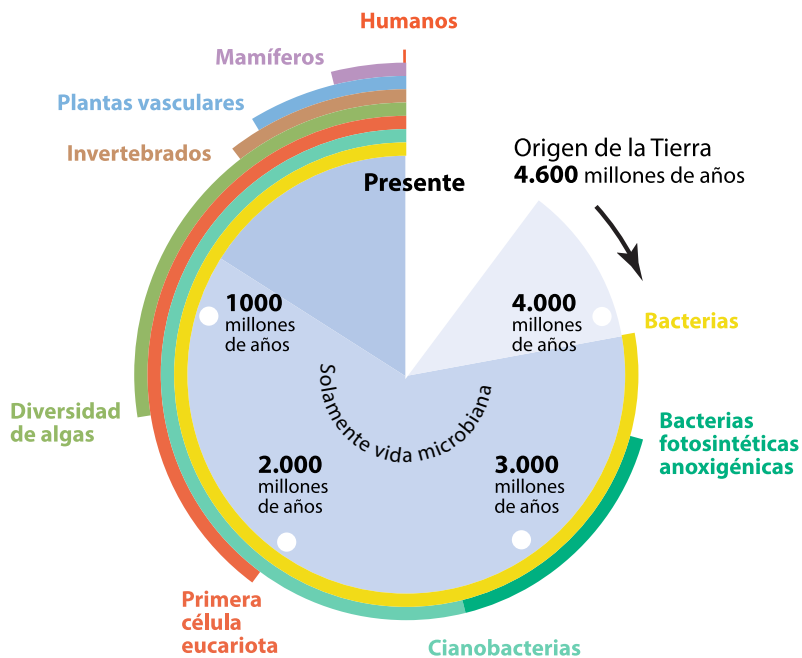
Las bacterias miden entre 1-5 micras (1 micra = 1 milímetro dividido 1000 veces), aunque las hay más pequeñas y también más grandes. Si miramos una bacteria al microscopio no solo vemos su tamaño, también podemos ver

su forma. Hay bacterias redondas y se llaman cocos, y hay bacterias con forma de pancho que se llaman bacilos. Hay también bacterias con forma de tirabuzón, forma de estrella, otras que parecen una coma, en fin... hay bacterias para todos los gustos. Las bacterias viven en prácticamente cualquier lugar que te puedas imaginar. Es que las bacterias son capaces de adaptarse a vivir en distintos lugares y condiciones. Pueden vivir en lugares muy fríos como la Antártida, en lugares muy secos como los desiertos, en lugares sin luz y muy profundos como es el fondo del mar. Y son tan buenas adaptándose que se han mantenido sobre la Tierra durante miles de millones de años, muchos más años que cualquier otro organismo vivo.

## EL ORIGEN DE LA VIDA EN LA TIERRA

La Tierra se originó hace aproximadamente 4.600 millones de años (4.600.000.000 años). En esa época la Tierra era bombardeada por meteoritos y era un ambiente muy caliente e inhóspito donde no existía ninguna forma de vida. Tuvieron que pasar muchos años (¡800 millones de años!) y la Tierra se tuvo que enfriar para que surgieran entonces unas bacterias que pudieron vivir en esa Tierra

muy antigua. El primer registro de bacterias (fósiles de bacterias) es de hace 3.800 millones de años. Estas bacterias ancestrales vivían en condiciones muy extremas donde tampoco había oxígeno, lo que hacía completamente imposible otras formas de vida. Algunas bacterias evolucionaron y adquirieron la capacidad de realizar fotosíntesis oxigénica, ¡como las plantas!, y son las cianobacterias. El primer registro de cianobacterias es de hace 3.000 millones de años. Las cianobacterias, utilizando la energía del sol, comenzaron a producir y liberar oxígeno a la atmósfera. Muy lentamente este importante grupo de bacterias fue transformando la atmósfera de la Tierra, aumentando la cantidad de oxígeno presente y preparando las condiciones para que se pudieran generar otras formas de vida. Pasaron 1.000 millones de años para que surgieran las primeras células eucariotas (hasta entonces toda la vida era procariota). Las primeras algas surgieron hace aproximadamente 1.500 millones de años y los primeros invertebrados hace 500 millones de años. Gracias al aumento de oxígeno en la atmósfera, logrado por el trabajo de millones de años de las cianobacterias (¡más de 2.000 millones de años produciendo oxígeno!), las condiciones fueron las adecuadas para que surgieran las primeras plantas hace 475 millones de años. Los mamíferos evolucionaron hace 200 millones de años y el *Homo sapiens*, nuestra especie, hace 200.000 años.



