


Infecciones del tracto urinario en México, un problema de salud pública

Ahumada Cota Ricardo Ernesto, Olalde Ramírez Sarahí, Hernández Chiñas Ulises,
Acevedo Monroy Salvador Eduardo, Eslava Campos Carlos Alberto*

Unidad Periférica de Investigación Básica y Clínica en Enfermedades Infecciosas; Departamento de Salud Pública/División de Investigación, Facultad de Medicina, UNAM. Laboratorio de Patogenicidad Bacteriana, Unidad de Hemato-Oncología e Investigación, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Facultad de Medicina, UNAM. Dr. Márquez 162, Col. De los Doctores, C.P. 06720, Ciudad de México, México.

*Autor para correspondencia: eslava@unam.mx

ORCID : 0000-0001-7670-1960

Recibido:

12/mayo/2022

Aceptado:

31/diciembre/2022

Palabras clave:

Infecciones,
E. coli uropatógena,
resistencia

Keywords:

Infections,
Uropathogenic-*E. coli*,
resistance

RESUMEN

Las infecciones del tracto urinario (ITU) son la tercera causa de morbilidad en México, en promedio más de 4 millones de casos anuales. A pesar de ser un problema de salud pública las ITU han sido poco estudiadas en nuestro país. En este trabajo se realizó una recopilación y análisis de la información generada en México en entre 2007-2022 sobre la etiología de las ITU y la resistencia a antimicrobianos de las cepas de *E. coli*. Este trabajo confirmó que *E. coli* es el principal patógeno causante de las ITU en México donde la mayoría de estas cepas mostraron resistencia a las penicilinas (79.1%), quinolonas (56.7%) y fluoroquinolonas (58.5%), complicando el tratamiento empírico de ITU. En este respecto, la OMS ya había alertado sobre el incremento de cepas de *E. coli* multidrogo resistentes. Por ello, consideramos relevante el uso de terapias alternativas para el tratamiento de las ITU en México.

ABSTRACT

Urinary tract infections (UTI) are the third leading cause of morbidity in Mexico with approximately 4 million cases annually. Despite being a public health problem, UTIs have been little studied in our country. In this review, a compilation and analysis of the information generated in Mexico between 2007-2022 with respect to the etiology of UTIs and resistance to antimicrobial agents presented by *E. coli* strains is described. The present work confirmed that *E. coli* is the main pathogen causing UTIs in Mexico, while the antibiotic sensitivity analysis revealed that most of these strains showed resistance to penicillins (79.1%), quinolones (56.7%) and fluoroquinolones (58.5%), complicating the empirical treatment of UTI. In this regard, the WHO already issued a health alert due to the increase in *E. coli* strains resistant to multiple antibiotics. Thus, we consider relevant the use of alternative therapies for the treatment and control of UTI in Mexico.

Introducción

Anualmente se reportan más de 150 millones de personas afectadas por infecciones del tracto urinario (ITU) en el mundo (Foxman, 2014). En México, el padecimiento ocupa el tercer lugar entre las enfermedades infecciosas solo superado por las infecciones respiratorias agudas y las gastrointestinales. La información del Anuario de Morbilidad del Boletín Epidemiológico de México durante el periodo 2007-2019 reporta un promedio de 3,809,727 casos de ITU anualmente (Figura 1A) (Dirección general de Epidemiología, 2022). En 2019 las ITU registradas en mujeres representaron más del 70% del total de casos para cualquier intervalo de edad (Figura 1B). Foxman refiere que a lo largo de su vida una de cada dos mujeres puede presentar un cuadro de ITU o ser afectadas por un proceso crónico (Foxman, 2014). La etiología de las ITU se relaciona con una gama de microorganismos, incluidos virus, bacterias, hongos y algunos parásitos. De todos estos, *Escherichia coli* es el responsable del 75% de los cuadros de ITU en comunidad y de 60% de los casos intrahospitalarios. Al grupo de *E. coli* responsables de ITU se denominan Uropatógenas (UPEC) y de estas se han definido algunos serogrupos como más frecuentes (Flores-Mireles *et al.*, 2015).

Este padecimiento se trata de manera rutinaria con antibióticos, sin embargo, el empleo indiscriminado de estos productos ha favorecido la selección de bacterias resistentes. Esto genera mala respuesta al tratamiento, una pobre resolución de las ITU que favorece la cronicidad del padecimiento y conduce a complicaciones graves como fallo renal. La OMS ha emitido una alerta sobre el impacto de la resistencia a antibióticos a nivel mundial, ya que consideran que en poco tiempo se convertirá en una pandemia difícil de controlar. Este organismo definió aquellas bacterias que representan mayor riesgo, entre las que se encuentra *E. coli* (OMS, 2017).

