



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD

LICENCIATURA EN MEDICINA

“Caracterización Fenotípica y Genotípica de Escherichia coli, para evaluar el  
Impacto en Infección Crónica de Vías Urinarias.”

M.P.S.S José Alejandro Rodríguez García  
matricula: 2163024086

ASESOR

DR ALEJANDRO ALONSO ALTAMIRANO

32 356

FEBRERO 2024.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD**

**LICENCIATURA EN MEDICINA**

**“Caracterización Fenotípica y Genotípica de Escherichia coli, para evaluar el  
Impacto en Infección Crónica de Vías Urinarias.”**

**M.P.S.S José Alejandro Rodríguez García  
matricula: 2163024086**

**ASESOR**

**DR ALEJANDRO ALONSO ALTAMIRANO**

**FEBRERO 2024.**

**INTRODUCCIÓN** 5

**CAPITULO I INVESTIGACIÓN**

Título 5

1.1 Planteamiento del problema 10

1.2 Justificación 11

1.3 Marco teórico 11

1.4 Objetivo general 11

1.5 Objetivos específicos 12

1.6 Hipótesis 13

1.7 Metodología 13

1.7.1 Tipo de estudio

1.7.2 Población, criterios de inclusión, de exclusión

1.7.3 Variables

1.7.4 Definición operacional

1.7.5 Material y métodos

1.8 Resultados: cuadros y gráficas 15

1.9 Análisis de resultados 17

1.10 Conclusiones de la investigación 18

**CAPITULO II DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DONDE SE HIZO LA INVESTIGACIÓN**

1. Datos históricos 19

2. Geografía local 20

2.2 Geografía Local

2.2.2 Localización 20

2.2.3 Orografía 21

2.2.4 Hidrografía 21

2.2.5 Clima 22

2.2.6 Flora 23

2.2.7 Fauna 24

2.3 Mapas 25

2.3.1 Mapa del estado 25

2.3.2 Mapa del municipio o delegación 25

2.3.3 Mapas de características geográficas 25

2.3.4 Croquis de la comunidad o zona 25

3. Indicadores demográficos y estadísticas vitales

3.1 Población total 25

3.2 Población y seguridad Social 26

3.3 Densidad de población 27

3.4 Población por localidad o delegación	27
3.5 Índice de envejecimiento	27
3.6 Migración	27
3.7 Tasa de Natalidad	30
3.8 Tasa de fecundidad	30

#### 4. Indicadores Sociales

4.1 Educación	31
4.2 Grupos Vulnerables	31
4.3 Vivienda	32

### **CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE SALUD, INFRAESTRUCTURA, RECURSOS FÍSICOS Y HUMANOS**

1. Recursos y Servicios de Salud	33
1.1 Infraestructura en Salud	34
1.2 Infraestructura de la Secretaria de salud	34
1.3 Programas de Salud	34
1.4 Recursos Humanos	34

### **CAPITULO IV CONCLUSIONES DEL PASANTE SOBRE SU SERVICIO SOCIAL**

1.1 En relación a su formación como persona	35
1.2 En relación a su formación profesional	36
1.3 En relación a su aportación a la comunidad	37
1.4 En relación con su institución educativa	38



## INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I INVESTIGACIÓN

**Título: Caracterización Fenotípica y Genotípica de Escherichia coli, para evaluar el Impacto en Infección Crónica de Vías Urinarias.**

Las enfermedades emergentes y reemergentes son un reflejo de la incesante lucha de los microorganismos por sobrevivir. De tal forma que el control de las enfermedades infectocontagiosas dista mucho de culminar con éxito, y a pesar de los avances en materia de antibióticos y vacunas, este grupo de padecimientos aún representan una de las primeras causas de enfermedad a nivel mundial (Foxman, 2010). En México las infecciones del tracto o vías urinarias (ITU) ocupa el 2° lugar entre las 20 principales causas de enfermedad para el año 2021 (*Morbilidad Nacional*, s. f.). En los últimos cuatro años se reportaron en promedio 4,142,718.5 casos de ITU por año, con incidencia de 3443.5, el padecimiento se presenta en diferentes etapas de la vida principalmente en mujeres. (Garza-Montúfar & Treviño-Valdez, s. f.).

Las ITU pueden ser agudas observándose ocasionalmente, sin embargo, la presencia de por lo menos tres cuadros de ITU en el periodo de un año indica que se trata de un padecimiento crónico (ICTU). Su presencia en el embarazo es común y genera complicaciones como retardo en el crecimiento intrauterino, ruptura prematura de membranas y en algunas ocasiones muerte fetal. El avance en la atención de los pacientes críticos en la infancia temprana ha aumentado la supervivencia de pacientes que antes no lo hacían, resultando estos supervivientes con secuelas neurológicas que se traducen en trastornos funcionales de vías urinarias, como vejiga neurogénica, que junto con los portadores de alteraciones anatómicas congénitas (uropatía obstructiva y reflujo), constituyen la principal población en riesgo de padecer infecciones urinarias recurrentes. A pesar de la corrección quirúrgica de los trastornos anatómicos la recurrencia de las infecciones urinarias persiste. La etiología del padecimiento es diversa, pero más del 80% de las ITU son causadas por el grupo uropatógeno de Escherichia coli (UPEC) (Flores-Mireles et al., 2015).

Escherichia coli es una bacteria Gram negativa, oxidasa negativa y con forma de bacilo, perteneciente a la familia de las enterobacterias. Es capaz de desarrollarse en ambientes aerobios y anaerobios, preferentemente a 37° (Croxen et al., 2013). Aunque, es un microorganismo comensal del tracto gastrointestinal, aunque, posterior a su identificación Theodor Escherich planteo su participación como bacteria patógena responsable de cuadros de diarrea, tal aseveración fue rechazada por otros investigadores. Sin embargo, el mismo Escherich señaló su participación en la patogénesis de infecciones de vías urinarias, planteamiento que fue corroborado por diferentes investigadores. Fue hasta 1946 en que se pudo establecer su participación como patógeno intestinal,

lo que dio lugar a que se describieran diferentes tipos patógenos de la bacteria en los que se incluyeron los llamados causantes de diarrea (DEC por sus siglas en inglés) y los que eran responsables de infecciones extraintestinales (ExEC) en los que se incluyen los asociados a infecciones de vías urinarias (UPEC por sus siglas en inglés), los responsables de meningitis neonatal (MenEC) y los involucrados en septicemias. (Nataro & Kaper, 1998).

La clasificación de la bacteria, de forma rutinaria se ha dado por un sistema de serotipificación descrito por Kaufmann, el cual se basa en dos antígenos: el antígeno somático O y el antígeno flagelar H. En la actualidad se han descrito 186 antígenos O y 53 H, sin embargo, el antígeno flagelar no siempre se encuentra presente y su ausencia se reporta como H- o NM. (Fratamico et al., 2016).

Un aspecto relevante de *E. coli* es la plasticidad de su genoma lo que le confiere enorme capacidad para adquirir diferentes genes por lo que se conoce como transferencia horizontal que se da mediante tres mecanismos principales: Conjugación, transducción y transformación, el primero es la transmisión de plásmidos entre bacterias, el segundo mecanismo se da a través de fagos, el último es por la captación de material genético que se encuentra libre. Estos mecanismos mediante los cuales la bacteria adquiere material genético extra han favorecido la diversificación de *E. coli* permitiéndole adaptarse a diferentes ambientes dentro y fuera de sus hospederos (Price et al., 2008), (Burmeister, 2015).

El análisis de las variedades antigénicas (fenotipo) de *E. coli*, permitió inicialmente definir los serogrupos y serotipos de la bacteria que causan enfermedades, posteriormente con el avance en el conocimiento genómico de la bacteria se pudieron identificar los genes asociados con los diferentes mecanismos de patogenicidad implicados en cada uno de los cuadros clínicos observados. Fue por lo que correlacionando las características genotípicas (serogrupos, serotipos, sensibilidad a los antimicrobianos) y genotípicas (genes asociados con factores de virulencia) que se definieron los tipos patógenos de la bacteria. En el caso de las cepas DEC a la fecha se han descrito seis: *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* Enteroinvasiva, (EIEC) y *E. coli* con adherencia difusa (DAEC), más recientemente se describieron los patotipos *E. coli* Enteroagregativo-hemorrágico (EAHEC) y *E. coli* invasiva adherente (IAEC). (Croxen et al., 2013), (Nataro & Kaper, 1998), (Kaper et al., 2004).

Los genes que se han identificado de las cepas EPEC (*bfpA* y *eaeA*) se relacionan con la expresión de propiedades de la bacteria que ocasionan daño al hospedero. *BfpA* codifica para un pili formador de haces que contribuye a la formación de agregados de la bacteria y a su vez contribuye a la adhesión primaria a las células epiteliales (Blank et al., 2000).

eaeA es un gen que codifica para la proteína llamada intimina, esta proteína es utilizada por la bacteria para adherirse de manera estrecha en la superficie de la célula epitelial a través de Tir que es producido por la bacteria y transportado por un sistema de secreción (III). Una vez que esto ocurre se inducen arreglos en el citoesqueleto en los que se incluyen acúmulos de actina para que posteriormente se inicie un proceso de destrucción (borrado) de las vellosidades intestinales, a este proceso se le ha descrito de adherencia (attaching) y destrucción (effacing) o A/E (Donnenberg et al., 1993),(Louie et al., 1993). Las cepas EHEC al igual que EPEC portan eaeA lo que también les permite a estas bacterias adherirse, sin embargo, las cepas EHEC además expresan toxinas similares a la de Shiga conocidas como stx1 y stx2, que caracterizan su efecto patogénico. La toxina stx2 se une al receptor globotriaosilceramida presente en las células del endotelio capilar glomerular, mesangiales y tubulares. La función de esta toxina es activar el inhibidor del activador del plasminógeno, lo cual inhibe el proceso de fibrinólisis y resulta en un proceso microtrombótico que disminuye el flujo sanguíneo renal y la tasa de filtración glomerular con la correspondiente elevación de azoados en plasma. La diarrea hemorrágica podría ser explicada por un proceso de isquemia mesentérica, resultado de la infección con alguno de los serotipos productores de esta toxina (O157:H7, O103:H2 entre otros).

Las cepas ETEC se caracterizan por la liberación de toxinas que generan una diarrea secretora, las toxinas termolábil (LT) y termoestable (ST), se unen a la adenilato y guanilato ciclasa respectivamente aumentando los niveles de cAMP y cGMP, lo cual favorece que se secreten iones cloro a la luz intestinal con el correspondiente acarreo de agua. Recientemente se han descrito otras funciones correspondientes a los genes que codifican para LT al respecto se ha visto que aumenta la capacidad de adherencia de los microorganismos para la posterior invasión intestinal. (Joffré & Sjöling, 2016).

