

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**IDENTIFICACIÓN DE AGENTES BACTERIANOS
INVOLUCRADOS EN INFECCIONES URINARIAS, EN GATOS
ATENDIDOS EN DOS CLÍNICAS VETERINARIAS EN LA
CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE EL AÑO 2021**

ANDREA MARÍA HESSE ZETINA

Médica Veterinaria

GUATEMALA, MAYO DE 2023

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**IDENTIFICACIÓN DE AGENTES BACTERIANOS
INVOLUCRADOS EN INFECCIONES URINARIAS, EN GATOS
ATENDIDOS EN DOS CLÍNICAS VETERINARIAS EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA DURANTE EL AÑO 2021**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DE LA FACULTAD

POR

ANDREA MARÍA HESSE ZETINA

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de licenciado

GUATEMALA, MAYO DE 2023

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	M.A. Rodolfo Chang Shum
SECRETARIA	M.Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez
VOCAL I	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III	M.V. Edwin Rigoberto Herrera Villatoro
VOCAL IV	Br. César Francisco Monzón Castellanos
VOCAL V	P. Agr. Jorge Pablo Rosales Roca

ASESORES

M.V. MARÍA ANDREA CARBONELL PILOÑA

M.V. EDUARDO ERNESTO JOACHIN OROZCO

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**IDENTIFICACIÓN DE AGENTES BACTERIANOS
INVOLUCRADOS EN INFECCIONES URINARIAS, EN GATOS
ATENDIDOS EN DOS CLÍNICAS VETERINARIAS EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA DURANTE EL AÑO 2021**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS Por brindarme la sabiduría y la voluntad necesaria en cada proceso y por cada oportunidad de aprendizaje. Por nunca dejarme sola y por siempre darme la fuerza para seguir adelante.

MI MAMÁ Beatriz Zetina, por acompañarme en esta vida, por brindarme las herramientas para continuar en cada paso que doy, por ser un excelente ser humano, por que continuemos riendo y bailando por mucho tiempo, por enseñarme lo que es el amor incondicional y por siempre estar junto a mí en todo momento. Te amo.

MI PAPÁ Herbert Hesse, por brindarme el conocimiento de cosas que solamente tú podrías, por ser mi amigo, por cada momento de felicidad compartido, por inculcarme la congruencia y por siempre estar a mi lado. Te amo.

MI HERMANITA Emma Hesse, por estar en mi vida, por ser un ser noble y lleno de luz y, por inspirarme a ser un mejor ser humano. Por tu felicidad.

MIS ABUELITOS Blanqui y Meme Zetina, por estar siempre para mí en cada momento de mi vida, por arroparme y abrirme las puertas de su casa, por brindarme el cariño y apoyo incondicional todos los días. Por siempre creer en mí. Wilma Aparicio, por brindarme tu apoyo y cariño incondicional durante toda mi vida.

MI FAMILIA Marielos, Pablito y Desiereé por ser colegas, por ayudarnos y apoyarnos durante toda la vida profesional y en los momentos más duros. Tías, tíos, primas y primos, por su apoyo y cariño durante mi vida y carrera profesional. Un abrazo grande.

- EDUARDO J.** Por formar parte de mi vida, por enseñarme tantas cosas importantes, profesionales y personales, por tantas experiencias compartidas, por tu apoyo y cariño incondicional. Te quiero mucho.
- MIS AMIGOS** Bitia y Rossana, por su amistad verdadera desde que somos chiquitas y por compartir esta vida conmigo. Jenni, Andrea, Rosa, Walter, Maldo, Vincent, Josue, Nats, Karen, Sebas y Oscar por ser parte de esta gran experiencia, por su amistad durante todos estos años, por compartir tantos buenos momentos y por formar parte de este momento.
- MIS MASCOTAS** Sponky, Horus y Kimba. Sponky te extraño, espero verte al final del arcoíris. A los tres, gracias por enseñarme lo que significa el amor verdadero, la lealtad y nobleza. Por estar junto a mí día tras día y llegar a mi vida. Por alegrarme todos los días y siempre recibirme con felicidad. Por inspirarme a estudiar veterinaria y continuar siendo una mejor profesional.
- LOS ANIMALES** Por formar parte de mi crecimiento profesional. Por darme la oportunidad de crear una profesión gracias a sus cuidados. Por cada uno ser un ser especial que llega a mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

M.V. Eduardo Joachin por su paciencia y conocimiento brindado y por todas las oportunidades. M.V. Andrea Carbonell por brindarme su apoyo y profesionalismo durante este largo proceso.

MIS CATEDRÁTICOS

Por cada enseñanza y conocimiento compartido durante toda la carrera y profesión.

A LA FMVZ

Por abrirme las puertas para estudiar esta carrera tan increíble. Por los conocimientos adquiridos durante todos estos años.

A LOS M.V.

Javier Sandoval, Liz Morales y Carlos de León por sus conocimientos compartidos de la Medicina Veterinaria durante mi época laboral.

A LA MEDICINA VET.

Por permitirme crear una vida gracias a esta carrera. Por cada aprendizaje nuevo, por cada momento retador y gratificante. Por brindarme las herramientas para ayudar a todo ser que lo necesite.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS	3
III.	OBJETIVOS	4
	3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	4.1 INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO (ITU)	5
	4.2 PATOGENIA.....	6
	4.3 SINTOMATOLOGÍA	7
	4.4 MECANISMOS DE DEFENSA DEL HOSPEDERO.....	8
	4.5 INFECCIONES COMPLICADAS FRENTE A NO COMPLICADAS DEL APARATO URINARIO.....	9
	4.6 DIAGNÓSTICO.....	11
	4.7 ANTECEDENTES.....	15
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
	5.1 MATERIALES	17
	5.2 METODOLOGÍA	18
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
VII.	CONCLUSIONES.....	24

VIII. RECOMENDACIONES	25
IX. RESUMEN	26
SUMMARY.....	27
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
XI. ANEXOS	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Diagnóstico de enfermedades de vías urinarias.	32
Cuadro No. 2. Tratamiento de infecciones de vías urinarias.....	33
Cuadro No. 3. Identificación de bacterias en Agar Cromo UTI	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Porcentaje de muestras positivas y negativas.....	35
Figura No. 2. Géneros bacterianos aislados.....	36
Figura No. 3. Porcentaje de microorganismos más comunes en el estudio.	36

I. INTRODUCCIÓN

La infección de vías urinarias en gatos es una de las razones más frecuentes por la que se presentan a consulta en la clínica de especies menores. Una infección de tracto urinario puede desencadenar un papel significativo en una afección común como la cistitis idiopática felina. Así mismo afecta gatos de diferentes edades.

Actualmente no existe un estudio a nivel nacional que identifique los agentes bacterianos involucrados en estas infecciones, así como la sensibilidad a antibióticos que éstos tengan.

Las infecciones urinarias de origen bacteriano son de las razones más importantes para el uso de fármacos antimicrobianos en medicina veterinaria; las cuales contribuyen a la disminución de la sensibilidad antibiótica bacteriana si estos no se utilizan adecuadamente. Un estudio europeo en el año 2016 documentó niveles de resistencia antimicrobiana y sensibilidad antibiótica por medio de un urocultivo en países como Italia, Grecia, Portugal, España, Dinamarca y Suecia. *Escherichia coli* se aisló con 48.2% en Portugal a diferencia de Dinamarca con sólo 2.9% (Dorsch et al, 2019).