Debido a que las ITU representan un importante problema de salud pública y las cepas UPEC son responsables de la mayoría de los casos, resulta importante conocer la información que existe al respecto en estudios que se han realizado en México, con el interés de proponer estrategias que permitan realizar un mejor manejo de estas. En el presente trabajo se analizó la información generada y publicada sobre ITU en el periodo 2007-2022 con respecto a la etiología y resistencia a los antimicrobianos de los microorganismos identificados en estudios realizados en México. La búsqueda se realizó en las bases de datos de MEDLINE, Scielo, Springer Link, Science Direct, Google Scholar, Salud Pública de México, Revista Mexicana de Urología y Gaceta Médica de México. Se seleccionó la información publicada desde enero de 2007 a abril de 2022. Las palabras claves para la búsqueda fueron México, infecciones de vías urinarias, *E. coli*, *E. coli* uropatógena (UPEC), resistencia, antibióticos y multidrogo-resistencia. En el análisis de la información se seleccionaron solamente los artículos que presentaban resultados de estudios sobre etiología de ITU y/o el análisis de resistencia a antibióticos de *E. coli*.

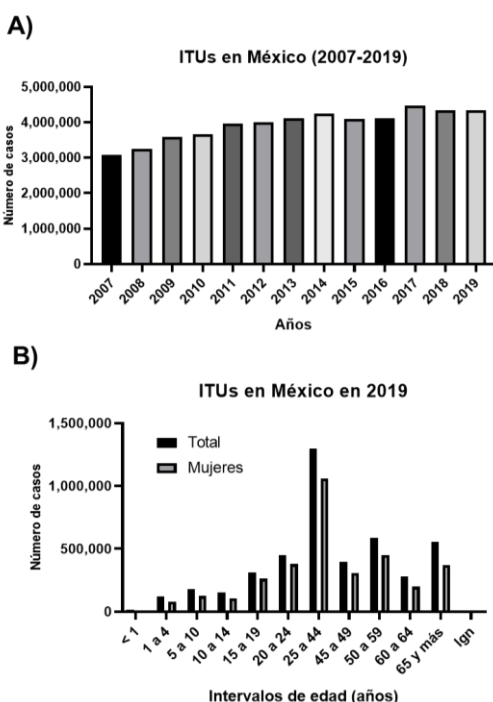


Figura 1. ITU en México previo a la pandemia de Covid-19. A) Casos en el período 2007-2019. B) Casos en 2019 para diferentes intervalos de edad, número total de casos y los reportados únicamente en mujeres. (Datos del Boletín Epidemiológico de México, 2007-2019).

Desarrollo

Etiología de ITU en México y sensibilidad a antimicrobianos

Se recopilaron 72 artículos con publicados en revistas extranjeras y nacionales con difusión internacional. Al aplicar los criterios de selección referidos se identificó que 40 (55%) de las publicaciones cumplieron con lo requerido para su inclusión (Alcántar-Curiel, *et al.* 2015; Amabile-Cuevas *et al.*, 2008; Arredondo-García *et al.*, 2007; Arreguín *et al.*, 2007; Ballesteros-Monreal *et al.*, 2020; Barriga Angulo *et al.*, 2008; Briones-Garduño *et al.*, 2015; Chávez-Valencia *et al.*, 2010; Conejo-Juárez *et al.*, 2007; Esquivel *et al.*, 2021; Galindo-Méndez, 2018; García-Morúa *et al.*, 2009; Garza González *et al.*, 2019; Garza-Montúfar *et al.*, 2018; González Pedraza Avilés *et*

al., 2014; Guajardo Lara *et al.*, 2009; Hernández Blas *et al.*, 2007; Hernández Vergara *et al.*, 2016; Lagunas-Rangel *et al.*, 2018; López-Banda *et al.*, 2014; López-Martínez *et al.*, 2014; Martínez Delgado *et al.*, 2020; Miranda Estrada *et al.*, 2017; Miranda-Novales *et al.*, 2020; Molina-López *et al.*, 2011; Morales Espinosa *et al.*, 2016; Ochoa *et al.*, 2016; Paniagua-Contreras *et al.*, 2019; Páramo-Rivas *et al.*, 2015; Pérez-Pérez *et al.*, 2014; Ponce de León *et al.*, 2018; Ramírez-Castillo *et al.*, 2018; Rendón Medina *et al.*, 2012; Reyna-Flores *et al.*, 2013; Robles-Torres *et al.*, 2020; Sierra-Díaz *et al.*, 2019; Villalobos-Ayala *et al.*, 2017; Xicohtencatl-Cortes *et al.*, 2019) La información mostró que instituciones de la Ciudad de México y el Estado de México generaron el 60% (24/40) de los artículos publicados. Además, se identificó que en 47% (19/40) de los estudios para definir un cuadro de ITU se realizó un esquema de trabajo completo (toma de muestra, cuantificación, asilamiento, identificación del microorganismo y evaluación de perfil de sensibilidad a antibióticos). Finalmente, se reportó el aislamiento e identificación de 18,547 microorganismos, 62.7% correspondieron a *E. coli*, seguido por *Klebsiella* (7.8%) y *Enterococcus* (7.3%) (Figura 2).