## ¿PARA QUÉ USAMOS LAS BACTERIAS?

Desde hace siglos las bacterias, al igual que otros tipos de microorganismos, son utilizadas por el hombre en una gran variedad de procesos. Los primeros usos que se le dieron a los microorganismos fueron para la fabricación de alimentos y bebidas. Con el paso del tiempo y el avance de la ciencia, las aplicaciones de los microorganismos para beneficio del hombre y del ambiente han aumentado muchísimo. En particular las bacterias se utilizan en la producción de alimentos, antibióticos, vacunas, plásticos biodegradables, en el control de plagas, la descontaminación de ambientes, el tratamiento de desechos industriales ¡y tantos otros que es imposible resumirlos acá!

Uno de los usos más antiguos de las bacterias en la producción de alimentos es la fabricación de productos derivados de la leche. El queso y el yogur son producidos gracias a un grupo de bacterias conocidas como bacterias ácido lácticas. Estas bacterias realizan un proceso llamado fermentación láctica, donde los azúcares de la leche son convertidos en ácido láctico. El ácido láctico es muy bueno evitando la descomposición y por eso se usa la fermentación láctica para conservar alimentos en buen estado como en el caso de pickles, chucrut y embutidos.

Para producir el yogurt se usan dos bacterias: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. En algunos yogures, estas bacterias están vivas cuando los tomamos.

El vinagre es otro producto que se obtiene gracias al uso de bacterias. En este caso un grupo de bacterias conocidas como acetobacterias realizan la fermentación acética (ej.: *Acetobacter spp.*) y convierten el alcohol del vino o de la sidra de manzana en ácido acético, más conocido como vinagre.

¡Son demasiados millones de años y es difícil de imaginarlo! Para hacerlo más simple podemos pensar en una analogía con un reloj de aguja. Si pensamos que la Tierra se originó hace 50 minutos, las primeras bacterias aparecieron hace 45 minutos, las cianobacterias hace 35 minutos, los primeros eucariotas hace 25 minutos, las algas hace 18 minutos, los primeros invertebrados hace 12 minutos, las plantas hace 10 minutos, los mamíferos hace 5 minutos y los humanos hace 1 segundo. Prácticamente recién surgimos en la Tierra... y ya le hemos hecho unos cuantos desastres a la pobre.



## MICROBIOTA HUMANA, SALUD Y ANTIBIÓTICOS

La microbiota humana es el conjunto de microorganismos vivos que habitan en el cuerpo humano. Estos microorganismos se encuentran tapizando las mucosas, en el tracto gastrointestinal, urinario, respiratorio y genital, y en la piel. La comunidad microbiana más importante reside en el intestino y se le denomina microbiota intestinal. El número de bacterias que habitan en nuestro organismo es tan grande que por cada célula humana encontramos 9 células bacterianas ¡y todas juntas pueden llegar a pesar hasta 2 kilos!.

Vivimos en simbiosis con nuestra microbiota, nosotros les ofrecemos alimento y un lugar cómodo para vivir y ellas nos proporcionan sustancias que necesitamos y protección contra organismos patógenos. Cada persona tiene un conjunto de bacterias que es único, es como una huella personal. Nuestra microbiota intestinal nos ayuda a digerir alimentos, a captar calcio, hierro y otros elementos necesarios para nuestro organismo. Además, producen y nos proporcionan vitaminas y aminoácidos, entrenan a nuestro sistema inmune (para que nos defienda cuando nos atacan bacterias que no deberían estar ahí) y nos protegen de microorganismos extraños al no dejarles espacio

para que crezcan. Cuando nuestra microbiota cambia puede desencadenar problemas de salud, por eso una alimentación sana y el uso correcto de los antibióticos son muy importantes. ¡Hay que cuidar a nuestras bacterias!

