

# ¿Un mundo sin antibióticos? Conoce la resistencia antimicrobiana

*A world without antibiotics?  
Learn about antimicrobial resistance*

*Edgar Ortiz Brizuela, Alberto Ordinola Navarro y Bruno Ali López Luis*

---

## Resumen

Los antibióticos son medicamentos utilizados desde hace mucho tiempo. Su descubrimiento ha permitido tratar enfermedades que hace algunas décadas eran consideradas mortales, con excelentes resultados, por lo que son un recurso invaluable. Sin embargo, en los últimos años se empieza a escuchar con mayor frecuencia el término “resistencia antimicrobiana”. La resistencia antimicrobiana es de interés para todo el público. Se ha estimado que, a nivel global, el uso indiscriminado de antibióticos podría ocasionar que en el año 2050 tengamos 300 millones de muertes prematuras por bacterias resistentes. En este documento describimos un poco de la historia de los antibióticos y el cómo se genera la resistencia a estas sustancias.

**Palabras clave:** antibióticos, bacterias, microorganismos, medio ambiente, resistencia antimicrobiana.

## CÓMO CITAR ESTE TEXTO

Ortiz Brizuela, Edgar, Ordinola Navarro, Alberto y López Luis, Bruno Ali. (2023, mayo-junio). ¿Un mundo sin antibióticos? Conoce la resistencia antimicrobiana. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 24(2). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2023.24.3.9>

---

## Abstract

Antibiotics are medications that have been used for a long time. Their discovery has allowed the treatment of diseases that a few decades ago were considered deadly, with excellent results, making them an invaluable resource. However, in recent years, the term “antimicrobial resistance” has become more common. Antimicrobial resistance is of interest to the general public. It has been estimated that globally, the indiscriminate use of antibiotics could result in 300 million premature deaths from resistant bacteria by the year 2050. In this document, we describe a bit of the history of antibiotics and how resistance to these substances is generated.

**Keywords:** antibiotics, bacteria, microorganisms, environment, antimicrobial resistance.



### Edgar Ortiz Brizuela

*Departamento de Infectología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Salvador Zubirán*

Especialista en Enfermedades Infecciosas y Medicina Interna. Cuenta con Maestría en Ciencias Médicas por la UNAM y Maestría en Epidemiología por la Universidad de McGill. Es médico investigador adscrito al Departamento de Infectología, del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Sus intereses de investigación son la resistencia a los antimicrobianos, la tuberculosis y las vacunas.

 [edgar.ortizb@incmnsz.mx](mailto:edgar.ortizb@incmnsz.mx)

 [orcid.org/0000-0001-7169-8459](https://orcid.org/0000-0001-7169-8459)

### Alberto Ordinola Navarro

*Departamento de Infectología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán*

Concluyó su especialidad en Medicina Interna avalada por la UNAM y se encuentra realizando su especialidad en Infectología en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Sus intereses de investigación son las vacunas, autoinmunidad y enfermedades virales.

 [albertoordinolamd@gmail.com](mailto:albertoordinolamd@gmail.com)

 [orcid.org/0000-0002-6002-3146](https://orcid.org/0000-0002-6002-3146)

### Bruno Ali López Luis

*Hospital de Especialidades Dr. Antonio Fraga-Mouret, Centro Médico Nacional La Raza*

Especialista en Enfermedades Infecciosas y Medicina Interna. Cuenta con Maestría en Ciencias Médicas por la UNAM. Es médico infectólogo adscrito al Centro Médico Nacional La Raza y al Hospital 20 de Noviembre del ISSSTE. Sus intereses de investigación son las enfermedades infecciosas emergentes y la virología.

 [bruno\\_lopez@comunidad.unam.mx](mailto:bruno_lopez@comunidad.unam.mx)

 [orcid.org/0000-0003-1242-1059](https://orcid.org/0000-0003-1242-1059)

## Introducción

Los antibióticos o antimicrobianos —en este texto se hará uso de ambas palabras de manera indistinta—, son medicamentos fundamentales para el buen funcionamiento de la medicina moderna. Su descubrimiento ha permitido el tratamiento de enfermedades que antes eran mortales, como la neumonía, y ha mejorado la esperanza y calidad de vida de las personas. Además, gracias a su papel preventivo en infecciones, la utilización de antibióticos ha hecho posible muchos procedimientos médicos contemporáneos en los que el cuerpo humano es particularmente susceptible a infecciones graves, como la cirugía y la quimioterapia para el cáncer (Blair et al., 2015).