Con relación a las cepas EIEC el gen relacionado es ipaH, que se ha utilizado como marcador para la identificación de este patotipo de E. coli, así como de Shigella. El gen codifica para un polipéptido que se ha descrito es esencial para la invasión bacteriana (Ashida & Sasakawa, 2016).

AggR es un regulador transcripcional que controla aproximadamente 44 genes (regulón), de los cuales algunos se han asociado como factores de virulencia de EAEC, entre estos se encuentran la fimbria de adherencia agregativa, la dispersina y el sistema de secreción tipo IV (Morin et al., 2013).

Las cepas UPEC que ocasionan infecciones extraintestinales y en particular infecciones de vías urinarias muestran afinidad por el epitelio urinario y hacen uso de diferentes mecanismos y factores de virulencia para colonizarlo. Entre estos factores se encuentran estructuras de superficie como el lipopolisacárido, la cápsula de polisacáridos, flagelos, pilis, adhesinas y otras proteínas de membrana (OMPs) (Terlizzi et al., 2017).

Con respecto a la caracterización de este grupo de cepas se ha seguido un procedimiento similar para establecer su identidad definiendo sus características fenotípicas y genotípicas. En la actualidad está bien documentado que, aunque, las cepas UPEC se localizan en tracto gastrointestinal, son diferentes a las cepas comensales que forman parte de la biota intestinal. Los serotipos reportados más frecuentemente son O1, O2, O4, O6, O7, O15, O16, O18, O21, O22, O25, O75 y O83 (Paniagua-Contreras et al., 2017), (Kõljalg et al., 2009). Las cepas UPEC además presentan los antígenos capsulares K1 y K2. Uno de los criterios para realizar la genotipificación de las cepas UPEC son los filogrupos que incluyen los definidos como comensales o no virulentos (A y B1) y los extraintestinales o virulentos (B2 y D).

Entre los factores específicos de virulencia de UPEC se ha reportado los que participan en su capacidad para adherirse a las células del epitelio uretral por medio de fimbrias (P, S, las de tipo I), o por adhesinas no fimbriales (Afa) o proteínas de membrana externa (Omp). En estas cepas además se ha referido que elaboran toxinas como la alfa-hemolisina, el factor citotóxico necrotizante (CNF) y toxinas integrantes del grupo de serina proteasas (Pic y Sat). Estas bacterias además presentan sistemas para captación de hierro (aerobactinas) y enzimas para su metabolismo, todos ellos componentes que contribuyen para que la bacteria pueda colonizar áreas estériles del hospedero (Ejrnæs, 2011).

Es importante señalar que solo cuando *E. coli* se aísla del tracto urinario y esto se asocia con un conjunto de signos y síntomas es que se puede considerar que se trata de una infección de vías urinarias. En ausencia de signos y síntomas, pero con presencia bacteriana, el proceso se denomina bacteriuria asintomática y no constituye una indicación para inicio de terapéutica antimicrobiana, más que en situaciones específicas, por ejemplo, el embarazo o el sometimiento a una instrumentalización. Para considerar que se trata de Infección del Tracto Urinario (ITU), el número de bacterias es de aproximadamente 10<sup>5</sup> Unidades formadoras de colonias (UFC/mL) (Gupta et al., 2011).

La infección se puede categorizar de múltiples formas, una de ellas es por la anatomía implicada que divide en afección de la uretra y vejiga (cistitis); y ureteros y riñón (pielonefritis). Otra clasificación divide las infecciones en no complicadas, como aquellas que se dan en individuos sanos y que no tienen anomalías anatómicas o urinarias y en complicadas en quienes no cumplen estas características. Cuando el cuadro clínico se repite durante 3 o más veces en 12 meses o 2 veces en 6 meses se denomina infección crónica que puede ser recurrente (cuando el microorganismo relacionado es diferente en cada cuadro), o persistente si el aislamiento corresponde a la misma bacteria (definida por su fenotipo y genotipo). (Luo et al., 2012) reportaron que los genes relacionados con la adherencia (iha y papG) y los relacionados con la captación de hierro (fyuA, irp-

2, iucC, y iutA), mostraron prevalencia significativa en las cepas persistentes. Estos datos son también de gran importancia, ya que confirman que las cepas responsables de las infecciones persistentes y las respectivas asociadas con reinfecciones son clonas diferentes, pero con genes relacionados con la virulencia (da Silva et al., 2017).

## Planteamiento del problema

*Escherichia coli* uropatógena (UPEC) es responsable del 70 al 95% de las ITU adquiridas en la comunidad y de aproximadamente 50% de los casos nosocomiales (Hannan et al., 2012), (Reitzer & Zimmern, 2019), (Tullus & Shaikh, 2020).

El genoma de esta bacteria presenta gran plasticidad hecho que ha favorecido su gran diversidad clonal con cepas comensales que habitan en forma natural el intestino contribuyendo a su buen funcionamiento, así como cepas de *E. coli* causantes de diarrea (DEC) y otras más relacionadas con infecciones extraintestinales (EXTEC) como lo son las cepas uropatógenas (UPEC).

Inicialmente la caracterización de *E. coli* se realizó utilizando ensayos de aglutinación con sueros conformándose diferentes serogrupos y serotipos que se identifican utilizando sueros específicos que reaccionan contra los diferentes antígenos somáticos y flagelares que la bacteria puede expresar.

Con este procedimiento se ha establecido la participación de diferentes serogrupos y serotipos de las cepas UPEC asociadas con ITU. (Terlizzi et al., 2017), (Tenailon et al., 2010). Definir si un paciente con ITU recurrente o persistente es ocasionado por cepas UPEC clásicas o aquellas que forman parte de la microbiota (comensales), requiere de un estudio prospectivo y contar con herramientas que permitan diferenciar fenotípicamente y genotípicamente a las cepas asociadas con la ITU.

Estudios prospectivos en el laboratorio (Ahumada-Cota et al., 2020), (Hernández-Chiñas et al., 2021) realizando el seguimiento de los pacientes entre siete meses y más de 12 meses colectando muestras de orina cada mes, permitió definir la identidad de los aislados, si estos correspondían a *E. coli* se conservaron para su posterior caracterizaron por serología, sensibilidad a los antimicrobianos, filogrupos y la presencia de genes de virulencia.

Información preliminar mostró que la mayoría de los aislados presentan diferentes genes relacionados con la patogénesis de las cepas UPEC, sin embargo, la tipificación por serología reporto que la mayoría de los aislados no correspondían a las cepas UPEC clásicas, lo anterior sugiere que pueden ser cepas comensales.

Una situación preocupante al respecto es la posibilidad de que la bacteria sea capaz de producir factores de adaptación específicos para un tejido y factores de patogenicidad específicos de algún patotipo diferente, lo cual modificaría totalmente el curso de la enfermedad.

Se ha reportado la presencia de cepas en tracto urinario que son capaces de generar infecciones sistémicas como síndrome urémico hemolítico y disentería a partir de la diseminación de la toxina Shiga (Tarr et al., 1996), (Gadea et al., s. f.), (Toval et al., 2014). Así mismo, existe el reporte de brotes asociados a *E. coli* enteroinvasiva codificante de toxina Shiga que resultaron en varias muertes (Penzel et al., 2020), (Kim et al., 2020). Esto pone de manifiesto que la capacidad de la

bacteria para adquirir información y conformar nuevos y diversos patotipos, podría tener implicaciones clínicas importantes para el correcto manejo de los pacientes con ITU. Sin embargo, a pesar de que existen reportes de cepas híbridas, desafortunadamente no han sido estudiadas para ver las formas en que podría afectar a los pacientes que sufren afecciones por estas cepas (Nascimento et al., 2022).

Por lo antes expuesto consideramos relevante definir si estas cepas además de los genes UPEC presentan otro tipo de genes como serían los correspondientes a las cepas DEC. La información que se genere en este estudio dará elementos para proponer por un lado si las cepas presentan genotipos híbridos (UPEC/DEC), la frecuencia en la que estos eventos ocurren y si esto se relaciona con el filogruppo de las cepas. Dependiendo de la información que se obtenga se podrá proponer el desarrollo de una prueba de detección rápida de las cepas que causan ITU principalmente de tipo recurrente.

#### **Justificación:**

En los últimos años las Infecciones de vías o tracto urinario (ITU), han ocupado el tercer lugar dentro de las 20 principales causas de morbilidad, que se reportan en la República Mexicana con clave CIE-10 (N30, N34, N39.0).

Una complicación del padecimiento lo constituyen las infecciones persistentes (IPTU) o recurrentes (IRTU) del mismo tracto urinario, la consecuencia es el hecho de que pueden conducir a alteraciones de la función renal.

Por lo anterior, es de suma relevancia definir con mayor certeza las propiedades y características de las cepas para conocer la participación de cepas híbridas en la patogénesis de las ITU y su potencial como microorganismos generadores de cuadros complicados de ITU.

La definición de un biomarcador que pudiera ser utilizado como blanco en la búsqueda de cepas de E. coli hipervirulentas facilitará el diagnóstico, o al menos conocer el riesgo que corren los pacientes de que una infección de vías urinarias se complique. Del mismo modo podría optimizarse la terapéutica empleada y en última instancia buscar nuevas alternativas para inhibir estos mecanismos de patogenicidad de la bacteria.

#### **Objetivo general:**

Identificar genes asociados a factores de virulencia presentes en E. coli diarrogénicas en cepas obtenidas de pacientes con infección del tracto urinario con la finalidad de conocer si esta cepas muestran características híbridas (DEC/UPEC).

## **Objetivos específicos**

- Seleccionar los serotipos más prevalentes asociados a ITU en el laboratorio de patogenicidad bacteriana del Hospital Infantil de México.

- Seleccionar los genes reportados de patotipos diarrogénicos de *Escherichia coli* para diseñar nuevos iniciadores que muestren mayor especificidad.

- Detectar genes asociados a patotipos DEC mediante ensayos de la reacción en cadena de la polimerasa empleando iniciadores reportados en la literatura y los diseñados en el laboratorio.

- Realizar la secuenciación del genoma de cepas que presenten características relevantes para considerarlas como nuevos patotipos.

## **Metodología**

### **Tipo de estudio**

Investigación experimental, diseño experimental biomédico, características por participación de investigador: analítico, por temporalidad: longitudinal, por lectura de datos prolectivo y por análisis de datos descriptivo.

### **Población, criterios de inclusión y exclusión**

Universo: Cepas de *Escherichia coli* causante de infecciones de tracto urinario resguardadas en el cepario del laboratorio de patogenicidad bacteriana del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Unidades de observación: Cepas de *E. coli* de paciente con infección crónica de vías urinarias.