La era de los antibióticos comenzó en 1928 cuando Alexander Fleming, que era bastante desordenado, se decidió a tirar unos experimentos y descubrió, por casualidad, un hongo que producía un compuesto que mataba a las bacterias. De esta manera descubrió la penicilina (producida por el hongo *Penicillium*) que revolucionó el tratamiento de las infecciones y salvó millones de vidas hasta el día de hoy. A partir de este descubrimiento se comenzaron a buscar nuevos antibióticos producidos por microorganismos.

En un principio pensábamos que los antibióticos nos iban a salvar de todas las enfermedades infecciosas y pensábamos que su uso sería indefinido. Sin embargo, el abuso de los antibióticos llevó a que las bacterias desarrollaran nuevas maneras de tolerarlos y a la vez se compartieran entre ellas estos mecanismos, lo que se conoce como resistencia bacteriana. Es necesario que cambiemos urgentemente la forma de utilizar los antibióticos ya que, aunque se desarrollen nuevos antibióticos, si no modificamos nuestro comportamiento la resistencia a los antibióticos seguirá siendo una grave amenaza.

¿Qué podemos hacer nosotros? (recomendaciones de la Organización Mundial para la Salud, OMS)

- 1-Tomar antibióticos únicamente cuando los prescriba un profesional sanitario certificado.
- 2-No demandar antibióticos si los profesionales sanitarios dicen que no son necesarios.
- 3-Seguir siempre las instrucciones de los profesionales sanitarios con respecto al uso de los antibióticos.
- 4-No utilizar los antibióticos que le hayan sobrado a otros.
- 5-Prevenir las infecciones lavándose las manos, preparando los alimentos en condiciones higiénicas, evitando el contacto íntimo con enfermos, velando por la seguridad de las relaciones sexuales y manteniendo las vacunaciones al día.

## BACTERIAS DEL SUELO

El suelo es uno de los hábitats más diversos del planeta. En un solo gramo de tierra, encontramos miles de millones de microorganismos que son imprescindibles para la formación y estructuración del suelo, y el reciclaje de nutrientes. Las bacterias son los microorganismos más abundantes del suelo y cada grupo de bacterias realiza una función específica. Muchas están especializadas en

degradar materia orgánica (como *Clostridium acetobutylicum*, *Corynebacterium glutamicum* y *Flavobacterium hibernum*), otras participan en procesos de biodegradación y reducción de residuos peligrosos (como *Ralstonia eutropha* y *Pseudomonas fluorescens*), etc.

Las bacterias de suelo participan de la nutrición y salud de las plantas y pueden interactuar con ellas de varias formas. Se llama interacción deletérea cuando las bacterias le causan un daño a la planta. A veces el daño se puede ver a simple vista (manchas en sus hojas, lastimaduras en la superficie del fruto, etc.). Como ya sabemos, no todas las bacterias son malas ni todas las interacciones son deletéreas. De hecho, hay bacterias que se las conocen como bacterias promotoras del crecimiento vegetal y pueden beneficiar a la planta dándoles un nutriente que éstas no puede obtener por sí mismas, o también cuidándolas de microorganismos que sean deletéreos. Un ejemplo de esta interacción positiva la llevan a cabo las bacterias fijadoras de nitrógeno. Las plantas necesitan nitrógeno para crecer y muchas veces en el suelo no hay suficiente cantidad. Un lugar donde hay mucho nitrógeno es en la atmósfera, pero las plantas no pueden utilizarlo. Sin embargo, las bacterias fijadoras de nitrógeno sí pueden. Algunas de estas bacterias, denominadas rizobios, pueden asociarse a plantas leguminosas (poroto, soja, alfalfa, trébol, ceibo, timbó, y muchas más). Los

rizobios reconocen a su leguminosa preferida y cuando la encuentran forman en las raíces un órgano nuevo llamado nódulo (que se puede ver a simple vista en las raíces como una pelotita rosada). Estos nódulos les sirven a las bacterias como refugio y allí la planta las provee de nutrientes. A cambio, las bacterias transforman el nitrógeno de la atmósfera y se lo dan a la planta. Todos felices y contentos. Un ejemplo de esta asociación rizobio-leguminosa es la formada entre *Sinorhizobium meliloti* y alfalfa.