Sin embargo, los beneficios de estos medicamentos están siendo amenazados por la resistencia antimicrobiana. Según un estudio reciente publicado en la revista médica *The Lancet*, la resistencia a los antibióticos es una de las principales causas de muerte en todo el mundo, incluso por encima de la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022). De hecho, en esta investigación se estimó que las infecciones causadas por bacterias resistentes a los antibióticos provocaron más de 1.2 millones de muertes en todo el mundo en 2019, muchas de las cuales podrían haberse prevenido, ya que eran infecciones que previamente eran curables, como las infecciones respiratorias o urinarias. Pero, ¿qué es exactamente la

resistencia antimicrobiana? ¿Cómo se origina y cómo podemos prevenirla? Todo esto se explicará a continuación.

## ¿Qué es la resistencia antimicrobiana?

Se habla de infecciones resistentes a antibióticos cuando los microorganismos causantes de ellas ya no son susceptibles a estos medicamentos, es decir, no se pueden abatir con el uso de antibióticos. El incremento en la frecuencia de este tipo de infecciones, aunado al pobre desarrollo de nuevos medicamentos que cumplan el mismo fin, ha puesto en peligro los beneficios de los antibióticos (Kmietowicz, 2017).

Las infecciones por microorganismos resistentes se han asociado a un incremento muy importante en la posibilidad de muerte y de enfermedad a largo plazo —también llamadas morbilidad—, estancias hospitalarias prolongadas y, por lo tanto, a costos elevados para los sistemas de salud y para los enfermos (Blair et al., 2015; Mauldin et al., 2010).

Según predicciones realizadas por un grupo de investigadores en el Reino Unido, se ha estimado que en los próximos 35 años podrían ocurrir alrededor de 300 millones de muertes ocasionadas por microorganismos resistentes a los antibióticos, muertes que podrían ser prevenidas de poder ser tratadas con antibióticos efectivos (Pai y Memish, 2016). Por todo lo mencionado previamente, es completamente necesario que todo el público tenga conocimiento de la resistencia antimicrobiana.

La resistencia antimicrobiana no es algo nuevo. Por ejemplo, recientemente se encontraron genes de resistencia a antibióticos en los microorganismos residentes en el intestino de una momia en Perú que data de los años 980-1170 d.C. De manera similar, en 2014 se encontraron genes de resistencia en una bacteria procedente de un soldado de la Primera Guerra Mundial, incluso antes de la creación y uso de antibióticos (Perry et al., 2016).

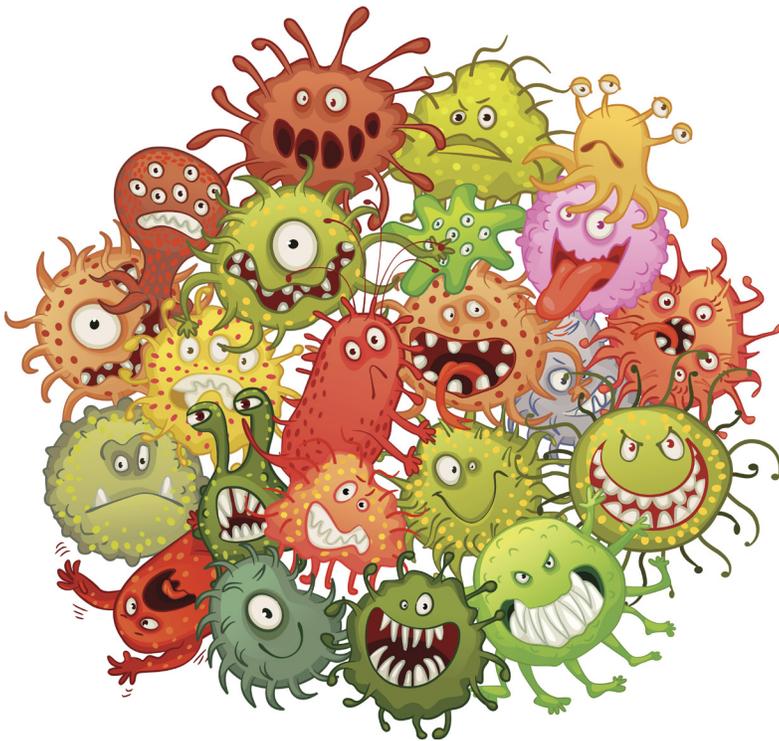
de casos de resistencia poco tiempo después del descubrimiento de distintos antibióticos y su utilización generalizada por médicos. Por ejemplo, la Penicilina G se empezó a emplear en 1941 y el primer reporte de resistencia a este medicamento fue en 1942 (Davies y Davies, 2010). Dicho lo anterior, se espera que la resistencia antimicrobiana sea considerada como una consecuencia inevitable del empleo de estos fármacos.