Método de muestreo: Muestreo deliberado con base en el análisis de las bases de datos y selección por índices de prevalencia

Tamaño de la muestra: 200 cepas

Criterios de inclusión: cepas aisladas de pacientes con diagnóstico de infección crónica de vías urinarias identificadas como *Escherichia coli*.

Criterios de exclusión: cepas no correspondientes al género *Escherichia*. Cepas de *Escherichia coli* que no provengan de infección crónica de vías urinarias.

### **Variables**

Independientes: Detección de genes asociados a patotipos diarrogénicos de *Escherichia coli* (DEC)

Dependientes: No aplica por el tipo de estudio

### **Hipótesis**

La detección de diferentes genes asociados a patotipos diarrogénicos de *E. coli* permitirá identificar cepas híbridas con capacidad de expresar los genes identificados, con lo que se podrá definir un posible biomarcador de cepas UPEC hipervirulentas.

### **Material y métodos**

Selección de ceoas y medios de cultivo bacterianos:

Con base en los datos obtenidos del cepario perteneciente al laboratorio de patogenicidad bacteriana del hospital infantil de México, se seleccionarán las cepas de *Escherichia coli* que con mayor frecuencia se aislaron de pacientes con infección del tracto urinario durante un estudio prospectivo

que se realiza el Laboratorio de Patogenicidad Bacteriana. De cada paciente y de cada una de las muestras procesadas se seleccionarán tres cepas considerando los perfiles de resistencia a antimicrobianos y serotipos estudios realizados previamente. Las cepas se recuperarán a partir del medio de conservación en el que se mantienen y su identidad se corroborará por medio de las pruebas bioquímicas Urea, Citrato, TSI y MIO. (Bioxon/Dibico/Difco) utilizando los criterios referidos en los manuales diagnósticos (Jang, 1986), (Cowan, 1993).

Los cultivos identificados se mantendrán en medio de conservación para utilizarlos en los ensayos de caracterización. Para estos ensayos previo a los mismos las cepas se cultivarán en gelosa sangre.

#### Extracción de ADN

Para realizar los ensayos de reacción en cadena de la polimerasa se realizará la extracción de ADN. Para ello, previamente se seleccionaron 5 colonias del medio agar sangre y se sembraron en 30 mL en caldo LB a 37° durante 18 horas en agitación constante a 200rpm. Pasadas las 18 horas, se centrifugará a 3500 rpm por 25 minutos y se procederá a realizar la extracción del ADN empleando el protocolo de tiocianato de guanidina descrito por Pitcher ((Hoorzook & Barnard, 2022) con modificaciones realizadas por Acevedo (Acevedo-Monroy et al., 2022). La pastilla de ADN se reconstituirá con 100 µL de agua MiliQ.

Para comprobar la integridad del ADN obtenido se realizará una electroforesis de ADN en geles de agarosa con solución amortiguadora Tris-Acetato-EDTA (TAE) al 0.8% utilizando una fuente de poder a 100 volts por 30 minutos. La pureza y concentración del ADN se analizará utilizando un espectrofotómetro NanoDrop (Thermo Scientificâ) a una longitud de onda 260/280nm. A partir de la concentración del ADN extraído se realizará dilución 1/10 en todas las alícuotas de extracción.

Una vez diluido el ADN, se realizará la PCR para la detección de cada gen con los iniciadores que se diseñarán a partir de los genes reportados en la literatura.. Para la reacción se utilizarán 12.5 µL de PCR master mix, 8.5 µL de agua mili Q, 1 µL de iniciador en sentido y 1 µL de iniciador antisentido. la amplificación con condiciones específicas se realizará en un termociclador (Technê 3Primeâ/MiniAmpâ Thermal Cycler Applied Biosystemsâ). Para la observación de la amplificación de los productos resultantes de la PCR se realizará electroforesis en gel de agarosa con solución amortiguadora de borato de sodio (SB) al 1.5%. Una vez finalizado el procedimiento descrito el gel se colocará en solución de Bromuro de etidio (concentración) para finalmente fotografiar en un fotodocumentador uv.

El análisis de resultados entre los genes obtenidos de las cepas caracterizadas como comensales y uropatógenicas se hará a través de la prueba no paramétrica de Mann-Whitney y análisis de correlación de spearman utilizando el software Prism.

Resultados:

### Características de las cepas evaluadas dependiendo del cuadro clínico

Data analyzed	Infección Persistente	Infección Recurrente	Total
Cepas UPEC/DEC	12	18	30
Cepas UPEC	11	11	22
Total	23	29	52

Prueba exacta de Fisher

Valor P: 0.57

Significancia estadística: No

### Relación entre heteropatotipos y tipo de cuadro clínico

Gen	Recurrentes (n=29)		Persistentes (n=23)		P value
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
stx1	0	0%	0	0%	-
stx2	6	21%	0	0	<b>0.0283</b>
bfpA	1	3.44%	3	13%	0.3101
eaeA	6	21%	5	21.73%	> 0.9999
ltA	8	27%	4	19.04%	0.5132
stA	0	0%	5	21.73%	<b>0.0235</b>
ipaH	2	6.89%	3	13%	0.6443
aggR	5	17%	0	0.00%	<b>0.0586</b>

Tabla 1: frecuencia de genes asociados a recurrencias y persistencias. Valor P con base en prueba de Fisher.

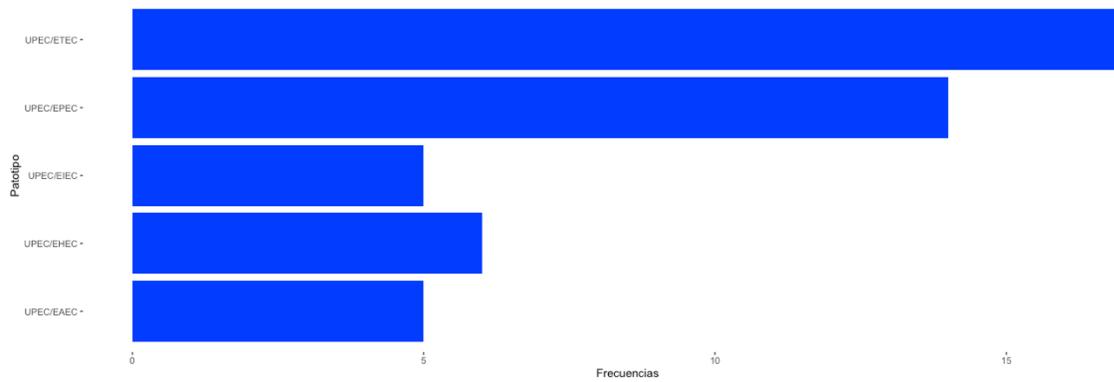


Figura 1. Frecuencias de los patotipos UPEC-DEC encontrados en las diferentes cepas

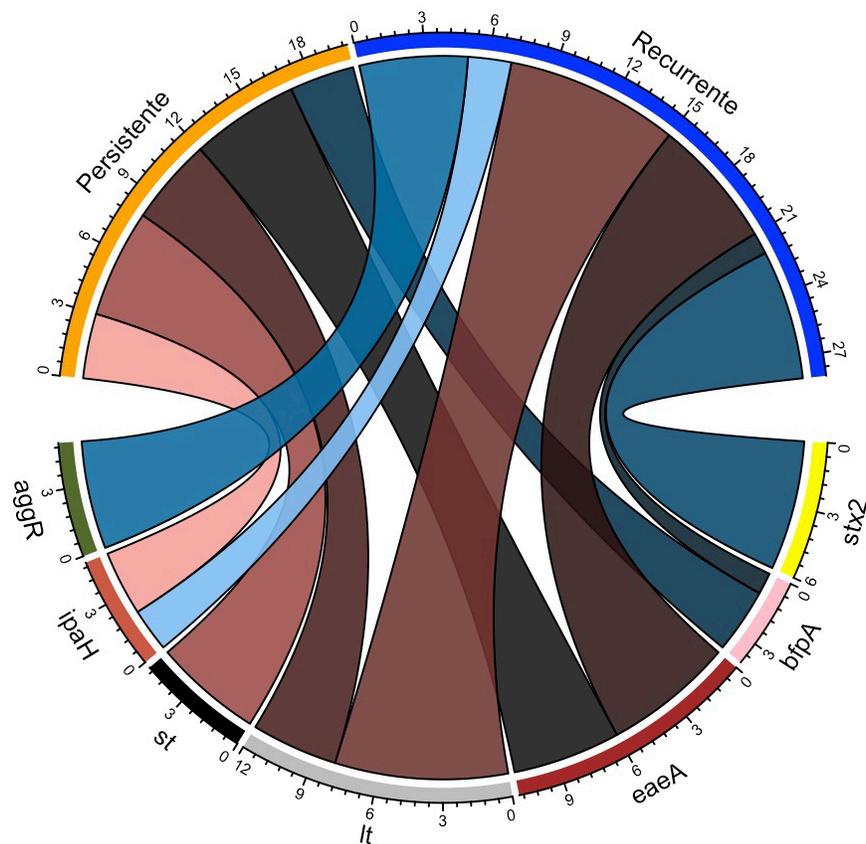
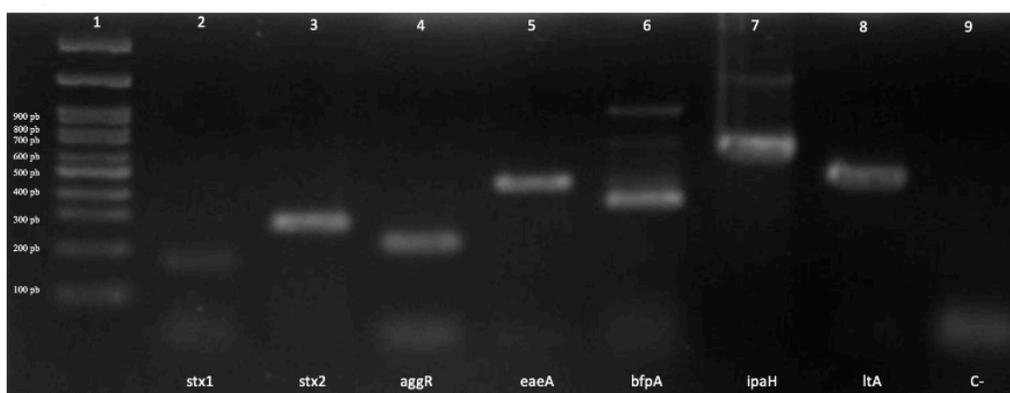


Figura 2. Diagrama de cuerdas que muestra la relación entre los patotipos UPEC-DEC y su relación con el curso de recurrencia

## Análisis de resultados:

El ensayo de PCR mostró en 30 (57.39%) de las 52 cepas evaluadas la presencia de al menos uno de los genes asociados a DEC. El análisis por tipo de cVU reportó que en los cuadros de persistencia 12 (52.17%) cepas fueron híbridas (UPEC/DEC), amplificando los genes *eae*, *ItA*, *stA*, *ipaH*. El mismo análisis en los casos de reinfección mostró 18 (62.07%) cepas UPEC/DEC que amplificaron *stx2*, *bfpA*, *eaeA*, *ItA*, *ipaH* y *aggR*. En los cuadros de persistencia *stA* ( $P = 0.0235$ ) mostro significancia y *stx2* ( $P = 0.0283$ ) y *aggR* ( $p=0.0586$ ) en las reinfecciones.