Etiología de las IVUs en México

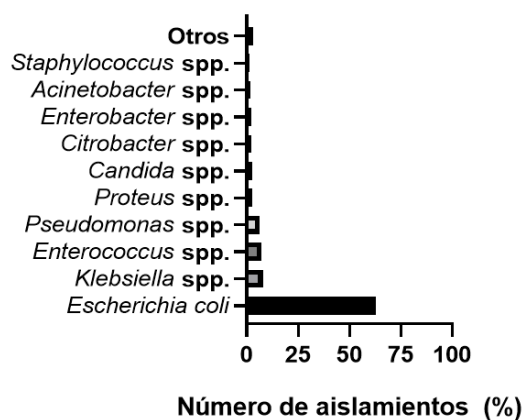


Figura 2. Frecuencia de microorganismos aislados de muestras de orina de pacientes con cuadro clínico de ITU en México reportados en el periodo 2007-2022.

La sensibilidad a antibióticos se realizó en 50% (20/40) de las publicaciones y únicamente para las cepas identificadas como *E. coli*. Esta bacteria presentó resistencia a todos los grupos de antibióticos utilizados en los diferentes estudios (Tabla I). La mayor resistencia se identificó para penicilinas (79.1%), quinolonas (56.7%) y fluoroquinolonas (58.5%) y menor a los carbapenems (1.7%) y nitrofuranos (8.7%).

Tabla 1. Aprovechamiento escolar en dos asignaturas comparando los métodos empleados.

Antibiótico*	<i>E. coli</i> de pacientes con ITU**	
	Total	Resistentes (%)
Trobramicina	12,958	5,666 (43.7)
Gentamicina	17,279	7,408 (43)
Amikacina	30,161	4,641 (15.4)
Netilmicina	2,198	169 (7.7)
Cloranfenicol	417	140 (33.6)
Ampicilina/Sulbactam	12,287	7,074 (57.5)
Amox-Ácido clavulanico	11,213	4,202 (37.4)
Ticarcilina/ Ácido clavulanico	1,788	317 (17.7)
Piperacilina-Tazobactam	13444	1,427 (10.6)
Imipenem	24,440	627 (2.6)
Ertapenem	11,377	131 (1.1)
Meropenem	22,232	209 (0.9)
Cefuroxima	7,680	4,596 (59.8)
Cefalexina	638	355 (55.6)
Cefalotina	3,237	1,752 (54.1)
Cefotaxima	4,034	2,177 (54)
Ceftriaxona	29,297	15,597 (53.2)
Ceftazidima	20,741	10,809 (52.1)
Cefazolina	8,259	3,976 (48.1)
Cefepima	24,847	11,738 (47.2)
Cefoxitina	20,168	9,466 (46.9)
Ceftizoxima	1,231	74 (6)
Cefotetan	1,091	19 (1.7)
Ceftibuten	638	2 (0.3)
Pefloxacina	218	167 (76.7)
Gemifloxacina	638	430 (67.4)
Moxifloxacina	4,145	2,726 (65.8)
Levofloxacina	12,008	7,706 (64.1)
Ciprofloxacino	32,535	19,752 (60.7)
Norfloxacino	2,549	1,096 (43)
Ofloxacino	1,014	322 (31.8)
Fosfomicina	1,606	227 (14.1)
Trimetoprim/sulfametoxazol	30,872	17,327 (56.1)
Azamicina	49	33 (67.3)
Aztreonam	4,573	1,765 (38.6)
Nitrofurantoina	25,476	2,216 (8.7)
Ticarcilina	127	113 (89)
Carbenicilina	313	263 (84)
Ampicilina	25,758	20,142 (78.2)
Piperacilina	515	336 (65.2)
Colistina	180	7 (3.9)
Ácido nalidixico	432	299 (69.2)
Gatifloxacina	224	99 (44.2)
Tetraciclina	1,198	563 (47)
Doxiciclina	49	23 (46.9)