## ¿Cómo se origina la resistencia antimicrobiana?

Los mecanismos de resistencia antibiótica se encuentran codificados (guardados) en los genes de las bacterias, y pueden clasificarse en dos tipos según su origen: mecanismos de resistencia intrínseca y mecanismos de resistencia adquirida (Blair et al., 2015; Tortora et al., 2019).

La resistencia intrínseca es la capacidad de algunas bacterias de tolerar los efectos de un antibiótico como resultado de su naturaleza —características estructurales inherentes a los microorganismos— (Blair et al., 2015). En otras palabras, no todos los antibióticos son apropiados para todas las bacterias, puesto que algunos microorganismos son naturalmente resistentes a cierto tipo de antibióticos. Esta resistencia puede deberse, por ejemplo, a la falta de un sitio de acción para el antibiótico en cuestión o a la presencia de estructuras que protegen a la bacteria, como bombas que expulsan los medicamentos (Cox y Wright, 2013).

En 1908, Paul Ehrlich — el padre de la quimioterapia antimicrobiana—, descubrió que con el paso del tiempo algunas especies del parásito *Trypanosoma* podían perder su susceptibilidad a diversos colorantes usados como antibióticos (Bosch y Rosich, 2008). Después de ese descubrimiento, la historia de la terapia antimicrobiana se ha caracterizado por el rápido reporte



Por otro lado, la resistencia adquirida se refiere a la capacidad de las bacterias de resistir a antibióticos que usualmente serían efectivos para eliminarlas o inhibir su crecimiento (Walsh y Wencewicz, 2016). Esto ocurre cuando dos factores actúan de manera conjunta: 1. Las bacterias son expuestas a los antibióticos, y 2. Adquieren genes de resistencia a estos fármacos (Blair et al., 2015; Hogan y Kolter, 2002).

Pero, ¿cómo adquieren las bacterias estos genes de resistencia que no son parte de su naturaleza? Se obtienen a través de diferentes mecanismos, como la transducción, conjugación y transformación, provenientes de otras bacterias o del ambiente circundante (Liu et al., 2022). Sin embargo, la exposición a los antibióticos es el factor que más contribuye a la propagación de la resistencia adquirida. Las bacterias que no son resistentes son eliminadas fácilmente, pero aquellas que tienen genes de resistencia pueden sobrevivir y multiplicarse, sustituyendo a las bacterias susceptibles (Baquero y Cantón, 2017; Lipsitch y Samore, 2002).

Por ejemplo, si una persona toma antibióticos para un catarro común —a pesar de que esta enfermedad es causada por virus y no requiere tratamiento con antibióticos—, las bacterias presentes en su intestino que son resistentes a los antibióticos pueden multiplicarse y causar una infección grave, como la apendicitis. Esto aumenta el riesgo de complicaciones y mortalidad.