PCR que muestra los diferentes controles positivos. Carril 1 marcador de peso molecular, carril 2 *stx1* 150pb, carril 3 *stx2* 254 pb, carril 4 *aggR*, carril 5 *eaeA* 384 pb, carril 6 *bfpA* 324 pb, carril 7 *ipaH* 620pb, carril 8 *ItA* 440pb, carril 9 control negativo.

Una alta frecuencia de cepas asociadas con cVU se encuentran relacionadas con la presencia de genes DEC, algunos de estos fueron más prevalentes en los cuadros de persistencia como en el caso de *stA*, por otro lado *stx2* y *aggR* mostraron una mayor asociación con las reinfecciones. Proponemos que la presencia de genes DEC en cepas causantes de cVU pueden contribuir en el tipo de cuadro clínico y en la evolución de la enfermedad.

Es necesario seguir estudiando las cepas híbridas para poder establecer la expresión de los genes mencionados, así como identificar el papel que pueden llegar a presentar en las infecciones de vías urinarias y poder hacer una mejor toma de decisiones en la terapéutica de estas, así como la búsqueda de blancos terapéuticos o biomarcadores que ayuden a hacer un diagnóstico y pronóstico de la enfermedad y con ello, contribuir a mejorar la calidad de vida de los pacientes y optimizar recursos en los diferentes niveles del sector salud.

Estos resultados contrastan con lo presentado en la literatura ya que los trabajos previos (Nascimento et al., 2021) han encontrado una asociación mayor con el patotipo *aggR*, relación que en este trabajo no se encontró, así mismo, se encuentra una alta prevalencia de *stx2* la cual se relaciona a lo publicado en la literatura (Toval et al., 2014).

## **Conclusiones de la investigación:**

Se logro identificar la presencia de heteropatotipos mediante la caracterización molecular de cepas de E. coli a partir de aislados de pacientes ITUR.

La presencia de genes asociados con la virulencia de cepas IPEC en cepas de E. coli aisladas de ITUR, confirma la capacidad de la bacteria para adquirir información genética por vía horizontal y dar origen a cepas híbridas responsables de cuadros de recurrencias y persistencias.

La relevancia de este trabajo radica en que se ha establecido el papel que pueden guardar las cepas de E. coli como hospederas de genes que pudiesen expresarse posteriormente y le confieran la capacidad patógena de dos o más patotipos infecciosos. Esto es posible y de hecho, se ha documentado previamente con el brote de síndrome urémico hemolítico por una cepa híbrida de E. coli O104:H4 en Alemania en el año 2011. Esta cepa fue considerada dentro de los patotipos enteroagregativo y enterohemorrágica, sin embargo, y apesar de las vidas que costó, no se ha realizado suficiente investigación sobre las cepas híbridas de E. coli, sin embargo, podría ser una línea de investigación que nos dé información sobre la expresión de genes que se involucran en la patogenia de diversos síndromes clínicos de los cuales no hay una patogenia clara aún, por ejemplo, como sucede en las infecciones recurrentes del tracto urinario.

Dentro de las limitantes que existieron en este trabajo, fue el número limitado de la muestra, dado que aunque se obtuvieron suficientes pacientes para poder sacar resultados, una n más grande nos permitiría obtener mayor poder estadístico y traspolar los resultados a poblaciones más grandes, como podría ser una comunidad, ciudad o país, así mismo, dentro de las limitantes de este trabajo fue que no se contó con reactivos y equipo para realizar PCR en tiempo real y lograr la medición de los niveles de expresión de estos genes. Sin embargo, se lograron cumplir los objetivos de este trabajo respecto a lo planificado en tiempo y forma.

Como perspectivas de este trabajo se sugiere que se puede realizar el uso de orina artificial para evaluar, primero, el crecimiento de las cepas bacterianas y establecer curvas de crecimiento. Una vez realizadas estas, identificar la fase log y en este punto (de máxima replicación de DNA), hacer extracción de RNA. Posteriormente, mediante la técnica de retrotranscripción, evaluar la expresión de RNA de estos genes, así mismo, esto se podría cuantificar con el método de PCR en tiempo real.

## Capítulo II

### Datos históricos

La Alcaldía Cuauhtémoc, en la Ciudad de México, es un enclave histórico y cultural fundamental en el corazón de la capital mexicana. Su historia es una amalgama de eventos que reflejan la evolución de la ciudad a lo largo de los siglos.

Desde tiempos precolombinos, este territorio fue habitado por diversas culturas, entre ellas los mexicas, cuyo máximo líder, Cuauhtémoc, se convirtió en un símbolo de resistencia ante la conquista española. La llegada de los colonizadores significó la transformación de la zona, que pasó a ser el epicentro del poder español en la Nueva España.

Durante la época colonial, esta área albergaba grandes haciendas y conventos que dejaron una huella indeleble en su arquitectura. La construcción de la Basílica de Guadalupe en el siglo XVI marcó un hito religioso y cultural que hasta el día de hoy atrae a millones de devotos y visitantes.

Con el devenir de los años, la Alcaldía Cuauhtémoc experimentó cambios significativos. En el siglo XIX, durante la época de la Independencia y posteriormente la Revolución Mexicana, se convirtió en escenario de importantes acontecimientos políticos y sociales que moldearon la identidad nacional.

El siglo XX trajo consigo la consolidación de la urbe moderna y la expansión de la Ciudad de México. La Alcaldía Cuauhtémoc se convirtió en un centro neurálgico, albergando edificaciones gubernamentales, comerciales y culturales de relevancia. La emblemática Avenida Reforma, con su icónico Ángel de la Independencia, se convirtió en uno de sus principales ejes viales.

En tiempos más contemporáneos, la alcaldía ha enfrentado retos y transformaciones significativas. El crecimiento demográfico, la urbanización acelerada y los retos de la modernidad han sido desafíos constantes. La preservación del patrimonio histórico en armonía con el desarrollo urbano sostenible se ha convertido en una prioridad para las autoridades locales.

La Alcaldía Cuauhtémoc ha sido testigo de movimientos sociales y culturales que han dejado una huella indeleble en su identidad. La diversidad étnica, cultural y socioeconómica que la caracteriza la convierte en un mosaico vibrante y en constante evolución.

La administración de la alcaldía ha sido clave en el desarrollo y la implementación de políticas públicas destinadas a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Programas de revitalización

urbana, impulso a la cultura, promoción del turismo y acciones para garantizar la seguridad han sido algunas de las áreas prioritarias en las agendas gubernamentales.

En la actualidad, la Alcaldía Cuauhtémoc continúa siendo un faro de diversidad, historia y vitalidad en la Ciudad de México. Sus barrios tradicionales conviven con modernos desarrollos arquitectónicos, y su riqueza cultural se refleja en festivales, exposiciones y actividades que atraen a visitantes nacionales e internacionales.

El legado histórico y cultural de la Alcaldía Cuauhtémoc es un recordatorio constante de la riqueza y complejidad de la historia de México. Su papel como centro de convergencia de múltiples expresiones culturales y sociales la posiciona como un referente emblemático en el devenir de la ciudad y del país en su conjunto.

## 2. Geografía local

### Localización

La Alcaldía Cuauhtémoc se encuentra estratégicamente situada en el corazón de la Ciudad de México, abarcando una extensión de alrededor de 32 kilómetros cuadrados. Sus límites territoriales se entrelazan con otras alcaldías: al norte, limita con Miguel Hidalgo y Azcapotzalco; al este, con Venustiano Carranza e Iztacalco; al sur, con Benito Juárez; y al oeste, con Álvaro Obregón.

Geográficamente, la Alcaldía Cuauhtémoc se localiza entre las coordenadas aproximadas de 19.4272° N de latitud y 99.1557° O de longitud, convirtiéndola en un punto central dentro de la capital mexicana. Esta ubicación estratégica ha influido significativamente en su desarrollo como un epicentro cultural, financiero y residencial.

La diversidad geográfica de Cuauhtémoc se refleja en su paisaje urbano, donde se entrelazan barrios históricos con zonas modernas. Desde la majestuosidad arquitectónica de la Colonia Roma hasta los rascacielos corporativos de Paseo de la Reforma, esta alcaldía es un crisol de contrastes y dinamismo.

Sus coordenadas geográficas también han contribuido a su importancia como un centro neurálgico de la Ciudad de México, facilitando el acceso a importantes arterias viales, sistemas de transporte público y conexiones con otras zonas metropolitanas.

En resumen, la Alcaldía Cuauhtémoc, con sus límites territoriales claramente definidos y sus coordenadas geográficas centrales, es un punto focal no solo en el mapa de la Ciudad de México, sino también en su vida cultural, social y económica.

### 2.2.3 orografía

La orografía de la Alcaldía Cuauhtémoc es principalmente plana, con características topográficas que presentan variaciones sutiles en su relieve. Esta área no está dominada por montañas o colinas prominentes, pero muestra una leve elevación y depresiones menores en diferentes puntos.

Gran parte de la superficie de Cuauhtémoc se encuentra a una altitud media que oscila entre los 2,200 y 2,400 metros sobre el nivel del mar, siendo esta altitud característica de la Ciudad de México en general.

Aunque no hay formaciones montañosas notables, hay áreas con suaves elevaciones o ligeras pendientes, especialmente hacia el norte y el noroeste, donde la altitud puede aumentar ligeramente, generando diferencias mínimas en la topografía.

Esta topografía relativamente plana ha influido en la planificación urbana y el desarrollo de la infraestructura, facilitando la expansión y el diseño de calles y avenidas. Sin embargo, esta orografía también ha llevado a desafíos en la gestión del agua y el drenaje, aspectos importantes considerando la historia de la Ciudad de México construida sobre antiguos lagos y cuencas hidrográficas.

En resumen, la orografía de la Alcaldía Cuauhtémoc se caracteriza por ser mayormente plana, con suaves elevaciones y depresiones menores, lo que ha influido en la distribución urbana y los desafíos relacionados con la gestión del agua en la región.