Otras bacterias usan minerales del suelo y los transforman para que las plantas puedan aprovecharlos (fósforo, azufre, hierro, potasio, etc.), otras producen fitohormonas que activan el crecimiento y desarrollo vegetal, y otras controlan las infecciones causadas por patógenos. *Saccharopolyspora pogona* produce numerosos compuestos eco-amigables y muy potentes en el control de plagas, principalmente contra insectos.

## BACTERIAS DEL AGUA

Las bacterias del agua forman una parte importantísima de la cadena trófica. En primer lugar, las cianobacterias constituyen una gran parte de los productores primarios del agua, o sea el primer eslabón de la cadena. En segundo lugar encontramos a las bacterias heterótrofas, las cuales tienen una función clave: reciclar

nutrientes para que puedan ser re-utilizados por otros eslabones de la cadena. Estas bacterias a su vez son consumidas por protistas, éstos son consumidos por organismos superiores (zooplancton), y estos últimos por peces.

En un ecosistema acuático la cadena trófica se encuentra en equilibrio. Sin embargo este equilibrio puede romperse llevando a un desbalance en la abundancia de determinados grupos de organismos. Por ejemplo, las floraciones de cianobacterias son el aumento masivo y abrupto en el número de estos organismos, y su aparición se debe mayormente a la eutrofización del sistema acuático. La eutrofización es un aumento excesivo de nutrientes en el ecosistema, principalmente fósforo y nitrógeno, los cuales pueden provenir de fuentes naturales o por la actividad del hombre (desechos urbanos, industriales y agrícolas). Las floraciones de cianobacterias proveen de una gran cantidad de materia orgánica a las bacterias heterótrofas (que consumen el oxígeno disponible) y forman una capa verde sobre la superficie que impide el pasaje de luz hacia el fondo del ecosistema acuático. La disminución de luz y oxígeno lleva a una disminución importante de la biodiversidad. Otro gran motivo de preocupación por las floraciones de cianobacterias es que estos microorganismos pueden producir toxinas que afectan a otros organismos del medio acuático e incluso al ser humano.

EN CUANTO TERMINE  
DE POSAR PARA MI RETRATO  
ME VOY A LEER  
LAS HISTORIETAS DE  
BANDAS EDUCATIVAS

¿MUY?

VAMOS,  
BLANES,  
¡APÚRESE!

ME ENCANTAN  
LAS QUE CUENTAN  
LA HISTORIA DE LOS  
ORIENTALES.

A MÍ ME GUSTAN  
LOS TEMAS MÁS ACTUALES,  
COMO LA CONSTITUCIÓN,  
LA CULTURA IBEROAMERICANA  
Y EL CONSUMO DE MARIHUANA  
Y ALCOHOL

LAS DEL BALLET  
NACIONAL SON  
MIS PREFERIDAS.  
¿SE ACUERDA,  
DON ATANASIO,  
CUANDO HICIMOS  
DE DON QUIJOTE  
Y SANCHO PANZA?

HABLANDO  
DEL QUIJOTE, USTÉ  
DEBERÍA LEER  
LAS HISTORIETAS  
DE CERVANTES  
Y DE PITÁGORAS,  
A VER SI APRENDE  
A ESCRIBIR Y SACAR  
LAS CUENTAS  
CORRECTAMENTE,  
FERREIRA.



¿Te gustó esta aventura de Fran y Coco?  
 Descargá las cartas de Micro Match y seguí divirtiéndote  
 y aprendiendo más sobre el increíble mundo de las Bacterias.

# MICRO-MATCH

## GUERRA DE BACTERIAS



-  [bacteriascomic.iibce.edu.uy](http://bacteriascomic.iibce.edu.uy)
-  [comicbacterias](https://www.facebook.com/comicbacterias)
-  [comicbacterias@gmail.com](mailto:comicbacterias@gmail.com)

