

Escherichia coli: amiga y enemiga en nuestro cuerpo

Escherichia coli: friend and foe in our body

Andrés Humberto Uc Cachón, Gloria María Molina Salinas,
Angel de Jesús Dzul Beh y Haziél Eleazar Dzib Baak

Resumen

La infección del tracto urinario es una de las enfermedades infecciosas más frecuentes en todo el mundo y su principal agente causal es *Escherichia coli*. Esta bacteria es un habitante común de nuestro intestino, sin embargo, cuando llega al aparato urinario puede ocasionar este padecimiento. Para causar estas infecciones, *E. coli* utiliza diversos mecanismos que le permiten ascender y vivir en el aparato urinario. Afortunadamente hoy en día se cuenta con diferentes antimicrobianos para eliminar este patógeno. En este artículo conoceremos acerca de *E. coli* uropatógena, los mecanismos que utiliza para colonizar el tracto urinario y los antimicrobianos para combatir las infecciones por este patógeno.

Palabras clave: infección de tracto urinario, bacterias uropatógenas, *Escherichia coli*.

CÓMO CITAR ESTA COLABORACIÓN

Uc Cachón, Andrés Humberto, Molina Salinas, Gloria María, Dzul Beh, Angel de Jesús y Dzib Baak, Haziél Eleazar (2024, enero-febrero). *Escherichia coli*: amiga y enemiga en nuestro cuerpo. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 25(1). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.1.4>

Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED)

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia de Creative Commons 4.0



Andrés Humberto Uc Cachón

Unidad de Investigación Médica Yucatán (UIMY)

Químico Farmacéutico Biólogo por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Realizó un doctorado en Ciencias y Biotecnología de Plantas en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Actualmente, se desempeña como Investigador de tiempo completo en la Unidad de Investigación Médica Yucatán (UIMY) del Instituto Mexicano del Seguro Social. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores como nivel 1. Cuenta con varias publicaciones en revistas científicas. Y sus líneas de investigación e interés son microbiología, farmacognosia y resistencia antimicrobiana.

 0000-0003-3845-7930

CIENCIA IMSS www.cienciaimss.org/andreshumbertouccachon

Gloria Marfa Molina Salinas

Unidad de Investigación Médica Yucatán (UIMY)

Química Clínica Bióloga, Maestra en Ciencias con especialidad en Química Analítica y Doctora en Ciencias con especialidad en Química Biomédica por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Realizó estancia posdoctoral en el CICY y estancias académicas en la Universidad de Antofagasta. Es jefa de la Unidad de Investigación Médica Yucatán (UIMY) y Responsable del Laboratorio Apoyo a la Vigilancia Epidemiológica del IMSS en Mérida. Fue reconocida con el nivel 2 del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT; el Reconocimiento a la Excelencia en el Desarrollo Profesional, por la UANL; y 8 premios a sus trabajos de investigación. Es autora y coautora de más de 60 artículos de investigación y difusión, 3 capítulos en libros, así como co-inventora de 2 patentes internacionales y 2 nacionales en el área de biotecnología farmacéutica. Ha sido directora de tesis de licenciatura, especialidad médica, maestría y doctorado. Sus áreas de interés en investigación son: 1) epidemiología clínica y molecular de infecciones causadas por patógenos emergentes, re-emergentes y asociadas a la atención de la salud, 2) búsqueda y desarrollo de nuevos agentes activos sobre *Mycobacterium tuberculosis* y bacterias del grupo *ESKAPE-E* resistentes a múltiples fármacos y 3) etnofarmacología de la flora medicinal Maya como fuente de agentes antiinfecciosos.

 0000-0002-3961-6449

CIENCIA IMSS www.cienciaimss.org/gloriamariamolinasalinas

Angel de Jesús Dzul Beh

Instituto Politécnico Nacional (IPN)

Ingeniero bioquímico por el Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán (ITSSV) y maestro en Investigación en Salud por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Actualmente, es estudiante de doctorado en la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional (ESM). Cuenta con publicaciones en revistas científicas indexadas y con factor de impacto. Ha recibido reconocimientos a nivel estatal, peninsular y nacional. Su área de interés en investigación: búsqueda y desarrollo de nuevos agentes antiinfecciosos sobre bacterias *ESKAPE-E* prioritarias para la OMS desde la flora medicinal Maya.

 0000-0002-4971-7833

 www.researchgate.net/Angel-Dzul-Beh

Haziel Eleazar Dzib Baak

Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)

Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Actualmente, es estudiante de la Maestría en Ciencias en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Cuenta con publicaciones en revistas científicas indexadas y con factor de impacto. Ha participado en la difusión del conocimiento en congresos y foros a nivel estatal, nacional e internacional. Ha recibido reconocimientos a nivel estatal y nacional. Sus líneas de investigación e intereses son microbiología y resistencia antimicrobiana.