### 2.2.4

#### Hidrografía

La hidrografía de la Alcaldía Cuauhtémoc se ve influenciada por la historia geológica de la Ciudad de México, que en su origen fue una región de lagos y cuencas hidrográficas. Sin embargo, debido a las transformaciones urbanas a lo largo de los años, la hidrografía natural ha sido intervenida y modificada significativamente.

Antiguamente, la zona que ahora ocupa Cuauhtémoc formaba parte del sistema lacustre de la cuenca del Valle de México, con lagos y ríos que fueron drenados durante el proceso de urbanización de la ciudad.

Hoy en día, gran parte de la hidrografía natural está canalizada y regulada por sistemas de drenaje urbano y redes de alcantarillado para controlar el flujo del agua y evitar inundaciones. Aunque existen algunos canales y pequeños arroyos subterráneos que originalmente formaban parte del sistema hidrológico de la región, muchos de ellos han sido modificados para adecuarlos a la infraestructura urbana.

El mantenimiento de cuerpos de agua naturales es limitado en esta alcaldía, pero se pueden encontrar algunos parques con fuentes ornamentales o pequeños cuerpos de agua artificiales que proporcionan un entorno estético y recreativo.

La gestión del agua es un aspecto importante debido a la compleja situación hidrológica de la Ciudad de México, donde se han implementado proyectos de infraestructura y control de inundaciones para manejar las lluvias y el drenaje pluvial.

En resumen, la hidrografía actual de la Alcaldía Cuauhtémoc se caracteriza por haber sido intervenida y controlada por sistemas de drenaje y redes urbanas, aunque conserva vestigios de su pasado lacustre en algunos parques y elementos de agua ornamentales.

#### 2.2.5 clima

La Alcaldía Cuauhtémoc, al igual que gran parte de la Ciudad de México, disfruta de un clima templado subhúmedo con una marcada estacionalidad en las lluvias. Este tipo de clima se caracteriza por variaciones moderadas de temperatura a lo largo del año y la presencia de una estación seca y otra lluviosa.

Las temperaturas en Cuauhtémoc son generalmente agradables, con promedios que varían entre los 12°C y los 26°C. Los meses más cálidos tienden a ser de marzo a mayo, con temperaturas máximas que pueden alcanzar los 28°C o más durante el día. Los meses más frescos se ubican entre noviembre y febrero, con mínimas que ocasionalmente descienden hasta los 5°C o menos durante la noche.

La temporada de lluvias se extiende principalmente de junio a septiembre, siendo julio y agosto los meses más lluviosos. Durante este período, se pueden experimentar lluvias intensas y regulares,

aunque suelen ser de corta duración y seguidas por períodos soleados. Esta temporada de lluvias contribuye a refrescar el ambiente y mantener la vegetación en la zona.

En contraste, la temporada seca, que abarca de octubre a mayo, presenta días predominantemente soleados y con menos precipitaciones. Sin embargo, es importante señalar que aunque estos meses son generalmente más secos, pueden presentarse algunas lluvias esporádicas.

Es fundamental tener en cuenta que la Ciudad de México, debido a su altitud, presenta variaciones climáticas dentro de sus distintas alcaldías, por lo que los datos climáticos pueden variar ligeramente en diferentes áreas de la metrópoli. En general, el clima templado subhúmedo de la Alcaldía Cuauhtémoc ofrece condiciones agradables para la vida cotidiana y actividades al aire libre durante la mayor parte del año.

#### 2.2.6 Flora

La Alcaldía Cuauhtémoc, a pesar de ser una zona altamente urbanizada, cuenta con una diversidad de espacios verdes que albergan una variada flora adaptada a las condiciones urbanas. Estos espacios incluyen parques, jardines, camellones y áreas arboladas que ofrecen un entorno más natural en medio de la ciudad.

La flora de Cuauhtémoc incluye una mezcla de especies nativas y plantas ornamentales que han sido introducidas para embellecer y mejorar el paisaje urbano. Entre las especies nativas, se pueden encontrar árboles como el ahuehuete (*Taxodium mucronatum*), el pirul (*Schinus molle*), el fresno (*Fraxinus spp.*) y el laurel de la India (*Ficus microcarpa*). Estos árboles proporcionan sombra, mejoran la calidad del aire y brindan un hábitat para la fauna urbana.

Además de las especies nativas, se pueden observar una gran cantidad de plantas ornamentales como bugambilias, rosales, jacarandas, palmeras y diversas especies de arbustos florales que aportan color y belleza estacional a los espacios verdes de la alcaldía.

En los parques y áreas ajardinadas, se suelen encontrar áreas con césped, cactus ornamentales, así como una variedad de plantas de ornato y herbáceas que forman parte de la vegetación decorativa de la zona.

Los esfuerzos de conservación y paisajismo han llevado a la introducción de especies vegetales que promueven la biodiversidad y la resistencia al entorno urbano, ayudando a mantener un equilibrio ecológico en medio de la urbanización.

Aunque la flora de la Alcaldía Cuauhtémoc está influenciada por la presencia urbana, los espacios verdes ofrecen un refugio para la biodiversidad vegetal, proporcionando beneficios estéticos, ambientales y contribuyendo al bienestar de los habitantes de la zona.

### 2.2.7 Fauna

La Alcaldía Cuauhtémoc, a pesar de ser una zona altamente urbanizada, alberga una sorprendente diversidad de fauna adaptada a la vida en entornos urbanos. Aunque la presencia de especies silvestres puede ser limitada debido al desarrollo urbano, se pueden encontrar diversas formas de vida animal en los parques, jardines y áreas verdes de la alcaldía.

Entre la fauna más común se encuentran aves como palomas, gorriones, mirlos, tórtolas y jilgueros, que han logrado adaptarse a los entornos urbanos y se pueden observar en parques y plazas. Además, algunas especies de aves rapaces como halcones y lechuzas encuentran refugio en áreas más arboladas.

En los parques y áreas ajardinadas, es posible avistar mariposas, abejas y otros insectos que encuentran en las flores y plantas ornamentales un hábitat propicio para su desarrollo.

En cuanto a la fauna terrestre, se pueden encontrar roedores como ratones y ardillas que han encontrado nichos urbanos para su supervivencia, especialmente en parques con vegetación densa. También es posible avistar reptiles como lagartijas y ocasionalmente serpientes no venenosas que se benefician de los espacios verdes y la presencia de insectos.

La diversidad de fauna en Cuauhtémoc se ve influenciada por la interacción con los seres humanos y las condiciones urbanas, lo que limita la presencia de especies silvestres más grandes. Sin embargo, la conservación de áreas verdes y la creación de entornos amigables para la fauna son esenciales para promover la biodiversidad en la zona.

A pesar del entorno urbano, la Alcaldía Cuauhtémoc alberga una sorprendente variedad de vida silvestre adaptada a las condiciones de la ciudad, ofreciendo a los residentes un vínculo con la naturaleza y la oportunidad de apreciar la belleza y diversidad de la fauna urbana.

Mapas:



### 3. Indicadores demográficos y estadísticas vitales:

#### 3.1 Población total

En enero de 2023, la población estimada de Cuauhtémoc superaba los 530,000 habitantes, convirtiéndola en una de las áreas más densamente pobladas de la Ciudad de México. Esta cifra se debe en gran parte a la concentración de actividades económicas, comerciales, culturales y residenciales en la zona, lo que la convierte en un imán para habitantes locales y migrantes de otras regiones de México y del extranjero.

La diversidad demográfica de la Alcaldía Cuauhtémoc es notable, con una mezcla heterogénea de grupos étnicos, clases sociales y culturas. Esta diversidad se refleja en la multiplicidad de barrios y

colonias que componen la alcaldía, desde la histórica Colonia Roma hasta la Zona Rosa y Santa María la Ribera, entre otros.

Además, Cuauhtémoc es conocida por su carácter cosmopolita, albergando una vibrante comunidad internacional gracias a la presencia de embajadas, instituciones gubernamentales, sedes corporativas y una amplia gama de opciones culturales y gastronómicas que atraen tanto a residentes como a visitantes.

La población de Cuauhtémoc se beneficia de la diversidad de oportunidades laborales, educativas y recreativas que ofrece la zona, aunque también enfrenta desafíos comunes a las áreas urbanas, como la congestión, la vivienda, la movilidad y la seguridad.

En resumen, la Alcaldía Cuauhtémoc es un crisol de culturas y actividades, donde la densidad poblacional se entrelaza con la riqueza cultural y la vitalidad urbana, creando un ambiente dinámico y diverso que define el pulso de la Ciudad de México.

### 3.2 Población y seguridad social

En la Alcaldía Cuauhtémoc, al igual que en el resto de la Ciudad de México, se cuenta con una variedad de servicios de seguridad social ofrecidos por distintas instituciones gubernamentales y organizaciones. Estos servicios están diseñados para proporcionar atención médica, apoyo social, asistencia en casos de emergencia, entre otros. Algunos de los servicios de seguridad social disponibles incluyen:

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS): Ofrece servicios de salud, como consultas médicas, hospitalización, cirugías, atención de enfermedades y accidentes, así como servicios de rehabilitación y programas de prevención.
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE): Brinda servicios de salud y prestaciones sociales a empleados del gobierno federal, incluyendo atención médica, hospitalización, medicamentos y servicios de asistencia social.
- Sistema de Salud Pública: La alcaldía cuenta con centros de salud y clínicas de atención primaria que ofrecen servicios médicos básicos, consultas generales, vacunación, atención materno-infantil y programas de prevención de enfermedades.
- Sistema de Emergencias Médicas (SAM): Proporciona atención prehospitalaria en casos de emergencias médicas, brindando servicios de ambulancia y atención inmediata en situaciones críticas.

- Protección Civil y Seguridad Pública: Estas instituciones se encargan de la seguridad ciudadana, la prevención de riesgos y la respuesta a emergencias, brindando servicios de seguridad en áreas públicas, asistencia en desastres naturales y prevención de accidentes.
- Programas Sociales del Gobierno: Se ofrecen programas sociales destinados a apoyar a grupos vulnerables, como adultos mayores, personas con discapacidad, madres solteras y familias en situación de vulnerabilidad, mediante subsidios, becas, asistencia alimentaria, entre otros.

Estos servicios forman parte de un sistema integral de seguridad social y bienestar en la Alcaldía Cuauhtémoc, destinados a garantizar el acceso a la salud, la protección social y la atención en situaciones de emergencia para los habitantes de la zona.

#### Densidad de población

alberga una población estimada que supera los 530,000 habitantes, convirtiéndola en una de las áreas más densamente pobladas de la metrópoli.