El tratamiento adecuado para una infección de tracto urinario da buenos resultados sin importar si es una infección primaria o secundaria. La erradicación es de vital importancia por varios motivos. Cuando esta no se trata, la infección vesical puede ascender hacia los riñones y finalmente deteriorar la funcionalidad renal. El aumento de microorganismos bacterianos puede agravar anomalías no infecciosas de la ruta urinaria como uretritis, cistitis, desórdenes miccionales,

urolitiasis y neoplasias. Además, la eliminación de una infección de esta naturaleza muchas veces es importante para obtener una respuesta eficaz en el tratamiento de procesos extraurinarios como por ejemplo en gatos diabéticos.

Además, no existen pruebas en el medio sobre la sensibilidad antibiótica que las bacterias causantes de infecciones urinarias puedan tener a los tratamientos convencionales usados en la clínica diaria. Esto es de importancia relevante ya que la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) dicta en su informe del Código Sanitario para los Animales Terrestres que como médicos veterinarios debemos seguir normas en terapias antimicrobianas. El uso de agentes antimicrobianos debe ser respaldado científicamente para aumentar la eficacia terapéutica y/o el espectro de actividad (Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE], 2015).

Evaluar la sensibilidad de antimicrobianos de diferentes bacterias aisladas en muestras biológicas tiene como objetivos fundamentales guiar al médico a elegir el mejor tratamiento individual y monitorizar la evolución de la resistencia bacteriana. Esto, con el fin de revisar el espectro del antimicrobiano y actualizar los tratamientos empíricos (Cercenado & Saavedra-Lozano, 2009).

Este estudio pretende identificar qué agentes bacterianos están involucrados en gatos con infecciones de vías urinarias. Así mismo determinar la sensibilidad de las bacterias aisladas hacia agentes antimicrobianos de uso más común y favorecer el abordaje del tratamiento.

II. HIPÓTESIS

No aplica, debido a que es un estudio descriptivo.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Contribuir a la identificación de agentes bacterianos involucrados en infecciones de vías urinarias en gatos.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los agentes bacterianos involucrados en infecciones de vías urinarias y su frecuencia en gatos atendidos en dos clínicas veterinarias de la ciudad de Guatemala.
- Determinar la sensibilidad antimicrobiana de las bacterias identificadas en los gatos estudiados.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Infección del tracto urinario (ITU)

Las infecciones del tracto urinario (ITU) son una causa importante en enfermedades del tracto urinario inferior en gatos. Es uno de los motivos más comunes para el uso de antibióticos en la medicina veterinaria y contribuyen al desarrollo de la resistencia bacteriana. La razón principal para el uso de antibióticos debería ser por la presencia de signos clínicos o enfermedades concurrentes (Dorsch et al., 2019).

La fisiopatología de la enfermedad se asocia al ascenso de bacterias por el tracto urinario y la colonización a los uréteres y riñones. Los microorganismos más frecuentes en una ITU felina son los siguientes:

- *Escherichia coli*
- *Enterococcus* sp
- *Proteus* sp
- *Staphylococcus* sp
- *Streptococcus* sp
- *Klebsiella* sp
- *Pseudomonas* sp
- *Pasteurella* sp

La incidencia de esta enfermedad en gatos tiende a variar según el estado físico del paciente. Se ha encontrado que diferentes factores de riesgo aumentan la

posibilidad de infección de tracto urinario, como por ejemplo gatos de edad avanzada, con problemas endócrinos y, enfermedad renal crónica; así como también los gatos de raza Persa y Manx (Nelson & Couto, 2010).

Las infecciones de tracto urinario inferior en gatos pueden clasificarse como no complicadas y complicadas, dependiendo de la causa y la sintomatología de las mismas. El sistema urinario felino puede sufrir de invasión microbiana cuando estas atacan cualquier porción del sistema urinario que habitualmente es estéril y, regularmente es secundaria a otros problemas o daños mencionados con anterioridad (August, 1993).

4.2 Patogenia

La patogenia de las infecciones de tracto urinario depende de los mecanismos de defensa del huésped y la virulencia del agente microbiano. Factores de virulencia intrínsecos de ciertas cepas bacterianas permiten la capacidad de invadir, colonizar y promover una enfermedad urinaria. La contaminación de microorganismos bacterianos en vías urinarias puede suceder mediante diversas alternativas. En ocasiones, las bacterias ingresan mediante la sangre o linfa o por extensión de infecciones de tejidos vecinos. Con mayor frecuencia, las bacterias ascienden desde los genitales externos y se alojan a lo largo de la uretra. La capacidad de la bacteria para adherirse a la superficie epitelial del aparato urinario evita su eliminación durante la micción y permite la proliferación bacteriana entre micciones. La adherencia uroepitelial se facilita por las fimbrias, prolongaciones rígidas, filamentosas y proteínicas presentes en muchas bacterias gramnegativas.

Las influencias iatrogénicas como la retroirrigación uretral y cateterización urinaria también influyen en su ascendencia. Las anomalías anatómicas también pueden alterar la microflora residente además de la administración de antimicrobianos que pueden alterar la composición de la flora y permitir la hiperestimulación de potenciales patógenos (August, 1993).

Bacterias como *E.coli* presentan mayor producción de colicinas, provocando mayor permeabilidad vascular; hemolisinas que elevan su invasividad y provocan daños tisulares; beta lactamasa que produce resistencia los antibióticos beta lactámicos; y la fermentación del dulcitol que se asocia con la resistencia a la fagocitosis (Nelson & Cuoto, 2010).

4.3 Sintomatología

Los signos clínicos vinculados a ITU son inespecíficos. Como, por ejemplo:

- ✓ Patrón miccional anormal
- ✓ Polaquiuria
- ✓ Poliuria
- ✓ Disuria
- ✓ Polidipsia
- ✓ Lamido excesivo del área genital
- ✓ Orinar fuera del arenero
- ✓ Vómitos
- ✓ Diarrea en algunos casos
- ✓ Hipertermia

- ✓ Olor anormal de la orina en algunos casos o decoloración.

(August, 1993)

4.4 Mecanismos de defensa del hospedero

El proceso de micción normal es un mecanismo natural de defensa eficaz contra una infección de tracto urinario. El lavado mecánico tiene como resultado el vaciado completo que arrastra más del 35% de las bacterias no adheridas que han alcanzado la vejiga urinaria. Se potencia al aumentar la producción de orina y la frecuencia de micción.

La orina generalmente resulta bacteriostática y a veces puede ser bactericida, dependiendo de su composición. La combinación de un pH bajo y elevadas concentraciones de urea y ácidos orgánicos débiles en el concentrado urinario inhibe el crecimiento bacteriano. La orina al estar diluida por alteraciones como poliuria y polidipsia causan que haya menos actividad antibacteriana a diferencia de una orina hiperestenúrica.

Las bacterias están normalmente presentes desde la porción intermedia hasta la distal de la uretra, pero estos microorganismos rara vez generan ITU en animales sanos. La zona de elevada presión de la parte intermedia de la uretra y las contracciones uretrales ayudan a prevenir el ascenso de éstas. Tanto en machos como hembras, por su composición anatómica, la unión vesicouretral genera protección frente al ascenso hacia los riñones.

Las vías urinarias del gato tienen gran cantidad de defensas funcionales intrínsecas contra el desarrollo de infecciones. Una superficie epitelial intacta dentro de la ruta urinaria aporta una barrera física contra la colonización bacteriana. La inmunoglobulina A (IgA) orgánicas producidas por el epitelio urinario también presentan actividades bactericidas específicas (Nelson & Cuoto, 2010).

4.5 Infecciones complicadas frente a no complicadas del aparato urinario

Las ITU no complicadas son infecciones bacterianas esporádicas de la vejiga urinaria. Se producen cuando no hay anomalías estructurales o funcionales, en conjunto con los mecanismos de defensa del hospedero. Son más fáciles de tratar que las complicadas y generalmente desaparecen rápido después de iniciar el tratamiento con el antibiótico adecuado.