 [0000-0002-4697-9707](https://orcid.org/0000-0002-4697-9707)

 www.researchgate.net/Haziel-Dzib-Baak

Introducción

La infección del tracto urinario (ITU) que está conformado por los riñones, uréteres, vejiga y uretra (Figura 1) es una de las patologías infecciosas más frecuentes, se estima que al año más de 150 millones de personas adquieren una ITU en todo el mundo. Estas infecciones afectan a toda la población, sin embargo, las mujeres son el grupo de mayor riesgo, debido a la anatomía del tracto urinario femenino, donde la uretra es relativamente corta, lo que reduce la distancia para la entrada de bacterias (Czajkowski et al., 2021). En nuestro país alrededor de cuatro millones de personas adquieren una ITU al año (Secretaría de Salud, 2020). La mayoría de los pacientes con ITU no presentan complicaciones graves, sin embargo, estas infecciones tienen una alta recurrencia, lo cual se refleja en importantes costos económicos (Vargas-Alzate et al., 2019).

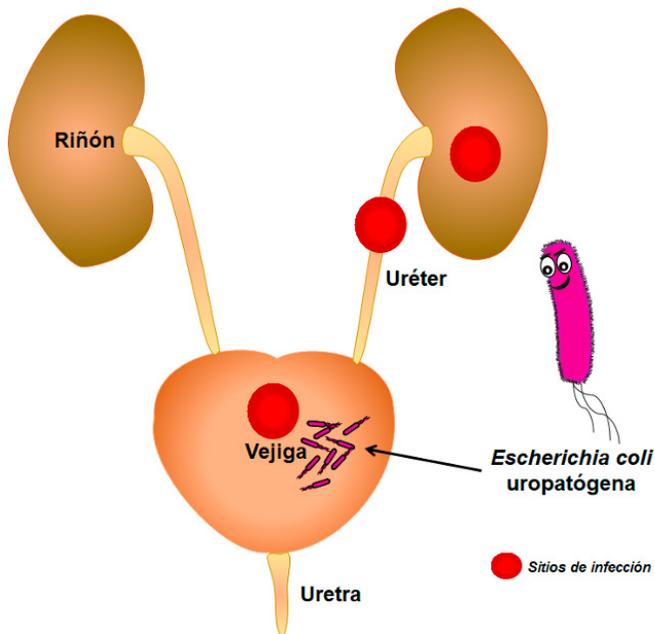


Figura 1. Partes del tracto urinario y sitios de infección. Crédito:elaboración propia.

Las ITU pueden ser causadas por una diversidad de microorganismos, no obstante, las bacterias son responsables de la mayoría de estas infecciones (Mancuso et al., 2023). Entre estas, *Escherichia coli* es el principal agente causal, ya que su alta capacidad de adaptación y variado requerimiento nutricional le permiten sobrevivir en las vías urinarias. Las cepas de *E. coli* que tienen la capacidad de causar ITU se definen como *E. coli* uropatógenas (ECU) (Luna-Pineda et al., 2018).

Antes de adentrarnos al mundo de las *E. coli* uropatógenas, ¿sabes qué son bacterias?

Las bacterias son pequeños organismos unicelulares que presentan un tamaño diminuto de entre 0.5 y 5 micras —una micra es una milésima parte de un milímetro—.

Además, se conoce que estos microorganismos tienen diferentes formas, que pueden ser esferas (cocos), barras (bacilos), filamentos curvados (vibrios) y helicoidales (espirilos y espiroquetas) (Figura 2). Las bacterias se encuentran en casi todas las partes de nuestro planeta y son vitales para los ecosistemas. De hecho, nuestro cuerpo está lleno de bacterias y se estima que contiene más bacterias que células humanas. La mayoría de las bacterias de nuestro cuerpo son inofensivas e inclusive algunas son beneficiosas para nuestro organismo. No obstante, existe un número relativamente pequeño de especies que causan enfermedades. Dentro de estas especies que pueden causar enfermedades se encuentra la *E. coli* (Sociedad de Microbiología, 2022).