El aumento en las tasas de resistencia adquirida también se debe a la mala práctica en el uso

de los antimicrobianos, tanto por parte del personal sanitario como de la población en general. Algunos ejemplos incluyen la utilización de múltiples antimicrobianos en lugar de solo uno, prescripciones de ciclos inapropiadamente largos de tratamiento, administración de antibióticos sin una indicación clara, auto-prescripción de antimicrobianos de venta libre, uso de antibióticos como fármacos potenciadores del crecimiento en animales, entre otros (Friedman y Whitney, 2008; Hayhoe et al., 2018; Levinson et al., 2020; Olofsson y Cars, 2007). Es preocupante que muchas personas se automediquen con antibióticos “para prevenir infecciones”, lo cual es inapropiado y puede contribuir a la propagación de la resistencia a los antimicrobianos.

## ¿Por qué es importante la resistencia antimicrobiana?

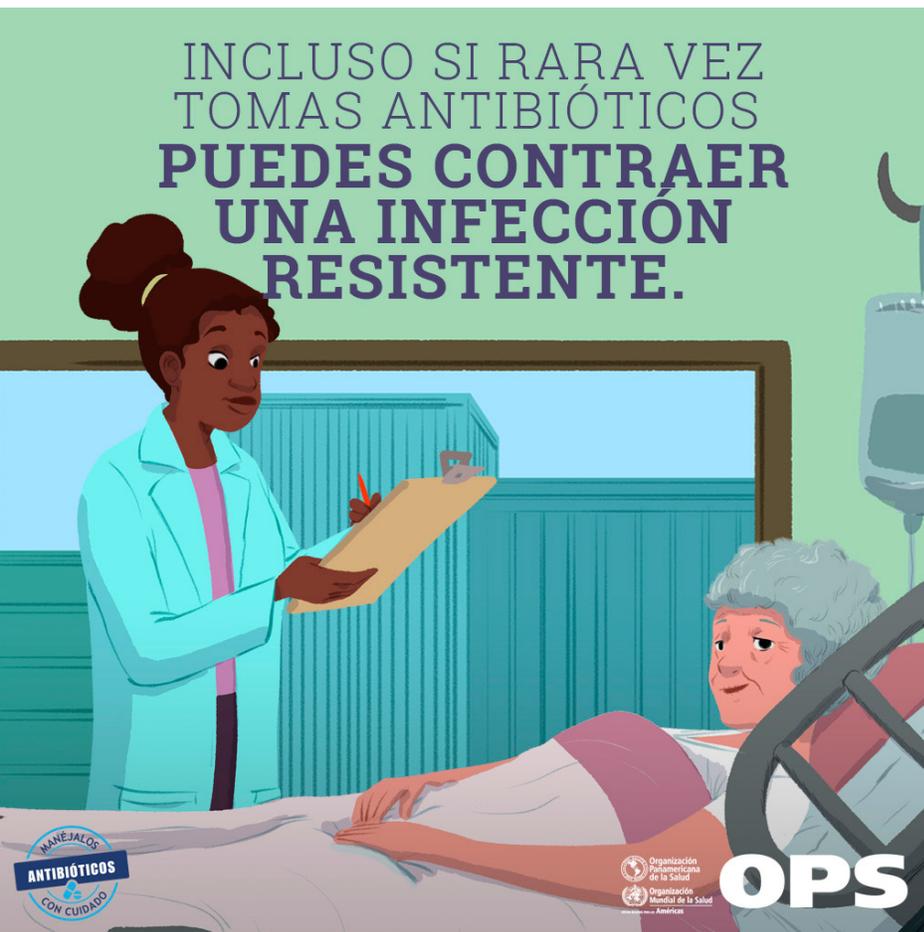
La resistencia antimicrobiana es una emergencia global que ha cobrado un gran número de víctimas. Solo entre los años 2014 y 2016, alrededor de 1 millón de personas murieron por infecciones con resistencia a antibióticos. Si no se toman medidas, la situación se agravará y se estima que para el año 2050 habría alrededor de 300 millones de muertes prematuras. Para prevenir esto, es fundamental cumplir rigurosamente con las medidas de prevención que han demostrado ser efectivas en el control de esta problemática. Algunas de estas medidas son: la implementación de programas de control del uso de antibióticos

no solo en el ámbito hospitalario sino también en la comunidad, el uso regulado de antibióticos en la ganadería, la detección temprana y el establecimiento de precauciones para el control de su diseminación en el ambiente intra-hospitalario, entre otras (Jacoby, 2017).