Las ITU complicadas van asociadas con la deficiencia de los mecanismos de defensa del hospedero tales como:

- ✓ Interferencia con el vaciado normal de la orina
- ✓ Defectos anatómicos
- ✓ Daños en las barreras de la mucosa
- ✓ Alteraciones del volumen o composición urinaria
- ✓ Inmunocompromiso sistémico

Usualmente no se pueden eliminar las manifestaciones clínicas y clínico – patológicas de las infecciones complicadas solamente con antimicrobianos. Las manifestaciones pueden persistir durante el tratamiento o reaparecer tras

retirarlo. Debido a que la incidencia de ITU en machos es más baja que en hembras, una infección de esta naturaleza debe considerarse complicada en gatos machos (Nelson & Cuoto, 2010).

Las alteraciones de la micción tienden a complicarse debido a la retención de orina y el vaciado incompleto, dando más tiempo a las bacterias para multiplicarse en el interior del aparato urinario. La retención urinaria también provoca la distensión de la pared de la vejiga urinaria, la cual comprime los vasos intramurales y con ello disminuye el número de leucocitos y demás factores antimicrobianos que penetran en la luz de la vejiga. Cuando hay incontinencia urinaria el paciente puede estar predispuesto a una infección ascendente por el descenso del tono del esfínter uretral.

El trauma urinario es una causa común de hipersusceptibilidad a la infección. El trauma iatrogénico causado por procedimientos como la cateterización de vejiga urinaria también predispone a la infección. Asimismo, la inserción del catéter provee un mecanismo de inoculación microbiana de la vejiga. Incluso los urolitos pueden lesionar las superficies uroepiteliales y conducir a una ITU. Viceversa, la ITU puede fomentar la urolitiasis. En ambos casos, cuando coexisten, los cálculos actúan como nido de infección permanente (August, 1993).

Además de estos factores locales, las alteraciones sistémicas que causan ITU complicada en los gatos son: la insuficiencia renal, hiperadrenocorticismos, hipertiroidismo, diabetes mellitus, neoplasias, administración prolongada de corticoides y desórdenes neurológicos. En gatos con hiperadrenocorticismos y/o

diabetes mellitus existen mecanismos que elevan el riesgo de una ITU. El crecimiento bacteriano aumenta en la orina por la glucosuria o por la disminución de la concentración urinaria, asociado a una respuesta inflamatoria y retención de orina (Nelson & Cuoto, 2010).

4.6 Diagnóstico

El diagnóstico definitivo se basa en la demostración de un número significativo de agentes bacterianos en partes del sistema urinario que normalmente son estériles. Una vez se identifica la infección, la investigación diagnóstica se dirige a descubrir y caracterizar las anomalías primarias, reconocimiento del foco infeccioso y evaluación de la respuesta al tratamiento. (August, 1993)

Cuando se sospecha de ITU hay que evaluar el estado general del gato. La historia clínica debe ser detallada, se debe conocer el alojamiento del gato, enfermedades previas, medicaciones, cirugías, comportamiento, hábitos evacuatorios, apetito, hidratación y estado de vacunación (August, 1993). Esto, complementando con una exploración física, por medio de la palpación renal y vesical, y la inspección del pene y el prepucio o vulva, además de la realización de un urianálisis completo, urocultivo, antibiograma y ultrasonido.

- Urianálisis:

La muestra de orina se debe de obtener preferiblemente por medio de cistocentesis, ya que así se previene la contaminación de la uretra y genitales. Es más sencillo realizar el procedimiento mientras se palpa la vejiga urinaria, pues hay menor riesgo de introducir una infección y es bien tolerado por gatos y

perros (Nelson & Cuoto 2014). Idealmente la muestra debe ser analizada dentro de los 30 minutos después de recolectarse o puede ser refrigerada hasta por 12 horas, sin riesgo a una pérdida significativa del crecimiento bacteriano. El análisis de orina debe ser completo e incluir sus propiedades físicas, químicas y lectura del sedimento para su evaluación (Petreigne et al., 2017).

- Ultrasonido abdominal:

Este estudio permitirá evaluar los siguientes aspectos:

- Vejiga: grado de repleción, presencia de masas, cálculos, moco, sedimento, cuerpos extraños, alteraciones en el grosor de pared y mucosa, identificación de estructuras circundantes que puedan comprimir la vejiga (muñón uterino, quistes, etc.) o líquido libre por ruptura del tracto urinario.
- Riñones: en casos de disuria por lo general se encuentran normales, excepto que existiera una enfermedad renal concomitante o azotemia postrenal.
- Próstata: tamaño, posición, alteraciones estructurales (quistes o abscesos), o presencia de líquido periprostático por prostatitis agudas.

(Gómez et al., 2017).

- Urocultivo:

Es el método complementario que permite confirmar la presencia de una infección del tracto urinario. Consiste en tomar una alícuota de la muestra de orina por medio de una ansa o pipeta calibrada que cargan 0.01 y 0.001 ml y se siembra en un agar cromogénico para tracto urinario. Es utilizado en lugar de

agar MacConkey y agar sangre, para el aislamiento y confirmación de varios microorganismos presentes en la orina. Facilita la identificación de bacterias gram-negativas y gram-positivas. En donde se colorean las colonias por medio de una reacción producidas por el género o enzimas específicas de la especie con dos sustratos cromogénicos. Las placas se incuban a 35° - 37°C durante 24 a 48 horas. Si se observa crecimiento de bacterias se debe registrar e identificar el número de colonias obtenidas por medio de una serie de pruebas bioquímicas. Éstas permiten determinar las características metabólicas de las bacterias aisladas. La identificación del género bacteriano aislado es necesaria para detectar las infecciones combinadas y para la formulación de la estrategia terapéutica. Al terminar el período de incubación se observa el desarrollo de las colonias y se verifican sus características de acuerdo a la producción de compuestos coloreados (Valtek, 2016).

- Antibiograma:

El antibiograma es necesario en las infecciones urinarias para la determinación de los agentes etiológicos causantes de la misma y para la identificación de antimicrobianos más adecuados para su tratamiento basándose en la susceptibilidad de las bacterias.

En un antibiograma la precisión de los resultados se asegura por medio de la composición del medio de cultivo utilizado. El medio de cultivo Müller – Hinton es el más conocido. Es un medio líquido utilizado para el estudio de la sensibilidad de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas frente a agentes antimicrobianos. Tiene una baja concentración de timina y timidina y se controla

la concentración de calcio y magnesio (Gobernado, 2002). Esta formulación garantiza la exactitud de las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI), que se definen como la mínima concentración de antibiótico que inhibe el crecimiento de una cepa bacteriana determinada.

En la técnica de dilución en agar, se preparan tubos con la concentración definida de antibiótico y se le agrega a cada tubo una cantidad conocida del agar Mueller – Hinton. Este tubo se homogeniza y se vierte en una placa de Petri limpia, logrando crear una placa de agar Mueller – Hinton con el antibiótico diluido a una concentración determinada. Generalmente se inicia a una concentración de 128 microgramos/ml y se hacen diluciones dobles hasta obtener el gradiente decreciente en la concentración de antibiótico.

Para inocular el medio de cultivo se toman 20 microlitros del inóculo estandarizado del agente y se coloca sobre la superficie del agar con antibióticos. Adicional a esto se inocula una placa de Mueller – Hinton sin antibiótico que sirve como control positivo de crecimiento. La placa se incuba a una temperatura de 35°C de 18 a 24 horas. Tras la incubación se procede a la lectura de los resultados, midiendo los halos de inhibición con una regla en milímetros. Según los estándares interpretativos de los diámetros de inhibición se puede reportar la cepa como sensible o no a esa concentración del antibiótico (Herrera, 1999).