Esquemas y costos del Tratamiento de ITU

La guía para el Manejo Antibacteriano de Procesos infecciosos en el Paciente Adulto (MAPPA) de la Academia Nacional de Medicina (Kot, 2019) y la Asociación de Urología Europea (Guía MAPPA, 2010)

señalan que para el tratamiento de ITU en el paciente adulto, dependiendo del resultado del antibiograma, se deben de administrar nitrofuranos, quinolonas, fosfomicina o inhibidores de la vía de los folatos. Para pacientes pediátricos existe un consenso de pediatría que ha publicado diversas recomendaciones, la más reciente fue realizada por Lombardo-Aburto (2018). En esta se presenta un esquema de tratamiento con los mismos antibióticos señalado por la MAPPa, y se toma en consideración la edad y el peso del infante.

Un aspecto que no ha sido considerado en México con relación a las ITU es el costo económico de este padecimiento. Para estimar el costo del tratamiento de un paciente con ITU se utilizó el tabulador de costos para no derechohabientes del IMSS y se tomaron los precios de los análisis clínicos requeridos para el diagnóstico y las consultas realizadas por médicos generales y especialistas. El resultado obtenido mostró un costo aproximado de \$1,802.00 por paciente, al considerar que el promedio de casos reportados de ITU de los últimos 16 años es de 3,809,727 el costo anual sería de aproximadamente \$6,865,128,054. Además, un aspecto relevante de estas infecciones es que pueden hacerse crónicas, requiriendo gastos médicos periódicos, incluso intervención quirúrgica.

Para conocer lo que puede erogarse un paciente que no acude a alguna institución pública de salud, se analizaron los costos de los medicamentos empleados para el tratamiento de un cuadro de ITU en México. Se estimó que el esquema terapéutico menos costoso consiste en la prescripción de trimetoprim/sulfametoxazol marca libre (\$48.00), mientras que el empleo de fosfomicina trometamol (\$806.00) es el más costoso. Al respecto, es importante considerar que los costos del tratamiento son para ITU aguda y que estos se elevan si las infecciones se vuelven crónicas.

Conclusiones

El presente trabajo muestra que los trabajos publicados en México con información completa sobre ITU son escasos, a pesar de que estas infecciones representan un importante problema de salud pública ya que, de no ser manejadas en forma correcta, pueden causar complicaciones severas como hipertensión y cicatrices e insuficiencia renal (Millner y Becknell, 2019). La información analizada nos permite identificar que el comportamiento del padecimiento en cuanto a la etiología y a la resistencia de antimicrobianos de *E. coli* es similar en la Ciudad de México y en otros estados; esto abre la posibilidad de implementar un esquema de tratamiento generalizado a nivel nacional.

En esta revisión se identificó una falta de consenso entre diferentes grupos de investigación con relación al manejo de las muestras de orina y la identificación de uropatógenos. Los estudios varían en los medios de cultivo utilizados para el aislamiento de bacterias, número y tipo de pruebas bioquímicas que utilizan, aplicación de serotipificación bacteriana y antibióticos empleados en sus antibiogramas. Lo anterior se debe a que cada laboratorio utiliza diferentes ediciones de la guía del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio lo que conduce a diferentes esquemas en los ensayos de sensibilidad. Otro aspecto importante que influye en los resultados reportados es el número de aislamientos que se analizan por muestra; se observó que las publicaciones caracterizan un único aislamiento, lo cual no es concluyente debido a que la selección de la colonia es aleatoria. Además, el aislamiento e identificación de una sola colonia bacteriana por muestra favorece el reporte de diagnósticos errados y subestima la prevalencia de otros patógenos (Altekruse *et al.*, 2003). Adicionalmente, estos estudios están sesgados para la detección de enterobacterias que no son los únicos patógenos causantes de ITU. El análisis de las muestras biológicas y la publicación de resultados en revistas especializadas puede llevar varios años, por ello es importante que en los trabajos publicados se refiera la fecha en que cada muestra o cepa analizada fue recuperada, esto permitirá contar con información precisa para una mejor interpretación de los datos.