Debido a que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la resistencia antimicrobiana como una amenaza de salud global, en el año 2015 estableció el plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos (OMS, 2016). Este plan se enfoca en los siguientes puntos:

1. Mejorar la concienciación y la comprensión con respecto a la resistencia a los antimicrobianos mediante una comunicación, educación y formación efectivas;
2. Reforzar los conocimientos y la base científica a través de la vigilancia y la investigación;
3. Reducir la incidencia de las infecciones mediante medidas eficaces de saneamiento, higiene y prevención de las infecciones;
4. Utilizar de forma óptima los medicamentos antimicrobianos en la salud humana y animal.

**Figura 1.** Material de difusión de “La Semana Mundial de Concienciación sobre los Antibióticos” de la OMS.



Además, la OMS estableció “La Semana Mundial de Concienciación sobre los Antibióticos” (OMS, 2015) como una campaña para aumentar la concienciación sobre la resistencia global a los antibióticos y fomentar prácticas para combatirla. Esta semana se celebra cada noviembre desde el año 2015; en el año 2021, se llevó a cabo del 24 al 28 de noviembre. Algunos de los materiales difundidos por la OMS durante esta semana se muestran en la Figura 1.

## Conclusiones

En resumen, la resistencia antimicrobiana es una seria amenaza a la salud global de la población que se ve favorecida por muchas actividades propias del ser humano, las autoridades de salud a nivel mundial y local son conscientes de la

importancia de establecer programas de prevención de la resistencia a antibióticos; sin embargo, la única forma de alcanzar esta meta es con la participación de la población general. Esto significa que todas y todos debemos de estar conscientes de que el uso de antibióticos debe ser siempre bajo prescripción médica, así como de la importancia en la prevención en primera instancia de las infecciones, tanto por medio de la vacunación como a través de otras medidas generales de saneamiento como el lavado de manos, el consumo de alimentos frescos y limpios, así como el evitar el contacto con personas con síntomas de enfermedades infectocontagiosas (por ejemplo, COVID-19). Finalmente, no está por demás enfatizar que es fundamental que todas y todas debemos conocer qué es la resistencia antimicrobiana, y es nuestra responsabilidad difundir esta información a todos nuestros conocidos para que así, de manera colectiva, se pueda combatir esta problemática que amenaza nuestra forma de vida como la conocemos en la actualidad.

## Referencias

- ❖ Antimicrobial Resistance Collaborators. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*, 399(10325), 629-655. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- ❖ Baquero, F., y Cantón, R. (2017). Evolutionary Biology of Drug Resistance. En D. L. Mayers, J. D. Sobel, M. Ouellette, K. S. Kaye, y D. Marchaim (Eds.), *Antimicrobial Drug Resistance : Mechanisms of Drug Resistance, Volume 1* (2nd ed., Vol. 1, pp. XXI, 773 p. 164 illus., 761 illus. in color.). Springer International Publishing. <http://WJ2GN4JW9Z.search.serialssolutions.com/?V=1.0yL=WJ2GN4JW9ZyS=JCsY=TC0001846100yT=marc>
- ❖ Blair, J. M. A., Webber, M. A., Baylay, A. J., Ogbolu, D., y Piddock, L. J. V. (2015). Molecular mechanisms of antibiotic resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 13(1), 42-51. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3380>
- ❖ Bosch, F., y Rosich, L. (2008). The contributions of Paul Ehrlich to pharmacology: a tribute on the occasion of the centenary of his Nobel Prize. *Pharmacology*, 82(3), 171-179. <https://doi.org/10.1159/000149583>
- ❖ Cox, G., y Wright, G. D. (2013). Intrinsic antibiotic resistance: mechanisms, origins, challenges and solutions. *Int J Med Microbiol*, 303(6-7), 287-292. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2013.02.009>
- ❖ Davies, J., y Davies, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiol Mol Biol Rev*, 74(3), 417-433. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00016-10>
- ❖ Friedman, C. R., y Whitney, C. G. (2008). It's time for a change in practice: reducing antibiotic use can alter antibiotic resistance. *J Infect Dis*, 197(8), 1082-1083. <https://doi.org/10.1086/533450>
- ❖ Hayhoe, B., Butler, C. C., Majeed, A., y Saxena, S. (2018). Telling the truth about antibiotics: benefits, harms and moral duty in prescribing for children in primary care. *J Antimicrob Chemother*. <https://doi.org/10.1093/jac/dky223>