Esta densidad poblacional se debe a una serie de factores que incluyen la concentración de actividades comerciales, culturales, gubernamentales y residenciales en la zona. La alcaldía es un polo de atracción para residentes locales, migrantes de otras partes de México y personas de diferentes partes del mundo, gracias a la oferta laboral diversa, la amplia gama de servicios y oportunidades que ofrece.

Los diversos barrios y colonias que componen Cuauhtémoc están marcados por una multiplicidad de estilos de vida, grupos étnicos y culturas, lo que contribuye a la riqueza y complejidad demográfica de la zona. Desde la histórica Colonia Roma hasta la Zona Rosa y Santa María la Ribera, entre otros, cada área aporta su propia dinámica a la densa trama urbana de la alcaldía.

La alta densidad poblacional de Cuauhtémoc presenta desafíos como la congestión vehicular, la demanda de vivienda, la movilidad urbana y la preservación de espacios públicos. Sin embargo, también genera una energía vibrante, una oferta cultural diversa y una mezcla cosmopolita de ideas, tradiciones y estilos de vida que definen la identidad de la alcaldía.

En resumen, la Alcaldía Cuauhtémoc se destaca por su elevada densidad poblacional, siendo un reflejo de la vitalidad y la complejidad de la vida urbana en la Ciudad de México, donde la diversidad demográfica se entrelaza con la riqueza cultural y la intensidad cotidiana de sus habitantes.

#### 3.5 índice de envejecimiento

El Índice de Envejecimiento es una métrica clave que proporciona una perspectiva sobre la proporción de la población mayor de 65 años en relación con la población más joven en una determinada área. En el caso de la Alcaldía Cuauhtémoc, esta métrica ha experimentado transformaciones significativas en las últimas décadas, reflejando cambios demográficos y tendencias poblacionales.

## Índice de Envejecimiento en la Alcaldía Cuauhtémoc: Transformaciones y Perspectivas

### 1. Introducción

La Alcaldía Cuauhtémoc, una de las áreas más dinámicas de la Ciudad de México, ha sido testigo de cambios demográficos que han impactado su índice de envejecimiento. Este índice, que mide la proporción de personas mayores de 65 años en relación con la población más joven, ha evolucionado en los últimos años.

### 2. Evolución Demográfica

Se explorará la evolución histórica de la demografía en Cuauhtémoc, destacando cómo la población ha experimentado cambios en su estructura etaria a lo largo del tiempo. Se presentarán datos históricos que muestran cómo ha variado el índice de envejecimiento en décadas pasadas.

### 3. Factores que Influyen

Se abordarán los factores sociales, económicos y de salud que han contribuido a cambios en la estructura demográfica de la alcaldía. Se discutirá cómo la migración, la calidad de vida, los servicios de salud y otros factores han impactado la proporción de población mayor de 65 años.

### 4. Situación Actual

Se presentarán datos recientes sobre el índice de envejecimiento en la Alcaldía Cuauhtémoc, resaltando las tendencias actuales y la situación demográfica actual en términos de la proporción de personas mayores en relación con la población más joven.

### 5. Implicaciones y Desafíos

Se discutirán las implicaciones sociales, económicas y de políticas públicas asociadas con un índice de envejecimiento en aumento. Se explorarán desafíos como la atención médica para la población mayor, la planificación urbana y los sistemas de seguridad social.

### 6. Proyecciones Futuras

Se ofrecerán proyecciones y posibles escenarios basados en tendencias actuales, considerando cómo podría evolucionar el índice de envejecimiento en la Alcaldía Cuauhtémoc en los próximos años, y cómo esto podría impactar diversos aspectos de la vida urbana.

## 7. Conclusiones

Se resumirá la importancia del índice de envejecimiento en Cuauhtémoc y su relevancia para el desarrollo futuro de la alcaldía. Se enfatizarán las implicaciones de este indicador demográfico y las posibles estrategias para abordar sus efectos en la comunidad.

El índice de envejecimiento en la Alcaldía Cuauhtémoc es un indicador clave que refleja las transformaciones demográficas y plantea desafíos y oportunidades para el desarrollo urbano y social en esta dinámica área de la Ciudad de México.

### Reporte sobre la Migración y Nuevos Perfiles en la Alcaldía Cuauhtémoc

La Alcaldía Cuauhtémoc, en particular los barrios de la Roma y Condesa, ha experimentado un notable fenómeno de migración que involucra perfiles específicos como los nómadas digitales y los ex-pats, que han contribuido significativamente a la dinámica demográfica y social de la zona.

### Contexto Demográfico y Migratorio

#### 1. Atracción de Nómadas Digitales

Los nómadas digitales, profesionales que trabajan de manera remota y tienen la libertad de moverse entre lugares, han encontrado en la Roma-Condesa un entorno propicio gracias a su oferta cultural, calidad de vida, servicios y conectividad.

#### 2. Perfil de Ex-Pats

Los ex-pats, individuos que residen temporal o permanentemente fuera de su país de origen, han elegido la Roma-Condesa por su atractivo cosmopolita, seguridad, oferta gastronómica y acceso a servicios de calidad.

### Impacto en la Alcaldía Cuauhtémoc

#### 1. Transformación Demográfica

Estos nuevos flujos migratorios han influido en la composición demográfica de la zona, con un aumento de la población joven y multicultural, generando una mezcla interesante de culturas y estilos de vida.

#### 2. Revitalización Económica

La llegada de estos perfiles ha impulsado la economía local, con la apertura de negocios, cafeterías, espacios de coworking y emprendimientos que se adaptan a las necesidades de estos nuevos residentes.

## Retos y Oportunidades

### 1. Gentrificación y Vivienda

El crecimiento de esta comunidad ha generado preocupaciones sobre la gentrificación y el aumento de los costos de vivienda, lo que podría impactar la accesibilidad para la población local.

### 2. Integración Social

El reto radica en lograr una convivencia armónica entre los nuevos residentes y la comunidad local, promoviendo la inclusión y el respeto por la identidad y diversidad cultural de la zona.

## Conclusiones

La migración de nómadas digitales y ex-pats hacia la Roma y Condesa ha generado una dinámica interesante en la Alcaldía Cuauhtémoc, aportando diversidad cultural, revitalización económica y desafíos sociales. La gestión equitativa de estos cambios será fundamental para asegurar un desarrollo sostenible y armónico en la zona.

## Tasa de Natalidad y Fecundidad en Cuauhtémoc

### 1. Tasa de Natalidad

La tasa de natalidad, que representa el número de nacimientos por cada mil habitantes en un año determinado, ha mostrado un descenso. Esto se debe a factores como la urbanización, mayor acceso a la educación y a métodos anticonceptivos, así como cambios en los roles familiares y laborales.

### 2. Tasa de Fecundidad

La tasa de fecundidad, que indica la cantidad promedio de hijos por mujer en edad fértil, también ha experimentado una reducción. Esto se relaciona con la postergación del inicio de la maternidad, mayor participación de la mujer en el ámbito laboral y la planificación familiar.

## Implicaciones Sociales y Económicas

### 1 Cambios en la Estructura Poblacional

La disminución de la tasa de natalidad y fecundidad ha llevado a cambios en la estructura demográfica, con un aumento proporcional de la población adulta y adulta mayor en comparación con la población joven.

#### Retos y Oportunidades

Estos cambios demográficos plantean desafíos y oportunidades en términos de políticas públicas, sistemas de salud, seguridad social y planificación urbana para adaptarse a una población envejecida y a necesidades cambiantes.

#### Indicadores sociales.

La Alcaldía Cuauhtémoc, un núcleo urbano en constante evolución en la Ciudad de México, presenta una serie de indicadores sociales que reflejan tanto su dinamismo como sus desafíos en áreas fundamentales como la educación, los grupos vulnerables y el acceso a la vivienda.

#### Educación

El acceso a la educación en Cuauhtémoc es diverso. La alcaldía alberga una variedad de instituciones educativas, desde escuelas públicas hasta prestigiosos colegios privados y universidades. Sin embargo, persisten desigualdades en el acceso equitativo a una educación de calidad, especialmente en áreas marginadas. Los programas de becas y apoyo escolar han sido implementados, pero se requieren esfuerzos adicionales para cerrar la brecha educativa.

#### Grupos Vulnerables

La diversidad demográfica de Cuauhtémoc incluye a diversos grupos vulnerables, como personas de la tercera edad, personas con discapacidad y migrantes. Aunque se han desarrollado programas sociales para brindar apoyo, como servicios de salud específicos y programas de asistencia, persisten retos en la integración plena y la garantía de sus derechos.

#### Acceso a la Vivienda

La alcaldía enfrenta desafíos en cuanto al acceso a la vivienda. A pesar de contar con una oferta diversa, los altos costos de los inmuebles en áreas céntricas han generado dificultades para la adquisición de vivienda propia. Los programas de vivienda social han sido implementados, aunque se requiere una mayor oferta accesible para garantizar la habitabilidad equitativa en la zona.

## Estrategias y Desafíos

### Desarrollo de Infraestructura Educativa

Invertir en infraestructura educativa, mejorar la calidad de la enseñanza y promover programas de inclusión para poblaciones marginadas son estrategias clave para cerrar brechas educativas.

### Protección y Apoyo a Grupos Vulnerables

Fortalecer políticas de inclusión, brindar acceso igualitario a servicios de salud y fomentar programas de inserción laboral son aspectos cruciales para proteger y apoyar a los grupos vulnerables en la alcaldía.

### Acceso a Vivienda Asequible

Fomentar programas de vivienda asequible, así como políticas de regulación de precios y programas de apoyo financiero, son esenciales para garantizar el acceso equitativo a la vivienda en Cuauhtémoc.

## Conclusiones

La Alcaldía Cuauhtémoc enfrenta retos y oportunidades en sus indicadores sociales. El acceso equitativo a la educación, la protección de grupos vulnerables y el acceso a viviendas asequibles son aspectos fundamentales para promover la equidad y la inclusión en esta dinámica zona urbana. El desarrollo de políticas públicas integrales y el compromiso con la igualdad social son clave para impulsar el bienestar colectivo en la alcaldía.

### **CAPITULO III**

## **DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD RECEPTORA EN SALUD, INFRAESTRUCTURA, RECURSOS FÍSICOS Y HUMANOS**

El hospital infantil de México Federico Gómez es una institución de tercer nivel que forma parte de la comisión coordinadora de los institutos nacionales de salud y hospitales alta especialidad. Es considerado como el primer insituto nacional de salud y se rige bajo la jurisdicción de la secretaría de salud federal.

Fundado el 23 de junio de 1943 bajo la dirección del doctor Federico Gómez Santos es el primer hospital de latinoamérica dedicado a la atención de los niños y ha sido considerado como ejemplo de excelencia desde hace más de 80 años.