4.7 Antecedentes

En el año 2020 se realizó un estudio en Guatemala, en la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos en donde se recolectaron datos de fichas clínicas de los años 2012 al 2017 de 416 felinos que se presentaron a consulta. En este estudio se generó información acerca de la prevalencia y posibles causas que provoquen síndrome del tracto urinario bajo felino. De los 416 gatos, solamente un 10% (43) presentaron signos del síndrome del tracto urinario bajo felino. La patología con mayor frecuencia durante este período fue obstrucción uretral, con un total de 12 casos diagnosticados a través de ultrasonografía descartando urolitos y encontrando cistitis con sintomatología de anuria o hematuria. El rango de edades con de gatos más afectados por signos clínicos de tracto urinario bajo es de 2 a 6 años. De los 43 felinos, 27 fueron hembras (62.79%) y 16 fueron machos (37.20%); siendo los machos más predisponentes a obstrucción uretral. Un total de 25 gatos (58%) de los 43 ingresados se encontraban esterilizados, 10 fueron hembras (40%) y 15 fueron machos (60%) (Carranza, 2020).

En el año 2019 se publicó un estudio que se realizó en Lima, Perú durante los años 2008 al 2015, en el que se describieron los resultados de aislados bacterianos y los factores de riesgo en gatos con infección de tracto urinario. Se recolectaron 102 historias clínicas de pacientes felinos con problemas urinarios. El 61.2% de los urocultivos dio positivo y el 40.8% fue negativo. Los factores de riesgo más significativos fueron la bacteriuria, la densidad urinaria, presencia de

leucocitos, sangre oculta y la edad de los gatos. Las bacterias aisladas con más frecuencia en pacientes que presentaban enfermedad del tracto urinario inferior sintomático y asintomático fueron *E.coli* con 40.3%, *Klebsiella* con 12.9% y *Staphylococcus* sp con 12.9% (Jordán, 2019).

En el año 2008 se realizó un estudio retrospectivo de 15 años en la ciudad de Bogotá, Colombia en donde se analizó la prevalencia de enfermedades del sistema urinario en caninos y felinos. En este caso, las patologías del sistema urinario en felinos fueron infecciones del tracto urinario con 49% (166 casos), insuficiencia renal con 26.5% (90 casos), síndrome urológico felino con 10.6% (36 casos), insuficiencia renal aguda con 15% (51 casos) e insuficiencia renal crónica con 11.5% (39 casos). Se encontró que los factores de riesgo más comunes en felinos era la edad; gatos mayores de 8 años con 24.8% (69 casos), la raza; gatos mestizos con 56.1% (181 casos) y el género; hembras con mayor prevalencia. Además, se encontró que el reingreso de los pacientes en menos de un año fue porque no hubo resolución de la enfermedad a corto plazo, por una aplicación no adecuada del tratamiento debido a un mal diagnóstico (Urbina & Campos, 2009).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

Recursos humanos

- Estudiante tesista
- Asesores

Materiales de escritorio

- Computadora
- Lapicero
- Hojas
- Marcador permanente para marcar muestras

Recursos de campo

- 20 pacientes felinos
- Jeringas de 3 y 5 ml
- Ultrasonido
- Guantes de látex o nitrilo
- Alcohol al 70%
- Rasuradora eléctrica
- Recipiente para muestra de orina estéril
- Algodón
- Hielera

- Hielo

Recursos de laboratorio

- **Medios de cultivo**
- Agar Cromo UTI
- Agar Müeller - Hinton

5.2 Metodología

Este estudio se realizó en dos clínicas veterinarias, una llamada Avanti Vet Center, ubicada en la 13 calle 12-96 Bodex Local 4D zona 11 Ciudad de Guatemala y la otra llamada Pet A Vet, ubicada en la 6 avenida "A" 11-58 zona 9 Ciudad de Guatemala. Se trató de un estudio descriptivo de corte transversal. El muestreo fue por conveniencia y el tamaño de muestra fue de 20 gatos. Se tomaron como parámetros inclusivos a pacientes felinos que presentaran signos clínicos de infecciones urinarias descritos en la sección de sintomatología en la revisión de literatura.

Los parámetros de exclusión fueron gatos que presentaran densidad urinaria normal y ecografía sin estructuras sugerentes a cistitis (engrosamiento de la pared 2mm) o estructuras hiperecóicas dentro de la vejiga urinaria (urolitos o sedimento). Se utilizaron las siguientes herramientas diagnósticas:

- Ultrasonido: el estudio se realizó con el fin de observar la presencia de sedimento y una imagen con ecogenicidad aumentada.

- Examen de orina: el método de recolección fue por medio de una cistocentesis ecoguiada. Para su análisis la orina recolectada debió de ser fresca, idealmente la primera del día.
- Urocultivo: el medio de cultivo selectivo en este caso fue un agar Cromo UTI (agar cromogénico para patógenos urinarios) para obtener un recuento de colonias aisladas.
- Antibiograma: la técnica utilizada fue por medio de la prueba de difusión en agar Mueller-Hinton. La cual al ponerse el antibiótico en contacto con la sepa, si ésta era sensible al antibiótico, se formó un halo de inhibición del crecimiento del agente. Se utilizaron los siguientes antibióticos para las diferentes bacterias aisladas en el tracto urinario:
 - ✓ *Staphylococcus* sp: Penicilina, oxacilina, vancomicina, clindamicina, claritomicina, eritromicina, trimetoprim sulfametoxazol y azitromicina.
 - ✓ *Enterococcus* sp: Amoxicilina con ácido clavulánico, rifampicina, gentamicina, nitrofurantoína, vancomicina, oxacilina, ciprofloxacina (o alguna otra quinolona) y ceftriaxona.
 - ✓ *Pseudomonas* o *Proteus*: Ticarcilina, gentamicina, ceftriaxona, amikacina, ciprofloxacina, trimetoprim sulfametoxazol, levofloxacina o norfloxacina e imipenem.
 - ✓ *Escherichia coli* y *Klebsiella* sp: Ampilicina, gentamicina, ticarcilina, amoxicilina con ácido clavulánico, ceftriaxona. Cuando hubo resistencia a estos antibióticos, se utilizó otro antibiograma con:

ciprofloxacina, trimetoprim sulfametoxazol, ampicilina sulbactam, amikacina, levofloxacina y norfloxacina.

Se llevó a cabo durante los meses de agosto a octubre del 2021. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de referencia que utiliza la clínica veterinaria Pet A Vet de nombre Laboratorio Clínico Valenzuela ubicado en la 5ta avenida 6 – 60 zona 7 Colonia Landivar. El laboratorio utilizó la técnica de siembra en agar Cromo UTI (agar cromogénico para patógenos urinarios) para el urocultivo y agar Mueller-Hinton para el antibiograma.

Las variables a analizar fueron:

- Microorganismos bacterianos causantes de infecciones urinarias en gatos.
- Frecuencia de los microorganismos bacterianos por especie o género encontrados en las muestras.
- Sensibilidad de los microorganismos bacterianos por especie o género hacia los agentes antimicrobianos más comunes.

Estos datos fueron representados por medio de gráficas de frecuencias y cuadros.

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se analizaron 20 muestras de orina de 20 pacientes felinos que se presentaron a ambas clínicas veterinarias con sospecha de padecer infección de tracto urinario (ITU). Esta sospecha incluyó un patrón miccional anormal, disuria, inapetencia, decaimiento y lamido del área genital, entre otros. Del total de 20 muestras, solamente el 10% fue positivo (2 muestras) al crecimiento bacteriano en las 48 horas post incubación en urocultivo (Ver anexos figura No. 1) (Ver anexos figura No. 2).