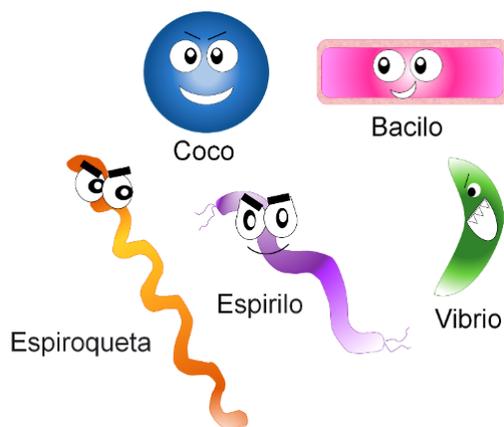


Figura 2. Formas de las bacterias. Crédito:elaboración propia.

***Escherichia coli*, ¿bacteria amiga o enemiga?**

Escherichia coli es una bacteria perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*, se trata de un bacilo (forma de barra), anaerobio facultativo (pueden vivir tanto en presencia como ausencia de oxígeno) y mide 2 micras de largo y 0.5 micras de ancho, es decir, son tan diminutas que para cubrir la cabeza de un alfiler necesitaríamos 3 millones de ellas (Jang et al., 2017). La división celular ocurre aproximadamente cada 20 minutos, es decir en este corto tiempo una *E. coli* puede dividirse y generar dos bacterias hijas. Asimismo, es uno de los microbios de vida libre más estudiados en el campo de la microbiología y biotecnología, por esta razón es considerado como uno de los organismos modelos más empleados para la experimentación (Yu et al., 2021; Barrer y Irving, 2018).

Este microorganismo es un habitante común del tracto intestinal de los humanos y de otros animales de sangre caliente. La relación que existe entre la *E. coli* y los humanos se puede definir como comensalismo, es decir, que en esta relación uno de los dos organismos se beneficia, mientras que el otro no es ni perjudicado ni beneficiado. Las *E. coli* que viven en el intestino de los humanos reciben un suministro constante de nutrientes y un entorno estable y de protección; y además, pueden brindar algunos beneficios a los humanos, al producir unas sustancias llamadas bacteriocinas, las cuales evitan que nuestro intestino sea habitado por bacterias patógenas —que pueden ocasionar enfermedades— (Martinzon y Walk, 2020).

La mayoría de las *E. coli* son inocuas, pero algunas pueden producir toxinas que les permiten causar enfermedades graves. Este tipo de bacteria productora de toxinas se alojan en alimentos contaminados, por lo que es necesario aplicar las prácticas básicas de higiene de los alimentos, entre ellas, cocerlos bien. Otra forma en la que puede causar enfermedades es cuando migra hacia áreas estériles de nuestro cuerpo, por ejemplo, al tracto urinario (Organización Mundial de la Salud, 2018).

La aterradora *Escherichia coli* uropatógena

Las ECU son aquellas que manifiestan una alta adherencia a las células del epitelio vaginal y urinario, causando ITU. A diferencia del intestino, el tracto urinario es un área estéril, por lo que las infecciones de esta zona inician cuando bacterias de *E. coli* llegan y colonizan la uretra para posteriormente migrar hacia la vejiga (Figura 1). Durante las infecciones por ECU se inicia un proceso que implica: colonización en las áreas periuretral y vaginal con un posterior ascenso a la uretra, multiplicación de las bacterias en la orina, adherencia a la superficie de la vejiga e interacción con el sistema de defensa del huésped, y finalmente, replicación mediante la formación de comunidades bacterianas intracelulares (Terlizzi et al., 2017).

Pero ¿qué características tienen las ECU?

Las ECU colonizan tracto urinario utilizando una amplia variedad de mecanismos llamados factores de virulencia como los siguientes (Figura 3):

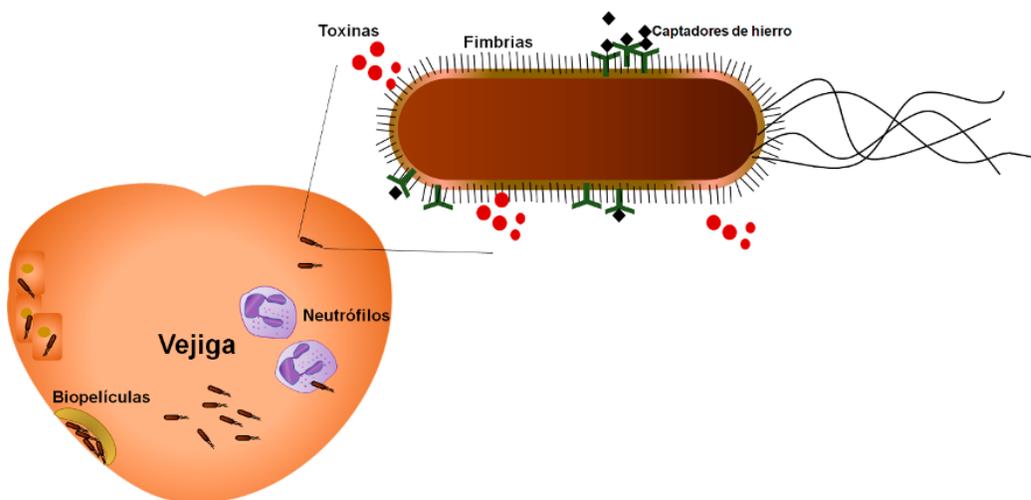


Figura 3. Mecanismos de virulencia de *E. coli* uropatógena. Crédito:elaboración propia.