El incremento de cepas resistentes a una diversidad de antibióticos ha llevado a la OMS a alertar sobre el peligro que esto representa para el tratamiento de diversas infecciones (OMS, 2017). Este fenómeno se observa claramente en el caso de las ITU en nuestro país ya que las recomendaciones señalan el uso de antibióticos a los que *E. coli* muestra una alta resistencia, 56.1% y 60.7% para trimetoprim/sulfametoxazol y ciprofloxacino, respectivamente. Es notable que la publicación de la guía MAPPa se realizó en el año 2010, antes de la alerta de la OMS sobre el peligro de la resistencia a antibióticos. Esta situación se ha constituido en un nuevo y grave problema de salud pública, ya que cada vez es más complicado el tratamiento de las ITU y, ante ello, surge la emergencia de complicaciones graves que afectarán en mayor grado la economía de los pacientes y su salud. Es por tal hecho que los autores proponen la búsqueda de alternativas para el control y tratamiento de las enfermedades infecciosas.

Agradecimientos

Los autores queremos expresar nuestro agradecimiento a Lulú Estrada por su invaluable apoyo en la

administración del laboratorio de Patogenicidad Bacteriana.

Referencias

Alcántar-Curiel M.D., Alpuche-Aranda C.M., Varona-Bobadilla H.J., Gayosso-Vázquez C., Jarillo-Quijada M.D., Frías-Mendivil M., Sanjuan-Padrón L. y Santos-Preciado J.I. (2015). Risk factors for extended-spectrum *β*-lactamases-producing *Escherichia coli* urinary tract infections in a tertiary hospital. *Salud Pública México*, 57(5):412–8.

Altekruse S.F., Elvinger F., Wang Y. y Ye K. A. (2003). Model To Estimate the Optimal Sample Size for Microbiological Surveys. *Appl Environ Microbiol*, 69(10):6174–8.

Amábile-Cuevas C.F., Arredondo-García J.L., Cruz A. y Rosas I. (2010). Fluoroquinolone resistance in clinical and environmental isolates of *Escherichia coli* in Mexico City. *J Appl Microbiol*, 108(1):158–62.

Arredondo-García J.L. y Amábile-Cuevas C.F. (2008). High resistance prevalence towards ampicillin, cotrimoxazole and ciprofloxacin, among uropathogenic *Escherichia coli* isolates in Mexico City. *J Infect Dev Ctries*, 2(5):350–3.

Arredondo-García J.L., Soriano-Becerril D., Solórzano-Santos F., Arbo-Sosa A., Coria-Jiménez R. y Arzate-Barbosa P. (2007). Resistance of uropathogenic bacteria to first-line antibiotics in Mexico City: A multicenter susceptibility analysis. *Curr Ther Res Clin Exp*, 68(2):120–6.

Arreguín V., Cebada M., Simón J.I., Sifuentes-Osornio J., Valle M.B. y Macías A.E. (2007). Microbiología de las infecciones urinarias en pacientes ambulatorios. Opciones terapéuticas en tiempos de alta resistencia a los antibióticos. *Rev Investig Clínica*, 59(4):239–45.

Ballesteros-Monreal M.G., Arenas-Hernández M.M., Enciso-Martínez Y., Martínez-de la Peña C.F., Rocha-Gracia R. del C., Lozano-Zaraín P., Navarro-Ocaña A., Martínez-Laguna Y. y de la Rosa-López R. (2020). Virulence and Resistance Determinants of Uropathogenic *Escherichia coli* Strains Isolated from Pregnant and Non-Pregnant Women from Two States in Mexico. *Infect Drug Resist*, 13:295–310.

Barriga Angulo G., Mercado González N.F. y Arumir Escorza C. (2008). Susceptibilidad antimicrobiana in vitro de 1200 microorganismos Gram negativos causales de infecciones de vías urinarias. *Enfermedades Infecc Microbiol*; 28(3):90–8.

Briones Garduño J.C., Viruez Soto J.A., Vallejo Narváez C.M., Vargas Arias R.E., Ortiz Bolaños R. y Díaz de León Ponce M.A. (2015). Aislamientos microbiológicos: experiencia en obstetricia crítica. *Rev Asoc Mex Med Crítica Ter Intensiva*, 29(4):209–13.

Chávez-Valencia V., Gallegos-Nava S. y Arce-Salinas C.A. (2010). Patrones de resistencia antimicrobiana y etiología en infecciones urinarias no complicadas. *Gac Médica México*, 146(4):269–73.

Cornejo-Juárez P., Velásquez-Acosta C., Sandoval S., Gordillo P. y Volkow-Fernández P. (2007). Patrones de resistencia bacteriana en urocultivos en un hospital oncológico. *Salud Pública México*, 49(5):330–6.

Dirección general de Epidemiología. Anuario de Morbilidad 1984 - 2022. [1 de mayo de 2022]. 20 principales causas de enfermedad nacional. https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html

Esquivel J.G., Arreguín A.G., Sandoval L.B., Gante Q.E.L. y Enciso I.D. (2008). Urinary bacteria sensitivity and resistance in patients with chronic urinary catheter. *Internet J Infect Dis*, 7 (1).