Por decreto del congreso de la unión, el 23 de junio de 1943, se consideró al hospital como un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con el objeto social de cumplir 3 acciones:

- Proporcionar atención médica necesaria para los niños que lo requieran
- Fortalecer la enseñanza de la pediatría a través de los medio y canales adecuados.
- Iniciar la investigación científica de problemas médico-sociales de la niñez mexicana.

La investigación, por lo tanto, es una de las actividades prioritarias del instituto y que tiene como inicio y fin de todos sus actos el bienestar de la niñez mexicana.

Infraestructura:

El primer edificio del hospital infantil de México fue diseñado por el Arquitecto José Villagrán, sin embargo este fue dañado irremediamente por un sismo en 1957 escala 7.2 Richter. Posterior a esto, se diseñaron los tres edificios en los cuales actualmente se brindan los servicios hospitalarios en esta institución: El Edificio Mundet en 1970, edificio Federico Gómez en 1994 y el edificio de Hemato-Oncología e investigación en 2012.

Programas de salud

Los programas de salud que se brindan en esta institución son los servicios de consulta externa, medicina preventiva y hospitalización en las siguientes áreas: Pediatría general y genética médica. Así mismo, se atienden las siguientes subespecialidades pediátricas:

Alergia e inmunología clínica pediátrica, anestesiología pediátrica, cardiología pediátrica, cirugía cardiotorácica pediátrica, cirugía pediátrica, dermatología pediátrica, endocrinología pediátrica, gastroenterología pediátrica, hematología pediátrica, infectología, medicina crítica pediátrica, nefrología pediátrica neonatología, neumología pediátrica, neurocirugía pediátrica, neurología pediátrica, oncología pediátrica, otorrinolaringología pediátrica, reumatología pediátrica y urgencias pediátricas. A su vez, se brindan también los siguientes servicios de alta especialidad en medicina: Algología pediátrica, cardiología intervencionista pediátrica, cirugía laparoscópica, cirugía neonatal, cirugía oncológica pediátrica, diabetes mellitus en el niño y el adolescente, ecocardiografía pediátrica, medicina del enfermo pediátrico cardiovascular en estado crítico, medicina en cuidados paliativos en pediatría, neurofisiología otológica pediátrica, ortopedia pediátrica, pediatría del desarrollo, radiooncología pediátrica, rehabilitación pediátrica, trasplante de células hematopoyéticas pediátricas, trasplante renal y urología pediátrica.

En investigación se cuentan diversas unidades médicas y laboratorios agrupados en dos divisiones:

Por parte del área de investigación clínica se encuentran las áreas de neurodesarrollo, cardiopatías congénitas, bacteriología intestinal, enfermedades metabólicas y obesidad y diabetes, investigación y diagnóstico en metabolismo mineral óseo, enfermedades oncológicas y enfermedades infecciosas.

Por parte del área de investigación biomédica se cuenta con las unidades y laboratorios de inmunología y proteómica, biología del desarrollo y teratogénesis, farmacología y toxicología, inmunoquímica, neurociencias, parasitología, patología experimental, ingeniería de tejidos, patogenicidad bacteriana y virología y cáncer.

Finalmente, en el departamento de investigación socio-epidemiológica se encuentra el área de epidemiología clínica, medicina basada en evidencias y biología computacional y diseño de fármacos

## **Capítulo IV**

### **Conclusiones**

#### **Conclusiones respecto a mi formación como persona**

Realizar el servicio social en el HIM, específicamente en un laboratorio de microbiología ha brindado una invaluable oportunidad para fusionar la teoría académica con la aplicación práctica, contribuyendo de manera significativa a mi formación como persona. La experiencia ha fortalecido mi comprensión de los principios microbiológicos, pero, más allá de eso, ha fomentado habilidades cruciales como la resolución de problemas, la colaboración en equipo y la gestión eficiente del tiempo.

En el contexto del servicio social, he tenido la oportunidad de trabajar en proyectos que impactan directamente en la salud pública y la investigación científica. Este compromiso social ha ampliado mi perspectiva sobre la importancia de la ciencia en la sociedad y ha despertado mi interés en contribuir de manera continua al bienestar común

Además, la interacción con colegas, investigadores y profesionales en el laboratorio ha enriquecido mi desarrollo interpersonal y mi capacidad para comunicar de manera efectiva conceptos científicos complejos. Esta experiencia ha sido fundamental para consolidar mi identidad como individuo comprometido con el aprendizaje continuo y la aplicación ética del conocimiento adquirido.

En resumen, el servicio social en el laboratorio de microbiología no solo ha enriquecido mi formación académica, sino que también ha moldeado mi carácter, fomentando valores de responsabilidad social, trabajo en equipo y una apreciación más profunda de la importancia de la ciencia en El ámbito clínico la sociedad. Estoy seguro de que estas lecciones y experiencias continuarán guiando mi camino personal y profesional en el futuro.

## **Conclusiones respecto a mi formación profesional**

Respecto a mi formación profesional tras realizar mi servicio social en investigación en un laboratorio de microbiología son significativas. Esta experiencia ha enriquecido mi comprensión de los fundamentos científicos que respaldan la medicina general.

Durante este periodo, pude aplicar y consolidar los conocimientos adquiridos en mi formación académica en un entorno práctico. La inmersión en el laboratorio de microbiología ha fortalecido mi capacidad para abordar problemas médicos desde una perspectiva más amplia, considerando los aspectos microbianos y moleculares.

Aprendí a manejar técnicas avanzadas de laboratorio, lo cual amplió mi conjunto de habilidades y me proporcionó una comprensión más profunda de los procesos biológicos. Esto, a su vez, ha mejorado mi capacidad para interpretar resultados de pruebas diagnósticas y aplicar tratamientos más precisos a mis pacientes en la práctica de la medicina general.

Además, la experiencia en investigación me ha permitido entender la importancia de la actualización constante en el ámbito médico. La rápida evolución de la microbiología y las investigaciones asociadas resalta la necesidad de mantenerse informado sobre los avances científicos para brindar un cuidado de calidad a los pacientes.

En conclusión, mi servicio social en investigación en microbiología ha sido esencial para mi desarrollo profesional como médico general. La combinación de conocimientos teóricos y habilidades prácticas adquiridos en el laboratorio ha mejorado mi capacidad para ofrecer atención médica basada en evidencia y mantenerme actualizado en un campo tan dinámico como la microbiología. Este periodo de servicio social ha sido un componente valioso en mi formación integral como profesional de la salud.

## **Conclusiones en relación con mi aportación a la comunidad**

Al concluir mi servicio social en investigación, centrado en la búsqueda de una vacuna para las infecciones de vías urinarias y la caracterización de factores de virulencia en infecciones de vías urinarias crónicas, puedo destacar la contribución significativa a la comunidad y al avance de la salud pública.

En primer lugar, la participación activa en la investigación para encontrar una vacuna contra las infecciones de vías urinarias representa un esfuerzo significativo en la prevención de esta problemática de salud. El trabajo realizado no solo ha ampliado mi comprensión de las complejidades de estas infecciones, sino que también ha sentado las bases para posibles intervenciones preventivas que podrían beneficiar a la comunidad en general.

La caracterización de factores de virulencia en infecciones de vías urinarias crónicas ha permitido una comprensión más profunda de los mecanismos que perpetúan estas afecciones. Esta información es esencial para el desarrollo de estrategias de tratamiento más efectivas y específicas, lo que tiene un impacto directo en la mejora de la calidad de vida de aquellos afectados por estas infecciones.

Además, durante este servicio social, se estableció una conexión más estrecha entre el laboratorio de investigación y la comunidad. La difusión de información relevante sobre prevención y cuidado de infecciones de vías urinarias ha contribuido a la concienciación y educación de la población local sobre estas condiciones de salud, promoviendo prácticas más saludables y una atención médica más informada.

Es así que mi participación en la búsqueda de una vacuna y la caracterización de factores de virulencia en infecciones de vías urinarias ha representado no solo un avance científico, sino también una contribución tangible a la salud de la comunidad. Estos esfuerzos respaldan la idea de que la investigación aplicada puede tener un impacto directo y positivo en la prevención y tratamiento de enfermedades, enriqueciendo así mi experiencia y aportación a la sociedad durante mi servicio social.

## **Conclusiones con mi educación educativa**

Al culminar mi educación educativa en la UAM Xochimilco y mi servicio social en investigación en salud, la invaluable formación proporcionada por la UAM ha sido fundamental en mi desarrollo profesional.

La UAM Xochimilco ha sido un pilar esencial en mi formación, brindándome una sólida base teórica y práctica en el ámbito de la salud. La calidad de la educación recibida ha sido evidente durante mi servicio social en el Hospital Infantil de México, donde pude aplicar con éxito los conocimientos adquiridos en la universidad.

Particularmente, la formación en investigación que nos ofrece la UAM ha sido un diferenciador clave. La capacidad de llevar a cabo investigaciones en salud de manera rigurosa y ética ha sido un activo valioso durante mi servicio social. La UAM ha cultivado en mí una mentalidad investigadora que ha influido positivamente en mi desempeño en el ámbito clínico y en proyectos de investigación aplicada.

El servicio social en el Hospital Infantil de México ha sido la culminación de esta formación, permitiéndome integrar la teoría con la práctica y contribuir al avance del conocimiento en salud. La experiencia en el hospital ha reforzado la importancia de la investigación en la mejora continua de la atención médica, y la formación de la UAM ha sido el cimiento que sustenta mi participación activa en este proceso.

En conclusión, la educación educativa en la UAM Xochimilco, especialmente la formación en investigación, ha sido esencial para mi crecimiento profesional. El servicio social en el Hospital Infantil de México no solo ha sido una aplicación práctica de estos conocimientos, sino también una evidencia tangible de la calidad de la formación recibida en la UAM, marcando así un hito significativo en mi desarrollo académico y profesional.