Fimbrias y adhesinas: estas son estructuras filamentosas que surgen de la membrana externa de las bacterias y que las pueden envolver. Estas estructuras las utilizan las bacterias para adherirse a las células humanas, lo cual es el requisito previo para una infección exitosa (Lüthje y Brauner 2014; Asadi Karam et al., 2019).

Receptores que capturan hierro: la disponibilidad de hierro está extremadamente restringida en el tracto urinario, por lo que las bacterias deben estar equipadas con sistemas para sobrevivir en este ambiente. Para subsistir utilizan receptores para absorber hierro del tracto urinario, mediante captadores llamados sideróforos. Los sideróforos son importantes en la colonización por bacterias, la formación de comunidades bacterianas y la producción de biopelículas (Lüthje y Brauner 2014; Asadi Karam et al., 2019).

Toxinas: las toxinas ayudan a que el patógeno se introduzca a los tejidos más profundos, por el rompimiento de las células humanas, para tener acceso a nutrientes. Las toxinas bacterianas también destruyen las defensas inmunitarias del tracto urinario (Lüthje y Brauner 2014; Asadi Karam et al., 2019).

Guerra de dos mundos, Sistema inmune vs ECU: mecanismos de evasión del sistema de defensa humano

Después de la infección, el sistema de defensa humano provoca una fuerte respuesta inflamatoria, seguido por la entrada de neutrófilos —células humanas que combaten las infecciones— y la eliminación bacteriana. Las ECU tienen la capacidad de evitar la respuesta de defensa al ocultarse en el interior de las células o dentro de las biopelículas que conforman (Lüthje y Brauner 2014; Asadi Karam et al., 2019), causando así la sintomatología de la enfermedad. Los síntomas pueden ser: necesidad urgente y frecuente de orinar, ardor al orinar, dolor del vientre bajo, orina turbia y maloliente, orina de color marrón, rosa o teñida de sangre. Si la infección se propaga hasta los riñones puede ser particularmente grave y los síntomas podrían ser además fiebre, dolor en la parte superior de la espalda y del costado donde se encuentran los riñones, náuseas y vómitos (Christiano, 2019).

Arsenal terapéutico, ¿debemos preocuparnos?

Afortunadamente, se han desarrollado fármacos totalmente eficaces para el tratamiento de las ITU. Los antibióticos se indican tomando en consideración diversos criterios tanto clínicos como microbiológicos, por ejemplo, el patrón de susceptibilidad antibiótica de la bacteria, condiciones del paciente —edad, género, historial de alergias, otras enfermedades, consumo previo de antibióticos, antecedentes de ITU previas—, sitio de la infección urinaria, etcétera. Por esto siempre es importante acudir con el médico, para un correcto tratamiento (Asadi Karam et al., 2019; Terlizzi et al., 2017).

Entre los diversos medicamentos o antibióticos más conocidos, se encuentran trimetoprima/sulfametoxazol, los β -lactámicos, las fluoroquinolonas y nitrofurantoína. Estos fármacos son ampliamente utilizados, debido a que han demostrado ser medicamentos selectivos para el tratamiento de ITU no complicadas en muchos países. Por otro lado, la Sociedad de Enfermedades Infecciosas de América ha recomendado el uso de la fosfomicina para el tratamiento de pacientes con ITU, incluyendo aquellas infecciones que son causadas por bacterias resistentes a los antibióticos convencionales. Una selección inadecuada de la terapia antibacteriana no sólo no destruye los reservorios de bacterias, también puede ocasionar que las bacterias sobrevivan dentro de las células de la vejiga (Asadi Karam et al., 2019; Terlizzi et al., 2017). Por este motivo debemos evitar imperantemente la automedicación.