- ❖ Hogan, D., y Kolter, R. (2002). Why are bacteria refractory to antimicrobials? *Curr Opin Microbiol*, 5(5), 472-477. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12354553>
- ❖ Jacoby, G. (2017). History of Drug-Resistant Microbes. In D. L. Mayers, J. D. Sobel, M. Ouellette, K. S. Kaye, y D. Marchaim (Eds.), *Antimicrobial Drug Resistance : Mechanisms of Drug Resistance, Volume 1* (2nd ed., pp. XXI, 773 p. 164 illus., 761 illus. in color.). Springer. <https://bit.ly/3V4VjpE>
- ❖ Kmietowicz, Z. (2017). Few novel antibiotics in the pipeline, WHO warns. *BMJ*, 358, j4339. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4339>
- ❖ Levinson W, Chin-Hong P, Joyce E.A., Nussbaum J, y Schwartz B(Eds.), (2020). *Review of Medical Microbiology & Immunology: A Guide to Clinical Infectious Diseases*, 16e. McGraw Hill. <https://bit.ly/3NeovZI>
- ❖ Lipsitch, M., y Samore, M. H. (2002). Antimicrobial use and antimicrobial resistance: a population perspective. *Emerg Infect Dis*, 8(4), 347-354. <https://doi.org/10.3201/eid0804.010312>
- ❖ Liu, G., Thomsen, L. E., y Olsen, J. E. (2022). Antimicrobial-induced horizontal transfer of antimicrobial resistance genes in bacteria: a mini-review. *J Antimicrob Chemother*, 77(3), 556-567. <https://doi.org/10.1093/jac/dkab450>
- ❖ Mauldin, P. D., Salgado, C. D., Hansen, I. S., Durup, D. T., y Bosso, J. A. (2010). Attributable hospital cost and length of stay associated with health care-associated infections caused by antibiotic-resistant gram-negative bacteria. *Antimicrob Agents Chemother*, 54(1), 109-115. <https://doi.org/10.1128/AAC.01041-09>
- ❖ Olofsson, S. K., y Cars, O. (2007). Optimizing drug exposure to minimize selection of antibiotic resistance. *Clin Infect Dis*, 45 Suppl 2, S129-136. <https://doi.org/10.1086/519256>
- ❖ OMS (Organización Mundial de la Salud). (2015). *Semana Mundial de Concientización sobre el Uso de los Antibióticos 2015*. <https://apps.who.int/mediacentre/events/2015/world-antibiotic-awareness-week/es/index.html>
- ❖ OMS (Organización Mundial de la Salud). (2016). Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos. <https://bit.ly/3n4yN3O>
- ❖ Pai, M., y Memish, Z. A. (2016). Antimicrobial resistance and the growing threat of drug-resistant tuberculosis. *J Epidemiol Glob Health*, 6(2), 45-47. <https://doi.org/10.1016/j.jegh.2016.02.001>
- ❖ Perry, J., Waglechner, N., y Wright, G. (2016). The Prehistory of Antibiotic Resistance. *Cold Spring Harb Perspect Med*, 6(6). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025197>
- ❖ Tortora, G. J., Funke, B. R., y Case, C. L. (2019). Resistance to Antimicrobial Drugs. In S. Beuparlant (Ed.), *Microbiology an Introduction* (13 ed., pp. 579-583). Pearson Education, Inc.
- ❖ Walsh, C., y Wencewicz, T. (2016). Mechanisms: Bacterial Resistance to Antibiotics. In C. Walsh y T. Wencewicz (Eds.), *Antibiotics: Challenges, Mechanisms, Opportunities*. American Society of Microbiology. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/9781555819316>