



**Universidad Nacional de Río Negro**  
**Sede Alto Valle - Valle Medio**  
**Carrera de Medicina Veterinaria**

## **“Diagnóstico microbiológico de las infecciones de tracto urinario (ITU) en caninos y felinos”.**

**Trabajo Final de Grado para optar por el título de Médico Veterinario**

- **Autora: AMATTA, Rayen**
- **Tutor: Med. Vet. PEDRANTI, Nicolás.**
- **Co -Tutora: Bioq. CARRA, Tamara.**

Choele Choel

Agosto, 2023

*DEDICATORIA...*

*A mi padre, Gerardo, por ser mi modelo a seguir y mi motivación.*

## AGRADECIMIENTOS...

*A mi familia, por acompañarme todos estos años.*

*A mis tutores, por inspirarme en su labor como docentes, por acompañarme en la escritura de este trabajo y por permitirme asistir a sus lugares de trabajo para seguir aprendiendo.*

*A los profesores de la carrera, por su incansable dedicación a la docencia y por ser mi inspiración para mi futuro ejercicio profesional.*

*A los auxiliares del HEMeVe donde cursamos y realizamos las prácticas, que con su paciencia, sus palabras, y su incansable labor diaria, nos hicieron muchísimo más fácil y ameno este camino. También, a las/os trabajadoras del laboratorio del Hospital Zonal de Choele Choel, por acompañarme y enseñarme durante mi pasantía allí.*

*A mis compañeros/as y amigos/as de la carrera, por haber sido de gran apoyo durante los momentos más difíciles y por inspirarme, motivarme e impulsarme a ser cada día mejor profesional. Es un gran orgullo compartir, a partir de ahora, esta hermosa profesión con ustedes.*

*A mí misma, por demostrarme en los momentos más lindos y en los momentos más duros que, a pesar del miedo y la incertidumbre, siempre pude y siempre podré.*

*A todos ustedes, ¡muchas gracias!*

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>PRIMERA PARTE - FISIOPATOGENIA DE LAS INFECCIONES URINARIAS</b> .....	<b>8</b>
Definición de infecciones urinarias.....	8
Prevalencia .....	8
Etiología .....	8
Virulencia bacteriana.....	10
Fisiopatogenia y ubicación anatómica .....	12
Mecanismos de defensa y factores predisponentes .....	13
Clasificación de las ITU .....	18
Bacteriuria subclínica .....	18
Cistitis esporádica.....	18
ITU recurrente .....	19
Signos asociados a alteraciones del aparato urinario .....	21
Exploración clínica del aparato urinario .....	23
<b>SEGUNDA PARTE - DIAGNÓSTICO: MARCHA BACTERIOLÓGICA</b> .....	<b>26</b>
Definición.....	26
Decisión e indicaciones de urocultivo.....	26
Toma de muestra .....	27
Conservación y transporte de la muestra.....	29
Procesamiento de la muestra: Análisis completo de orina .....	30
Características organolépticas .....	31
Parámetros físicos.....	32
Parámetros bioquímicos .....	34
Sedimento urinario .....	38
Observación de sedimento teñido.....	47
Alteraciones del urianálisis indicativos de ITU.....	48
Urocultivo.....	49

Medios de cultivo .....	51
Antibiograma .....	57
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>64</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1. Defensas locales del tracto urinario y anomalías que predisponen a infecciones complicadas .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 2. Términos para clasificar a las infecciones urinarias. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3. Resultados del examen clínico que orientan hacia ITU inferiores y superiores. ....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4. Valores de referencia para los valores del urianálisis en caninos y felinos.....</i>	<i>46</i>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<i>Fig. 1. Proporción de los distintos géneros y especies bacterianas participantes de ITU.. ....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 2. Cistocentesis con animal en decúbito dorsal. ....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 3. Hematuria microscópica. Sedimento urinario de un canino. ....</i>	<i>41</i>
<i>Fig. 4. Leucouria y hematuria abundante en sedimento urinario.....</i>	<i>42</i>
<i>Fig. 5. Cristales de estruvita de la orina de un felino, a 40X.....</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 6. Bacteriuria en el sedimento urinario de un canino.....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 7. Pasos de un urocultivo.....</i>	<i>50</i>
<i>Fig. 8. Diferentes técnicas de siembra en estrías.....</i>	<i>55</i>
<i>Fig. 9. Estriado transversal.....</i>	<i>55</i>
<i>Fig. 10. Ejemplo de dos antibiogramas.....</i>	<i>59</i>
<i>Fig. 11. Procedimiento de colocación de los discos de antibióticos.....</i>	<i>60</i>
<i>Fig. 12. Lectura del halo de inhibición con un calibre.. ....</i>	<i>60</i>