Estos datos se correlacionan con la literatura ya que indican que el tracto urinario tiene una amplia cantidad de mecanismos de defensa empleados por el hospedero para prevenir infecciones bacterianas. Una ITU se desarrolla únicamente cuando los mecanismos de defensa del hospedero se ven comprometidos temporal o permanentemente.

Dorsch y colaboradores (2019) señalan que en gatos el tracto urinario es un ambiente notablemente desfavorable para el crecimiento bacteriano, en comparación con otras especies, por lo que únicamente existe un porcentaje de 1 - 2% de gatos de diferentes edades que padecen de ITU en toda su vida.

En comparación con otros países, en donde las bacterias aisladas más comunes son *E.coli* y *Enterococcus* (Lister et al, 2011), en el presente estudio la bacteria más predisponente fue *Pseudomonas* sp. (Ver anexos figura No.3). Esta especie de bacteria mostró alta sensibilidad a los antibióticos levofloxacina, norfloxacina, ciprofloxacina, fosfomicina, trimetoprim sulfametoxazol, amikacina,

gentamicina, nitrofurantoína, amoxicilina con ácido clavulánico y cefotaxima; moderada sensibilidad a ticarcilina y, resistencia a fosfomicina y ceftriaxona.

Existe la posibilidad de que una de las razones por la cual se obtuvo un resultado positivo a *Pseudomonas* sp. en una de las muestras, fue porque el paciente fue sondeado antes de obtener la muestra de orina, ya que es una bacteria poco común de aislar en una ITU. De acuerdo con Nelson y Cuoto (2010), siempre que se cateteriza la vejiga urinaria se transportan bacterias desde la uretra hasta la vejiga. Si el catéter es insertado demasiado lejos y daña la mucosa, la posibilidad de infección aumenta más.

La sensibilidad y resistencia a antibióticos, de acuerdo con Stanchi (2007) puede deberse a que *Pseudomonas* sp. es una bacteria que produce un *slime* que forma una biopelícula que impide la acción de los anticuerpos sobre ella. El grado de malignidad de este género de bacterias depende de componentes propios como el pili, alginato, enzimas y toxinas. Antibióticos con alta carga positiva como los aminoglucósidos logran penetrar el alginato y actuar contra el microorganismo. A diferencia de antibióticos con carga negativa como las cefalosporinas de tercera generación que son repelidos por la carga negativa que poseen los alginatos de la bacteria (Stanchi, 2007).

Pseudomonas sp. pertenece al grupo que poseen beta-lactamasas que destruyen antibióticos y se crea una resistencia por parte del hospedero. Además, suelen sintetizar cantidades pequeñas de beta-lactamasas, por lo que pueda que exista una hiperproducción de esta enzima. La cantidad de enzima que se produzca

indica si es sensible o resistente a un antibiótico. En este caso, hay una hiperproducción de parte de la bacteria, lo cual causa que destruya cefalosporinas de tercera generación, así como la ceftriaxona (Fica, 2002).

VII. CONCLUSIONES

- De las 20 muestras únicamente 2 muestras fueron positivas a crecimiento bacteriano.
- El único género bacteriano aislado en el estudio fue *Pseudomonas* sp.
- El porcentaje de gatos positivos a crecimiento bacteriano con infección de tracto urinario fue de 10%.
- *Pseudomonas* sp. mostró alta sensibilidad a los antibióticos levofloxacina, norfloxacina, ciprofloxacina, fosfomicina, trimetoprim sulfametoxazol, amikacina, gentamicina, nitrofurantoína, amoxicilina con ácido clavulánico y cefotaxima; moderada sensibilidad a ticarcilina y resistencia a fosfomicina y ceftriaxona.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar exámenes de orina completos cada 4 - 6 meses a pacientes felinos para el control de enfermedades que afectan el tracto urinario.
- Evitar dar tratamiento con antibióticos a pacientes que presentan cistitis idiopática, para evitar la resistencia antimicrobiana.
- Informar a propietarios sobre la importancia de brindarle a su gato(s) una buena alimentación, aumento de consumo de agua pura o agua de filtro, cuidados específicos para gatos y chequeo veterinario constante.
- Incluir dentro de los exámenes diagnósticos un urocultivo y un antibiograma con el fin de ofrecer un tratamiento adecuado para pacientes con infección de tracto urinario.
- Complementar el tratamiento con dieta específica para problemas urinarios.

IX. RESUMEN

Las infecciones del tracto urinario (ITU) son una causa importante en enfermedades del tracto urinario inferior en gatos. Es uno de los motivos más comunes para el uso de fármacos antimicrobianos en medicina veterinaria y, contribuyen a la disminución de sensibilidad antibiótica si no se utilizan adecuadamente ya que un tratamiento adecuado para una infección de vías urinarias da buenos resultados, no importando si es primaria o secundaria.

Actualmente no existe un estudio a nivel nacional que identifique los agentes bacterianos involucrados en estas infecciones, ni la sensibilidad a los antibióticos que éstos tengan. En este estudio descriptivo, de corte transversal se analizaron muestras de orina por conveniencia de 20 pacientes felinos que se presentaron en dos clínicas veterinarias de la ciudad de Guatemala; de los cuales se sospechaba de infección de tracto urinario (ITU) por su sintomatología.

Del total de 20 muestras, únicamente el 10% fue positivo (2 muestras) al crecimiento bacteriano durante las 48 horas post incubación en urocultivo. *Pseudomonas* sp. fue la única bacteria aislada en el estudio y mostró alta sensibilidad a los antibióticos levofloxacina, norfloxacina, ciprofloxacina, fosfomicina, trimetoprim sulfametoxazol, amikacina, gentamicina, nitrofurantoína, amoxicilina con ácido clavulánico y cefotaxima; moderada sensibilidad a ticarcilina y, resistencia a fosfomicina y ceftriaxona. *Pseudomonas* sp. es una bacteria que posee beta-lactamasas, las cuales destruyen antibióticos como las cefalosporinas de tercera generación, creando alta resistencia por parte del hospedero.

SUMMARY

The urinary tract infections (UTI) are an important cause for the low urinary tract diseases in cats. Is one of the most common motives to use antimicrobial drugs in veterinary medicine and contributes to the development of bacterial resistance. That's why the use of suitable treatment in urinary infections gives good results.

Nowadays there isn't a national study that identifies the bacterial agents involved in urinary infections, nor antibiotics sensitivity. In this transversal descriptive study, 20 urine samples of feline patients were analyzed in two veterinary clinics located in Guatemala City; with urinary tract symptomatology suspicious to a urinary infection.

Out of the total of 20 urinary samples, only 10% were positive (2 samples) to bacterial growth during the 48 hours post incubation in a urinary culture. *Pseudomonas* sp. was the only bacteria isolated in the study, it showed highly sensitivity to the following antibiotics: levofloxacin, norfloxacin, ciprofloxacin, fosfomicin, sulfamethoxazole and trimethoprim, amikacin, gentamicin, nitrofurantoin, amoxicillin clavulanate, and cefotaxime; mild sensitivity to ticarcillin, and full resistance to fosfomicin and ceftriaxone. *Pseudomonas* sp. is a beta – lactamase producing which tends to destroy antibiotics such as the third generation cephalosporins and creates high resistance from the host.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

August, J. R. (1993). *Consultas en Medicina Interna Felina*. Buenos Aires, Argentina: Inter – Médica S.A.I.C.I.

Carranza, R. (2020). *Caracterización clínica y epidemiológica de pacientes con síndrome del tracto urinario bajo felino atendidos en el hospital veterinario USAC, período 2012 – 2017*. (Tesis de licenciatura). Universidad San Carlos de Guatemala.