## Bibliografía:

- Acevedo-Monroy, S. E., Méndez-Alemán, J. M., Castro-Mendoza, I., Mojica-Sánchez, M. A., & Verdugo-Rodríguez, A. (2022). Use of a recombinant positive control in the diagnostic of canine Ehrlichiosis from 16sRNA gen of Ehrlichia canis in Mexico City. *Archives of Microbiology*, 204(10), 616. <https://doi.org/10.1007/s00203-022-03227-8>
- Ahumada-Cota, R. E., Hernandez-Chiñas, U., Milián-Suazo, F., Chávez-Berrocal, M. E., Navarro-Ocaña, A., Martínez-Gómez, D., Patiño-López, G., Salazar-Jiménez, E. P., & Eslava, C. A. (2020). Effect and Analysis of Bacterial Lysates for the Treatment of Recurrent Urinary Tract Infections in Adults. *Pathogens*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020102>
- Ashida, H., & Sasakawa, C. (2016). Shigella IpaH Family Effectors as a Versatile Model for Studying Pathogenic Bacteria. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2015.00100>
- Blank, T. E., Zhong, H., Bell, A. L., Whittam, T. S., & Sonnenberg, M. S. (2000). Molecular Variation among Type IV Pilin (bfpA) Genes from Diverse Enteropathogenic Escherichia coli Strains. *Infection and Immunity*, 68(12), 7028-7038. <https://doi.org/10.1128/iai.68.12.7028-7038.2000>
- Burmeister, A. R. (2015). Horizontal Gene Transfer. *Evolution, Medicine, and Public Health*, 2015(1), 193-194. <https://doi.org/10.1093/emph/eov018>
- Cowan, S. T. (1993). *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria*. Cambridge University Press.
- Croxen, M. A., Law, R. J., Scholz, R., Keeney, K. M., Wlodarska, M., & Finlay, B. B. (2013). Recent Advances in Understanding Enteric Pathogenic Escherichia coli. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(4), 822-880. <https://doi.org/10.1128/cmr.00022-13>
- da Silva, L. C., de Mello Santos, A. C., & Silva, R. M. (2017). Uropathogenic Escherichia coli pathogenicity islands and other ExPEC virulence genes may contribute to the genome variability of enteroinvasive E. coli. *BMC Microbiology*, 17(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s12866-017-0979-5>
- Sonnenberg, M. S., Tacket, C. O., James, S. P., Losonsky, G., Nataro, J. P., Wasserman, S. S., Kaper, J. B., & Levine, M. M. (1993). Role of the eaeA gene in experimental enteropathogenic Escherichia coli infection. *The Journal of Clinical Investigation*, 92(3), 1412-1417. <https://doi.org/10.1172/JCI116717>
- Ejrnæs, K. (2011). Bacterial characteristics of importance for recurrent urinary tract infections caused by Escherichia coli. *Danish Medical Bulletin*, 58(4), B4187.
- Flores-Mireles, A. L., Walker, J. N., Caparon, M., & Hultgren, S. J. (2015). Urinary tract infections: Epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nature Reviews Microbiology*, 13(5), 269-284. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3432>
- Foxman, B. (2010). The epidemiology of urinary tract infection. *Nature Reviews Urology*, 7(12), 653-660. <https://doi.org/10.1038/nrurol.2010.190>
- Fratamico, P. M., DebRoy, C., Liu, Y., Needleman, D. S., Baranzoni, G. M., & Feng, P. (2016). Advances in Molecular Serotyping and Subtyping of Escherichia coli†. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.00644>
- Gadea, M. D. P., Deza, N., Mota, M. I., Carbonari, C., Robatto, M., D'Astek, B., Balseiro, V., Bazet, C., Rüginitz, E., Livrelli, V., Schelotto, F., Rivas, M., & Varela, G. (s. f.). Two cases of urinary tract infection caused by Shiga toxin-producing Escherichia coli O157:H7 strains.

Garza-Montúfar, M. E., & Treviño-Valdez, P. D. (s. f.). Resistencia bacteriana y comorbilidades presentes en pacientes urológicos ambulatorios con urocultivos positivos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*.

Gupta, K., Hooton, T. M., Naber, K. G., Wullt, B., Colgan, R., Miller, L. G., Moran, G. J., Nicolle, L. E., Raz, R., Schaeffer, A. J., & Soper, D. E. (2011). International Clinical Practice Guidelines for the Treatment of Acute Uncomplicated Cystitis and Pyelonephritis in Women: A 2010 Update by the Infectious Diseases Society of America and the European Society for Microbiology and Infectious Diseases. *Clinical Infectious Diseases*, 52(5), e103-e120. <https://doi.org/10.1093/cid/ciq257>

Hannan, T. J., Totsika, M., Mansfield, K. J., Moore, K. H., Schembri, M. A., & Hultgren, S. J. (2012). Host-pathogen checkpoints and population bottlenecks in persistent and intracellular uropathogenic *Escherichia coli* bladder infection. *FEMS Microbiology Reviews*, 36(3), 616-648. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2012.00339.x>

Hernández-Chiñas, U., Chávez-Berrocal, M. E., Ahumada-Cota, R. E., Navarro-Ocaña, A., Rocha-Ramírez, L. M., Pérez-del Mazo, Y., Alvarado-Cabello, M., Pérez-Soto, G., León-Alamilla, L. A., Acevedo-Monroy, S. E., Esquiliano, D., Raya-Rivera, A. M., & Eslava, C. A. (2021). Prospective Study in Children with Complicated Urinary Tract Infection Treated with Autologous Bacterial Lysates. *Microorganisms*, 9(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091811>

Hoorzook, K. B., & Barnard, T. G. (2022). Culture independent DNA extraction method for bacterial cells concentrated from water. *Methods X*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101653>

Jang, S. S. (1986). *A Diagnostic Manual of Veterinary Clinical Bacteriology and Mycology*.

Joffré, E., & Sjöling, Å. (2016). The LT1 and LT2 variants of the enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) heat-labile toxin (LT) are associated with major ETEC lineages. *Gut Microbes*, 7(1), 75-81. <https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1127480>

Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. T. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.1038/nrmicro818>

Kim, J.-S., Lee, M.-S., & Kim, J. H. (2020). Recent Updates on Outbreaks of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* and Its Potential Reservoirs. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 273. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00273>

Kõljalg, S., Truusalu, K., Vainumäe, I., Stsepetova, J., Sepp, E., & Mikelsaar, M. (2009). Persistence of *Escherichia coli* Clones and Phenotypic and Genotypic Antibiotic Resistance in Recurrent Urinary Tract Infections in Childhood. *Journal of Clinical Microbiology*, 47(1), 99-105. <https://doi.org/10.1128/JCM.01419-08>

Louie, M., de Azavedo, J. C., Handelsman, M. Y., Clark, C. G., Ally, B., Dytoc, M., Sherman, P., & Brunton, J. (1993). Expression and characterization of the *eaeA* gene product of *Escherichia coli* serotype O157:H7. *Infection and Immunity*, 61(10), 4085-4092. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC281128/>

Luo, Y., Ma, Y., Zhao, Q., Wang, L., Guo, L., Ye, L., Zhang, Y., & Yang, J. (2012). Similarity and divergence of phylogenies, antimicrobial susceptibilities, and virulence factor profiles of *Escherichia coli* isolates causing recurrent urinary tract infections that persist or result from reinfection. *Journal of Clinical Microbiology*, 50(12), 4002-4007. <https://doi.org/10.1128/JCM.02086-12>

*Morbilidad Nacional*. (s. f.). Recuperado 7 de diciembre de 2023, de [https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/morbilidad\\_nacional.html](https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/morbilidad_nacional.html)

Morin, N., Santiago, A. E., Ernst, R. K., Guillot, S. J., & Nataro, J. P. (2013). Characterization of the AggR Regulon in Enteroaggregative *Escherichia coli*. *Infection and Immunity*, 81(1), 122-132. <https://doi.org/10.1128/iai.00676-12>

Nascimento, J. A. S., Santos, F. F., Santos-Neto, J. F., Trovão, L. O., Valiatti, T. B., Pinaffi, I. C., Vieira, M. A. M., Silva, R. M., Falsetti, I. N., Santos, A. C. M., & Gomes, T. A.

T. (2022). Molecular Epidemiology and Presence of Hybrid Pathogenic *Escherichia coli* among Isolates from Community-Acquired Urinary Tract Infection. *Microorganisms*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020302>

Nascimento, J. A. S., Santos, F. F., Valiatti, T. B., Santos-Neto, J. F., M. Santos, A. C., Cayô, R., Gales, A. C., & A. T. Gomes, T. (2021). Frequency and Diversity of Hybrid *Escherichia coli* Strains Isolated from Urinary Tract Infections. *Microorganisms*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040693>

Nataro, J. P., & Kaper, J. B. (1998). *Diarrheagenic Escherichia coli*. 11.

Paniagua-Contreras, G. L., Monroy-Pérez, E., Rodríguez-Moctezuma, J. R., Domínguez-Trejo, P., Vaca-Paniagua, F., & 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. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 50(4), 478-485. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2015.08.005>

Penzel, A., Schützlér, K., Dröge, J., Mellmann, A., Ehricht, R., Engelmann, I., Braun, S. D., Schleenvoigt, B. T., Löffler, B., & Rödel, J. (2020). Rapid culture-based identification of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and *Shigella* spp./Enteroinvasive *E. coli* using the eazyplex® EHEC complete assay. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 39(1), 151-158. <https://doi.org/10.1007/s10096-019-03704-x>

Price, M. N., Dehal, P. S., & Arkin, A. P. (2008). Horizontal gene transfer and the evolution of transcriptional regulation in *Escherichia coli*. *Genome Biology*, 9(1), R4. <https://doi.org/10.1186/gb-2008-9-1-r4>

Reitzer, L., & Zimmern, P. (2019). Rapid Growth and Metabolism of Uropathogenic *Escherichia coli* in Relation to Urine Composition. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(1), 10.1128/cmr.00101-19. <https://doi.org/10.1128/cmr.00101-19>

Tarr, P. I., Fouser, L. S., Stapleton, A. E., Wilson, R. A., Kim, H. H., Vary, J. C., & Clausen, C. R. (1996). Hemolytic–Uremic Syndrome in a Six-Year-Old Girl after a Urinary Tract Infection with Shiga-Toxin–Producing *Escherichia coli* O103:H2. *New England Journal of Medicine*, 335(9), 635-638. <https://doi.org/10.1056/NEJM199608293350905>

Tenaillon, O., Skurnik, D., Picard, B., & Denamur, E. (2010). The population genetics of commensal *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 8(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2298>

Terlizzi, M. E., Gribaudo, G., & Maffei, M. E. (2017). UroPathogenic *Escherichia coli* (UPEC) Infections: Virulence Factors, Bladder Responses, Antibiotic, and Non-antibiotic Antimicrobial Strategies. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01566>

Toval, F., Schiller, R., Meisen, I., Putze, J., Kouzel, I. U., Zhang, W., Karch, H., Bielaszewska, M., Mormann, M., Müthing, J., & Dobrindt, U. (2014). Characterization of Urinary Tract Infection-Associated Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*. *Infection and Immunity*, 82(11), 4631-4642. <https://doi.org/10.1128/iai.01701-14>

Tullus, K., & Shaikh, N. (2020). Urinary tract infections in children. *The Lancet*, 395(10237), 1659-1668. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30676-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30676-0)