Flores-Mireles A.L., Walker J.N., Caparon M. y Hultgren S.J. (2015). Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nat Rev Microbiol*, (5):269–84.

Foxman B. (2014). Urinary Tract Infection Syndromes: Occurrence, Recurrence, Bacteriology, Risk Factors, and Disease Burden. *Infect Dis Clin North Am*, 28(1):1–13.

Galindo-Méndez M. (2018). Caracterización molecular y patrón de susceptibilidad antimicrobiana de *Escherichia coli* productora de β -lactamasas de espectro extendido en infección del tracto urinario adquirida en la comunidad. *Rev Chil Infectol*, 35(1):29–35.

García-Morúa A., Hernández-Torres A., Salazar-de-Hoyos J.L., Jaime-Dávila R. y Gómez-Guerra L.S. (2009). Etiología y resistencia antibiótica de las infecciones de vías urinarias adquiridas en la comunidad en Monterrey N.L. *Rev Mex Urol*, 69(2):45–8.

Garza-González E., Morfín-Otero R., Mendoza-Olazarán S., Bocanegra-Ibarias P., Flores-Treviño S., Rodríguez-Noriega E., Ponce-de-León A., Sanchez-Francia D., Franco-Cendejas R., Arroyo-Escalante S., Velásquez-Acosta C., Rojas-Larios F., Quintanilla L.J., Maldonado-Anicacio J.Y., Martínez-Miranda R., Ostos-Cantú H.L., Gomez-Choel A., Jaime-Sanchez J.L., Avilés-Benítez L.K., Feliciano-Guzmán J.M., Peña-López C.D., Couoh-May C.A., Molina-Jaimes A., Vázquez-Narvaez E.G., Rincón-Zuno J., Rivera-Garay R., Galindo-Espinoza A., Martínez-Ramirez