Cercenado, E. & Saavedra-Lozano, J. (2009). El antibiograma. Interpretación del antibiograma: conceptos generales (I). *Anales de pediatría continuada*, 7(4), 214-217.

Dorsch, R., Teichmann-Knorrn, S., & Sjetne Lund, H. (2019). Urinary tract infection and subclinical bacteriuria in cats: a clinical update. *Journal of feline medicine and surgery*, 21(11), 1023-1038.

Gobernado, M., & Jiménez, F. (2002). *Procedimientos en Microbiología Clínica*.

Disponible

en:

<https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia14.pdf>



Fica, A. (2002). *Resistencia antibiótica en bacilos gramnegativos e implicancias terapéuticas a nivel hospitalario*. Disponible en:

<https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Reuniones/medicina/antibioticos/248>

1

Gómez, N., Feijoó, S., & Wolberg, A. (2017). *Síndromes clínicos en caninos y felinos: Algoritmos*. Buenos Aires, Argentina: Inter – Médica S.A.I.C.I.

Herrera, M. L. (1999). Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. *Revista médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 34, 33-41.

Jordán, C., Morales-Cauti, S., Rubio, A., Barrios-Arpi, M., & Villacaqui-Ayllón, E. (2019). Factores de riesgo para la presentación de bacteriuria en gatos con enfermedad en del tracto urinario inferior: un análisis retrospectivo de 102 casos (2008-2015). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1770-1778.

Lister, A., Thompson, M., Moss, S., & Trott, D. (2011). Feline bacterial urinary tract infections: An update on an evolving clinical problem. *The Veterinary Journal*, 187(1), 18-22.

Nelson, R.W., & Couto, C.G. (2010). *Medicina Interna de Pequeños Animales*. Barcelona, España. Cuarta edición: Elsevier.



Nelson, R.W., & Couto, C.G. (2014). *Small Animal Internal Medicine*. St. Louis, Missouri. Quinta Edición: Elsevier.

Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE]. (2015). *Resistencia a Los Antimicrobianos*. Disponible en:

https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Fact_sheets/AN_TIBIO_ES.pdf?fbclid=IwAR3_duXYnRffrBJlv2Kryw_SQB6JAFD2GXkphk0rFnGtZGJKQKRCromwieg

Petreigne, C., Recavarren, M., & Cagnoli, C. (2017). *Diagnóstico de infección urinaria en canino macho*, (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Stanchi, N. (2007). *Microbiología Veterinaria*. Buenos Aires, Argentina: Inter - Médica S.A.I.C.I.

Urbina, M., & Campos, C. (2009). *Estudio retrospectivo de la prevalencia de enfermedades del sistema urinario en una población de caninos y felinos en un lapso de 15 años (1993 -2008) en la ciudad de Bogotá, Colombia*. (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá.



Valtek. (2016). *Agar Cromo UTI (Agar cromogénico para patógenos de vías urinarias)*.

Disponible en: <https://andinamedica.com.pe/wp-content/uploads/2016/08/Agar-Cromo-UTI.pdf>

XI. ANEXOS

Cuadro No. 1. Diagnóstico de enfermedades de vías urinarias.

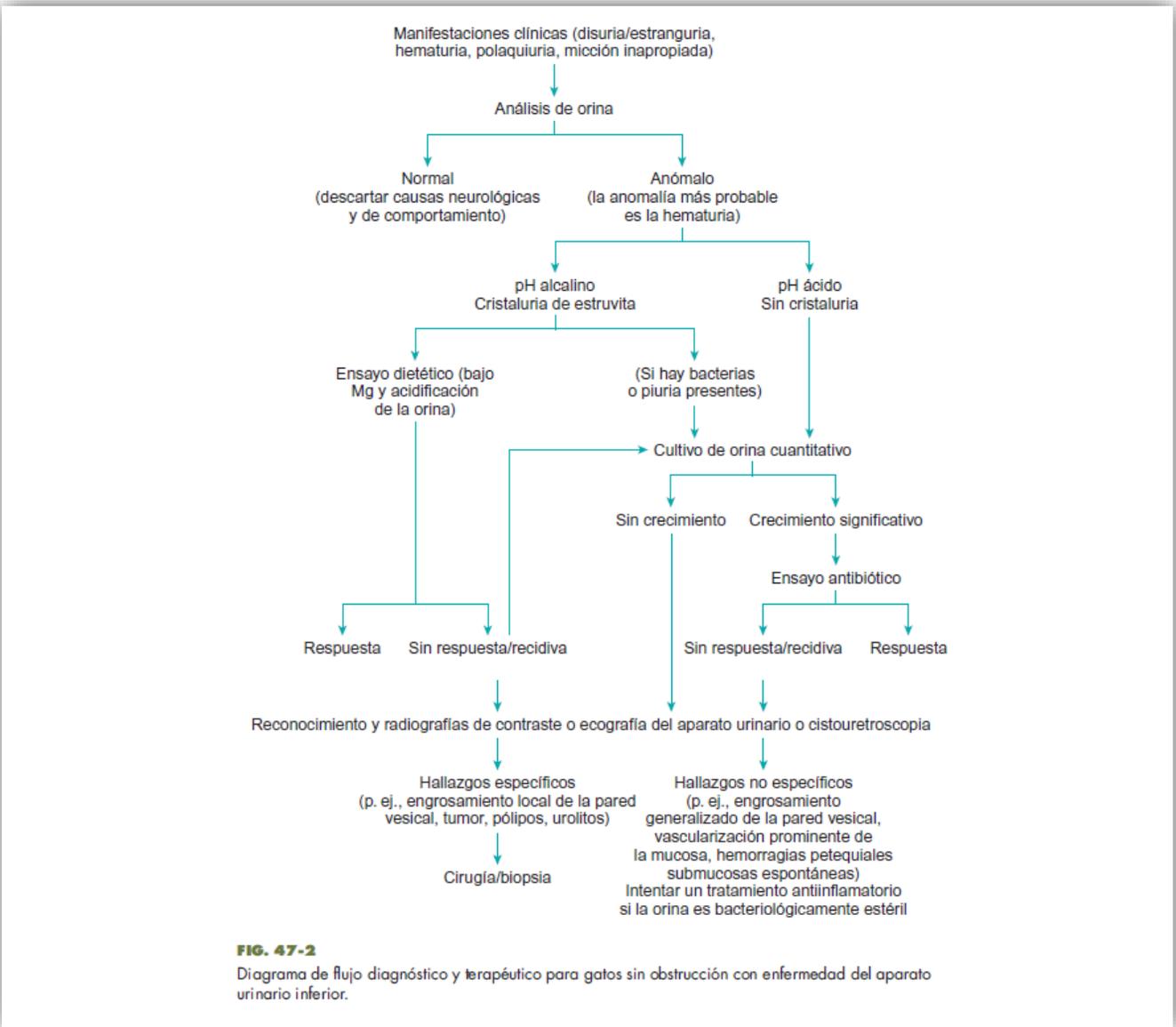


FIG. 47-2

Diagrama de flujo diagnóstico y terapéutico para gatos sin obstrucción con enfermedad del aparato urinario inferior.

Figura 47-2. Nelson & Couto. (2010) *Medicina interna de pequeños animales*. pp.680. Barcelona, España. Cuarta edición: Elsevier.

Cuadro No. 2. Tratamiento de infecciones de vías urinarias.