Conclusiones

Como hemos abordado en este texto, estamos habitados por cientos de especies bacterianas que viven en nuestro organismo y que muchas veces son esenciales para nuestra salud. Pero también es cierto que existen algunas bacterias nocivas que son capaces de causar enfermedades, como por ejemplo la ECU. Cada año la ECU causa millones de ITU, afortunadamente existen tratamientos eficaces que siempre deben ser prescritos por un médico. Para evitar enfermarnos por patógenos como la ECU u otros microorganismos, debemos aplicar un buen lavado y cocción de nuestros alimentos y una higiene de manos eficiente, e incluso con estas acciones podemos evitar la propagación de bacterias y otros microorganismos como virus y protozoarios a otras personas. Por lo tanto, nuestra salud está en nuestras manos.

Referencias

- ❖ Karam, M. R. A., Habibi, M., y Bouzari, S. (2019). Urinary tract infection: pathogenicity, antibiotic resistance and development of effective vaccines against uropathogenic *Escherichia coli*. *Molecular Immunology*, 108, 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2019.02.007>.
- ❖ Barrer, M. Y., y Irving, W. (2018). *Medical microbiology*. Elsevier. 19th Edition.
- ❖ Christiano, D. (2019). Why the Most Common Cause of UTIs Is *E. Coli*. *Healthline*. <https://www.healthline.com/health/e-coli-uti#E.-coli-and-UTIs>.
- ❖ Czajkowski, K., Broś-Konopielko, M., y Teliga-Czajkowska, J. (2021). Urinary tract infection in women. *Przegląd Menopauzalny*, 20(1), 40-47. <https://doi.org/10.5114/pm.2021.105382>.
- ❖ Jang, J., Hur, H., Sadowsky, M. J., Byappanahalli, M. N., Yan, T., y Ishii, S. (2017). Environmental *Escherichia coli*: Ecology and Public Health Implications-A review. *Journal of Applied Microbiology*, 123(3), 570-581. <https://doi.org/10.1111/jam.13468>.
- ❖ Luna-Pineda, V. M., Ochoa, S., Cruz-Córdova, A., Cázares-Domínguez, V., Vélez-González, F., Hernández-Castro, R., y Xicohtencatl-Cortes, J. (2018). Infecciones del tracto urinario, inmunidad y vacunación. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 75(2), 1-7. <https://doi.org/10.24875/bmhim.m18000011>.
- ❖ Lühje, P., y Brauner, A. (2014). Virulence factors of uropathogenic *E. coli* and their interaction with the host. En *Advances in Microbial Physiology* (pp. 337-372). <https://doi.org/10.1016/bs.ampbs.2014.08.006>.
- ❖ Martinson, J. N. V., y Walk, S. T. (2020). *Escherichia coli* residency in the gut of healthy human adults. *EcoSal Plus*, 9(1), 10.1128/ecosalplus.ESP-0003-2020. <https://doi.org/10.1128/ecosalplus.ESP-0003-2020>.

- ❖ Mancuso, G., Midiri, A., Gerace, E., Marra, M., Zummo, S., y Biondo, C. (2023). Urinary tract infections: the current scenario and future prospects. *Pathogens*, 12(4), 623. <https://doi.org/10.3390/pathogens12040623>.
- ❖ Miranda-Estrada, L. I., Ruíz-Rosas, M., Molina-López, J., Parra-Rojas, I., González-Villalobos, E., y Castro-Alarcón, N. (2017). Relación entre factores de virulencia, resistencia a antibióticos y los grupos filogenéticos de *Escherichia coli* uropatógena en dos localidades de México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 35(7), 426–433. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2016.02.021>.
- ❖ Organización Mundial de la Salud. (2018). *E. coli*. Suiza. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>.
- ❖ Secretaría de Salud. (2020). *Anuario de morbilidad 2019*. México.
- ❖ Microbiology Society. (s. f.). *Bacteria | What is microbiology?* <https://microbiologysociety.org/why-microbiology-matters/what-is-microbiology/bacteria.html>.
- ❖ Terlizzi, M. E., Gribaudo, G., y Maffei, M. E. (2017). UroPathogenic *Escherichia coli* (UPEC) infections: virulence factors, bladder responses, antibiotic, and non-antibiotic antimicrobial strategies. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01566>.
- ❖ Vargas-Alzate, C. A., Higueta-Gutiérrez, L. F., y Jiménez, J. N. (2019). Costos médicos directos de las infecciones del tracto urinario por bacilos gram negativos resistentes a betalactámicos en un hospital de alta complejidad de Medellín, Colombia. *Biomedica*, 39, 35-49. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i1.3981>.
- ❖ Yu, D., Banting, G., y Neumann, N. F. (2021). A review of the taxonomy, genetics, and biology of the genus *Escherichia* and the type species *Escherichia coli*. *Canadian Journal of Microbiology*, 67(8), 553-571. <https://doi.org/10.1139/cjm-2020-0508>.