- A., Mora J.P., Corte-Rojas R.E., López-Ovillo I., Monroy-Colin V.A., Barajas-Magallón J.M., Morales-De-la-Peña C.T., Aguirre-Burciaga E., Coronado-Ramírez M., Rosales-García A.A., Ayala-Tarín M.D., Sida-Rodríguez S., Pérez-Vega B.A., Navarro-Rodríguez A., Juárez-Velázquez G.E., Cetina-Umaña C.M., Mena-Ramírez J.P., Canizales-Oviedo J., Moreno-Méndez M.I., Romero-Romero D., Arévalo-Mejía A., Cobos-Canul D.I., Aguilar-Orozco G., Silva-Sánchez J. y Camacho-Ortiz A. (2019). A snapshot of antimicrobial resistance in Mexico. Results from 47 centers from 20 states during a six-month period. *PLOS ONE*. 2019; 14(3):e0209865.
- Garza-Montúfar M.E., Treviño-Valdez P.D. y De la Garza-Salinas L.H. (2018). Resistencia bacteriana y comorbilidades presentes en pacientes urológicos ambulatorios con urocultivos positivos. *Rev Médica Inst Mex Seguro Soc*, 56(4):347-53.
- González Pedraza Avilés A., Dávila Mendoza R., Acevedo Giles O., Martínez R., Elena M., Gilbaja Velázquez S., Valencia Gómez C., Cruz Zamora L. e Iriarte Molina A. (2014). Infección de las vías urinarias: prevalencia, sensibilidad antimicrobiana y factores de riesgo asociados en pacientes con diabetes mellITU tipo 2. *Rev Cuba Endocrinol*, 25(2):57-65.
- Guajardo-Lara C.E., González-Martínez P.M. y Ayala-Gaytán J.J. (2009). Resistencia antimicrobiana en la infección urinaria por *Escherichia coli* adquirida en la comunidad: ¿Cuál antibiótico voy a usar? *Salud Pública México*, 51(2):155-9.
- Guías MAPPA (Manejo Antibacteriano de Procesos infecciones en el Paciente Adulto). Diagnóstico y tratamiento antibacteriano de infecciones de vías urinarias (IVU). [2010]. https://cmu.org.mx/media/cms_page_media/57/GUIAS_MAPPA_IVU.pdf
- Hernández Blas F., López Carmona J.M., Rodríguez Moctezuma J.R., Peralta Pedrero M.L., Rodríguez Gutiérrez R.S. y Ortiz Aguirre A.R. (2007). Frecuencia de bacteriuria asintomática en embarazadas y sensibilidad antimicrobiana in vitro de los uropatógenos. *Ginecol Obstet México*, 75(06):325-31.
- Hernández-Vergara J.A., Martínez-Santos V.I., Radilla-Vázquez R.B., Silva-Sánchez J., Vences-Velásquez A. y Castro-Alarcón N. (2016). Characterization of *Escherichia coli* clinical isolates causing urinary tract infections in the community of Chilpancingo, Mexico. *Int Microbiol Off J Span Soc Microbiol*, 19(4):209-15.
- Kot B. (2019). Antibiotic Resistance Among Uropathogenic *Escherichia coli*. *Pol J Microbiol*, 68(4):403-15.
- Lagunas-Rangel F.A. (2018). Antimicrobial susceptibility profiles of bacteria causing urinary tract infections in Mexico: Single-centre experience with 10 years of results. *J Glob Antimicrob Resist*, 14:90-4.
- Lombardo-Aburto E. (2018). Abordaje pediátrico de las infecciones de vías urinarias. *Acta Pediátrica México*, 39(1):85-90.
- López-Banda D.A., Carrillo-Casas E.M., Leyva-Leyva M., Orozco-Hoyuela G., Manjarrez-Hernández Á.H., Arroyo-Escalante S., Moncada-Barrón D., Villanueva-Recillas S., Xicohtencatl-Cortes J. y Hernández-Castro R. (2014). Identification of virulence factors genes in *Escherichia coli* isolates from women with urinary tract infection in Mexico. *BioMed Res Int*, 2014:959206.
- López-Martínez B., Calderón-Jaimes E., Olivar-López V., Parra-Ortega I., Alcázar-López V., Castellanos-Cruz M. del C. y de la Garza-López A. (2014). Susceptibilidad antimicrobiana de microorganismos causantes de infección de vías urinarias bajas en un hospital pediátrico. *Bol Méd Hosp Infant México*, 71(6):339-45.
- Martínez-Delgado G.H., Garza-Gangemi A.M. y Castillejo-Molina R.A. (2020). Infección de vías urinarias después de resección transuretral de vejiga: Microbiología, resistencia antibiótica y factores de riesgo asociados *Rev Mex Urol*, 80 (2):1-12.
- Millner, R. y Becknell, B. (2019). Urinary Tract Infections. *Pediatr. Clin*, 66(1):1-13.
- Miranda-Estrada L.I., Ruíz-Rosas M., Molina-López J., Parra-Rojas I., González-Villalobos E. y Castro-Alarcón N. (2017). Relationship between virulence factors, resistance to antibiotics and phylogenetic groups of uropathogenic *Escherichia coli* in two locations in Mexico. *Enferm Infecc Microbiol Clin*, 35(7):426-33.
- Miranda-Navales M.G., Flores-Moreno K., López-Vidal Y., Rodríguez-Álvarez M., Solórzano-Santos F., Soto-Hernández J.L. y Ponce de León-Rosales S. (2020). Antimicrobial resistance and antibiotic consumption in Mexican hospitals. *Salud Publica Mex*, 62(1):42-9.
- Molina-López J., Aparicio-Ozores G., Ribas-Aparicio R.M., Gavilanes-Parra S., Chávez-Berrocal M.E., Hernández-Castro R. y Manjarrez-Hernández H.Á. (2011). Drug resistance, serotypes, and phylogenetic groups among uropathogenic *Escherichia coli* including O25-ST131 in Mexico City. *J Infect Dev Ctries*, 5(12):840-9.
- Morales-Espinosa R., Hernandez-Castro R., Delgado G., Mendez J.L., Navarro A., Manjarrez A. y Cravioto A. (2016). UPEC strain characterization isolated from Mexican patients with recurrent urinary infections. *J Infect Dev Ctries*, 10(4):317-28.

Ochoa S.A., Cruz-Córdova A., Luna-Pineda V.M., Reyes-Grajeda J.P., Cázares-Domínguez V., Escalona G., Sepúlveda-González M.E., López-Montiel F., Arellano-Galindo J., López-Martínez B., Parra-Ortega I., Gionocerezo S., Hernández-Castro R., de la Rosa-Zamboni D. y Xicohtencatl-Cortes J. (2016). Multidrug- and Extensively Drug-Resistant Uropathogenic *Escherichia coli* Clinical Strains: Phylogenetic Groups Widely Associated with Integrons Maintain High Genetic Diversity. *Front Microbiol*, Dec 21;7:2042.