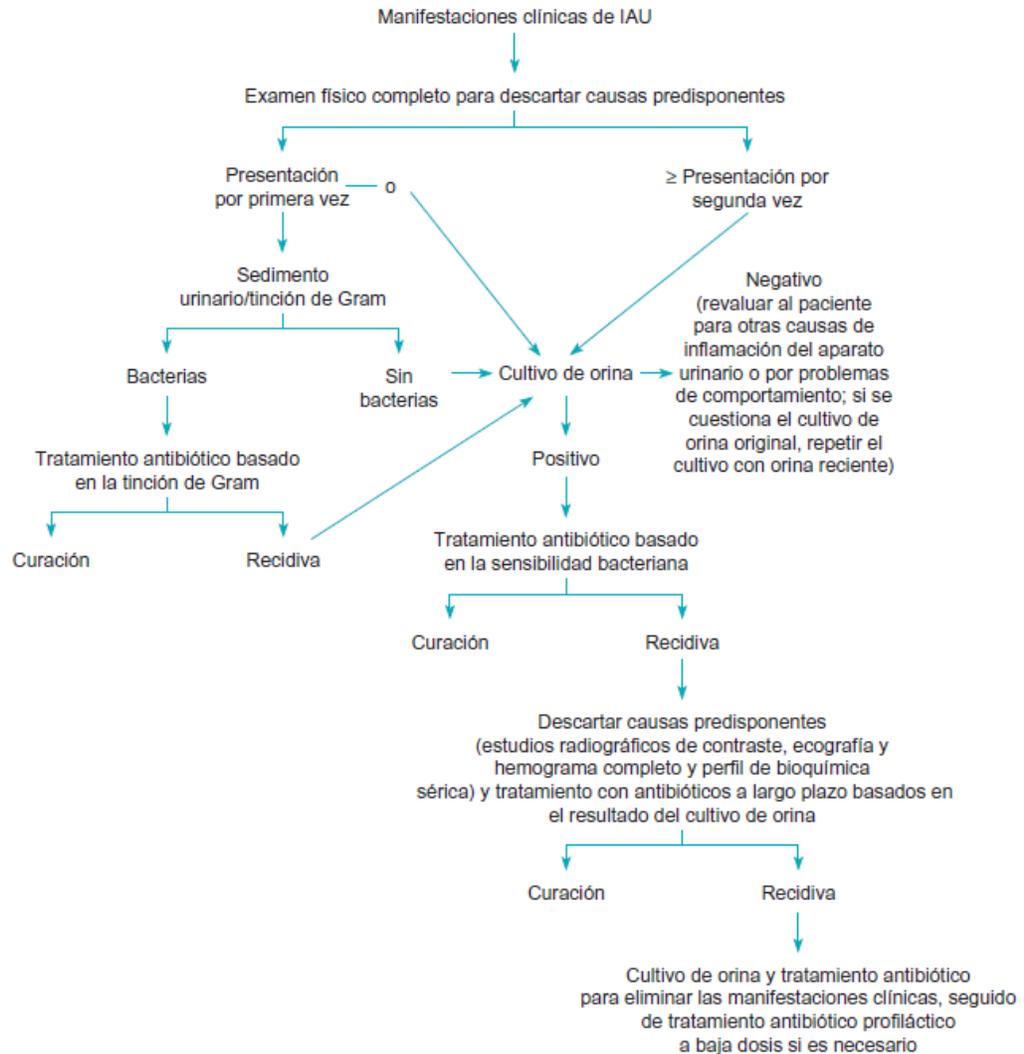


FIG. 45-1

Diagrama de flujo para el tratamiento de las infecciones del aparato urinario.

Figura 45-1. Nelson & Cuoto. (2010). *Medicina interna de pequeños animales*. pp.664. Barcelona, España. Cuarta edición: Elsevier.

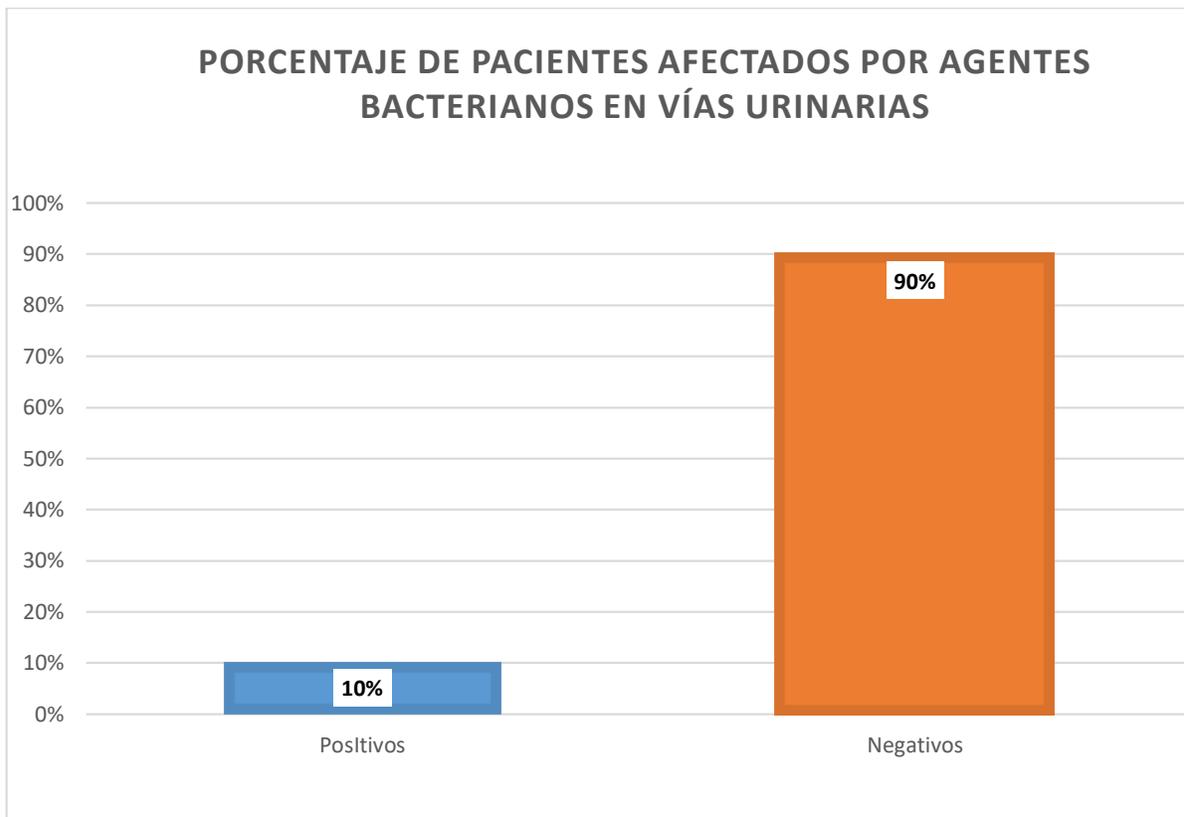
Cuadro No. 3. Identificación de bacterias en Agar Cromo UTI

Guía de Identificación Presuntiva

Organismo	Apariencia en Agar Cromo UTI	Test confirmatorios necesarios
E. Coli	Rosa a rosa claro, colonias transparentes de mediano a gran tamaño, con o sin halos	Ninguno
Grupo Klebsiella Enterobacter Serratia	Colonias azul a azul oscuro, tamaño mediano.	Requiere pruebas específicas para el grupo
Grupo Proteus Morganella Providencia	Colonias beige o café pálido, rodeadas de halo café	H ₂ S, Indol, otras pruebas específicas para el grupo
Enterococcus	Pequeñas colonias de color verde-azul	Ninguno.
S. agalactiae	Colonias pequeñas o puntiformes, verde-azul claro o azul claro, con o sin halos.	Test de PYR
S. saprophyticus	Colonias pequeñas, rosa claro o rosa, con o sin halos.	Test de inhibición por Novobiocina (5ug)
S. aureus	Colonias blancas o blanco crema	Test de coagulasa
Levaduras y otros	Pigmentación natural, colonias cremosas	Métodos de identificación Bioquímicos y serológicos.