Organización Mundial de la Salud (OMS). [27 de febrero de 2017]. WHO publishes list of bacteria for which new antibiotics are urgently needed. <https://www.who.int/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>

Paniagua-Contreras G.L., Monroy-Pérez E., Rodríguez-Moctezuma J.R., Domínguez-Trejo P., Vaca-Paniagua F. y Vaca S. (2017). Virulence factors, antibiotic resistance phenotypes and O-serogroups of *Escherichia coli* strains isolated from community-acquired urinary tract infection patients in Mexico. *J Microbiol Immunol Infect*, 50(4):478–85.

Paniagua-Contreras G.L., Monroy-Pérez E., Díaz-Velásquez C.E., Uribe-García A., Labastida A., Peñaloza-Figueroa F., Domínguez-Trejo P., García L.R., Vaca-Paniagua F. y Vaca S. (2019). Whole-genome sequence analysis of multidrug-resistant uropathogenic strains of *Escherichia coli* from Mexico. *Infect Drug Resist*, 12:2363–77.

Páramo-Rivas F., Tovar-Serrano A. y Rendón-Macías M.E. (2015). Resistencia antimicrobiana en pacientes con infección de vías urinarias hospitalizados en el servicio de Medicina Interna del Nuevo Sanatorio Durango, de enero a diciembre de 2013. *Med Interna México*, 31(1):34–40.

Pérez-Pérez A., Peregrino-Bejarano L., Camacho-Velázquez M. y Miranda-Novales M.G. (2014). Resistencia antimicrobiana de los uropatógenos aislados en un hospital pediátrico. *Rev Médica Inst Mex Seguro Soc*, 52(S2):44–9.

Ponce-de-Leon A., Rodríguez-Noriega E., Morfín-Otero R., Cornejo-Juárez D.P., Tinoco J.C., Martínez-Gamboa A., Gaona-Tapia C.J., Guerrero-Almeida M.L., Martín-Onraët A., Vallejo Cervantes J.L. y Sifuentes-Osornio J. Antimicrobial susceptibility of gram-negative bacilli isolated from intra-abdominal and urinary-tract

infections in Mexico from 2009 to 2015: Results from the Study for Monitoring Antimicrobial Resistance Trends (SMART). *PLOS ONE*, 13(6):e0198621.

Ramírez-Castillo F.Y., Moreno-Flores A.C., Avelar-González F.J., Márquez-Díaz F., Harel J. y Guerrero-Barrera A.L. (2018). An evaluation of multidrug-resistant *Escherichia coli* isolates in urinary tract infections from Aguascalientes, Mexico: cross-sectional study. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 17(1):34.

Rendón Medina M.A., Reyes Arcos A., Rosas Bello J.B. y Rodríguez Weber F. (2012). Infecciones de vías urinarias. Patrón de resistencia in vitro de *E. coli* y *E. coli* ESBL a quinolonas, trimetoprima-sulfametoxazol y nitrofurantoína. *Med Interna México*, 28(5):434–9.

Reyna-Flores F., Barrios H., Garza-Ramos U, Sánchez-Pérez A, Rojas-Moreno T, Uribe-Salas FJ, Fagundo-Sierra R. y Silva-Sanchez J. (2013). Molecular epidemiology of *Escherichia coli* O25b-ST131 isolates causing community-acquired UTIs in Mexico. *Diagn Microbiol Infect Dis*, 76(3):396–8.

Robles-Torres J.I., Ocaño-Munguía M.A., Madero-Morales P.A., Ruíz-Galindo E., Garza-González E. y Gómez-Guerra L.S. (2020). Resistencia antibiótica y agentes beta-lactamasa de espectro extendido en las infecciones del tracto urinario: un problema grave en el norte de México. *Rev Mex Urol*, 80 (2):1–12.

Sierra-Díaz E., Hernández-Ríos C.J. y Bravo-Cuellar A. (2019). Antibiotic resistance: Microbiological profile of urinary tract infections in Mexico. *Cir Cir*, 87(2):176–82.

Villalobos-Ayala J.L., Castillo B. y Licea-Serrato J.D. (2017). Urinary tract infection etiology and antimicrobial sensitivity in a Mexican hospital from 2010 to 2015. *Rev Mex Urol*, 77(2):97–105.

Xicohtencatl-Cortes J., Cruz-Córdova A., Cázares-Domínguez V., Escalona-Venegas G., Zavala-Vega S., Arellano-Galindo J., Romo-Castillo M., Hernández-Castro R., Ochoa S.A. y Luna-Pineda V.M. (2019). Uropathogenic *Escherichia coli* strains harboring *tosA* gene were associated to high virulence genes and a multidrug-resistant profile. *Microb Pathog*, 134:103593