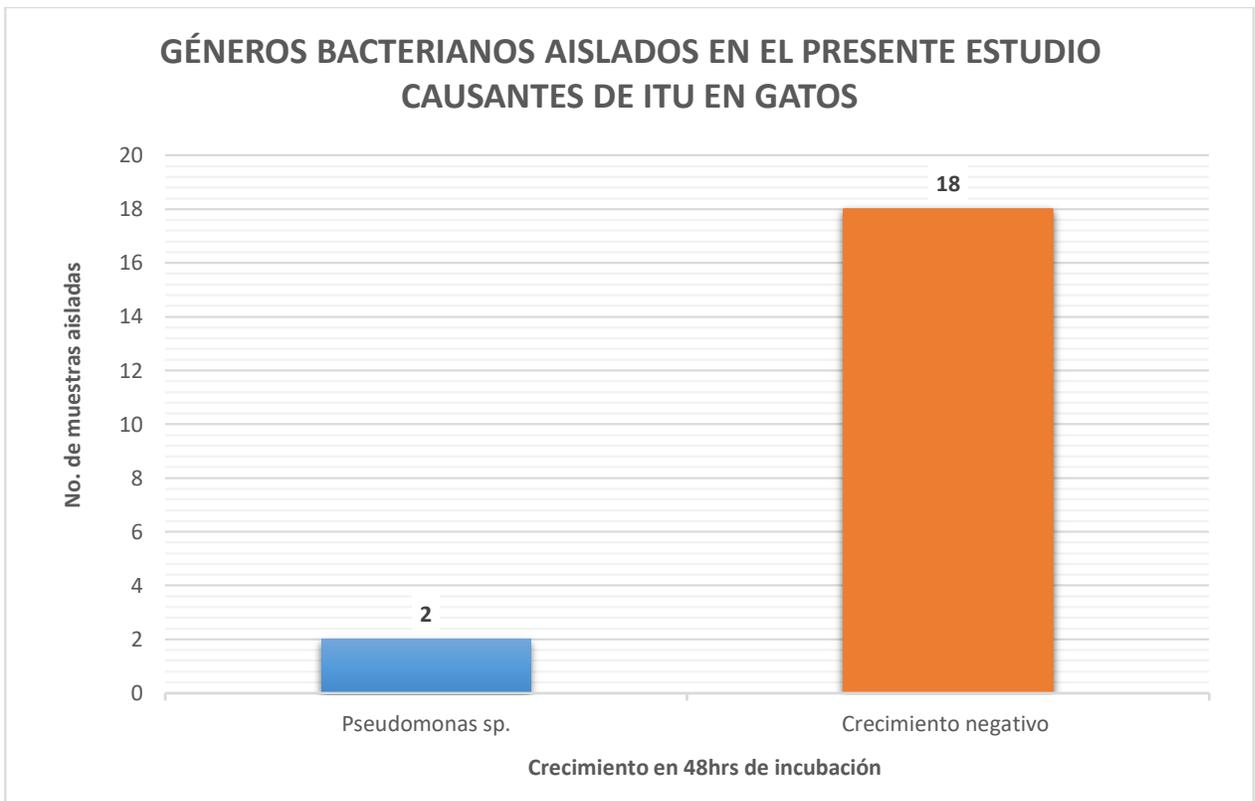
Valtek. (2016). *Agar Cromo UTI (Agar cromogénico para patógenos de vías urinarias)*.

Figura No. 1. Porcentaje de muestras positivas y negativas.



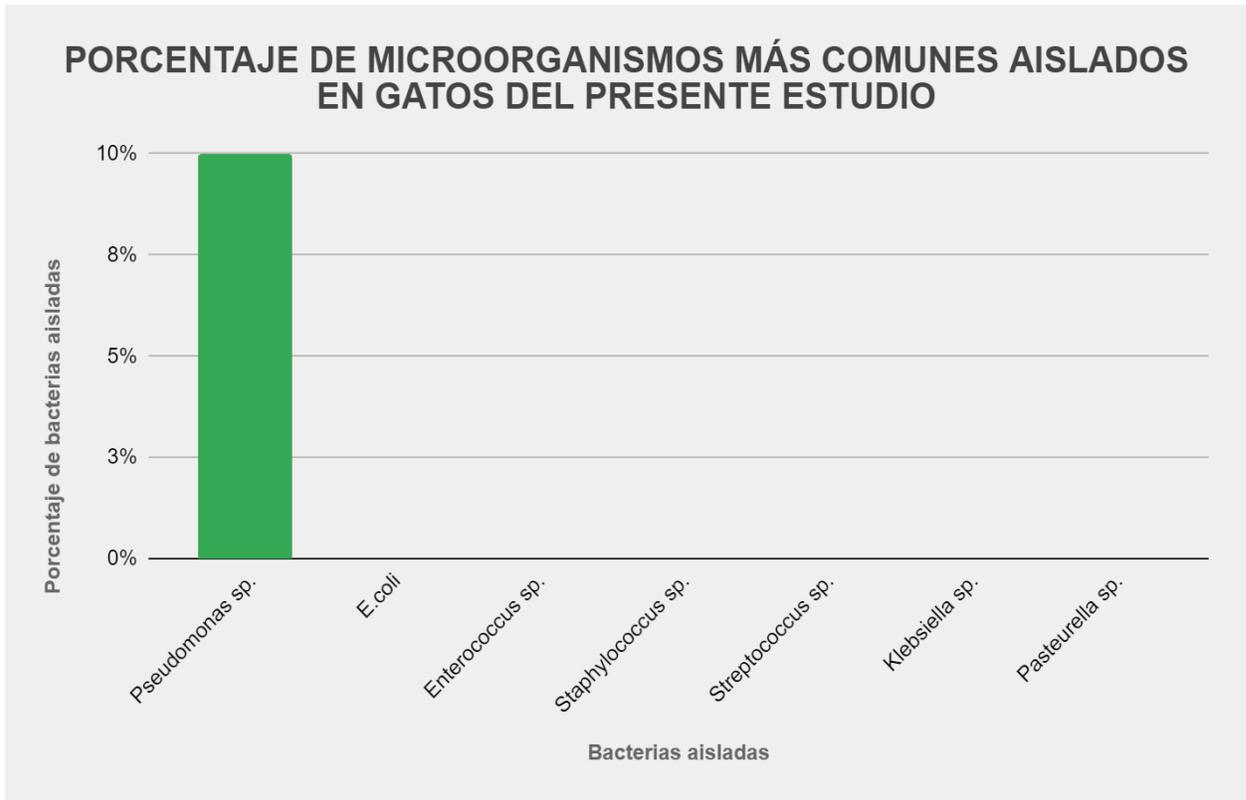
Fuente: elaboración propia

Figura No. 2. Géneros bacterianos aislados.



Fuente: elaboración propia

Figura No. 3. Porcentaje de microorganismos más comunes en el estudio.



Fuente: elaboración propia

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE AGENTES BACTERIANOS
INVOLUCRADOS EN INFECCIONES URINARIAS, EN GATOS
ATENDIDOS EN DOS CLÍNICAS VETERINARIAS EN LA
CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE EL AÑO 2021**

f. 

Andrea María Hesse Zetina

f. 

M.V. Andrea Carbonell Piloña

ASESOR PRINCIPAL

f. 

M.V. Eduardo Ernesto Joachin Orozco

ASESOR

f. 

M.V. Carmen Grizelda Arizandieta Altán

EVALUADOR

IMPRIMASE

f.  

M.A. Rodolfo Chang Shum

DECANO