## **RESUMEN**

El presente trabajo constituye una revisión bibliográfica en torno a las generalidades de las Infecciones de Tracto Urinario (ITU) en caninos y felinos, y se divide en dos partes. En la primera se describen las principales características de ésta enfermedad: su definición, prevalencia, etiología, fisiopatogenia, factores predisponentes, clasificación, signos y exploración clínica. La segunda parte resume los pasos a seguir dentro del laboratorio de análisis clínicos para arribar al diagnóstico microbiológico preciso, desde una muestra de orina hasta su cultivo y prueba de sensibilidad a antimicrobianos.

***Palabras clave:*** Infección, Bacterias, Urianálisis, Urocultivo, Antibióticos, Resistencia.

## **ABSTRACT**

The present work constitutes a bibliographic review around the generalities of Urinary Tract Infections (UTI) in canines and felines and is divided into two parts. The first describes the main characteristics of this disease: its definition, prevalence, etiology, physiopathogenesis, predisposing factors, classification, signs and clinical examination. The second part summarizes the steps to follow within the clinical analysis laboratory to arrive at an accurate microbiological diagnosis, from a urine sample to its culture and antimicrobial susceptibility test.

***Key words:*** Infection, Bacteria, Urinalysis, Urine culture, Antibiotics, Resistance.

## INTRODUCCIÓN

Ante una infección bacteriana confirmada, se requiere tratamiento con antibióticos, adaptado al paciente y al curso de la enfermedad. Un diagnóstico microbiológico preciso, dosis y frecuencias adecuadas de antibióticos son esenciales para el éxito del tratamiento (Rubio & Boggio, 2010). Si se siguen los pasos adecuados y no hay mejoría, se puede sospechar resistencia. La resistencia bacteriana es la capacidad de las bacterias para sobrevivir a la acción de los antimicrobianos. Existen dos tipos principales: intrínseca y adquirida. La *resistencia intrínseca* se debe a los genes constitutivos de la bacteria, los que codifican las partes de su estructura y metabolismo normal, y es menos problemática en la elección de tratamiento, ya que posibilita la elección de antibióticos con acción específica. Por otro lado, la *resistencia adquirida* ocurre tras la ganancia o desarrollo de genes mutantes o por transferencia horizontal de éstos entre bacterias. Estos mecanismos se dan constantemente en muchos tipos de bacterias con diversos mecanismos de resistencia y pueden, a su vez, transmitirse desde los seres humanos a los animales de compañía y viceversa (Gómez Beltrán, 2022). Los tipos de resistencia son diferentes para cada tipo de bacteria, para algunas estos patrones pueden ser casi siempre predecibles, pero para otras, los adquieren de manera repetida y orientados a gran cantidad de drogas (Rubio & Boggio, 2010). El abuso o uso incorrecto de estos ejerce la llamada *presión de selección* sobre ciertas cepas bacterianas y las conduce a que desarrollen patrones de resistencias cada vez más rápido (Gómez Beltrán, 2022).

La problemática de la resistencia es compleja y difícil. Aún hoy es alta la incidencia del uso de antimicrobianos en medicina veterinaria a nivel mundial, principalmente en animales de producción, incluso de aquellos antimicrobianos que son de importancia crítica para los seres humanos. Esto provoca un aumento en la emergencia y diseminación de bacterias multirresistentes (resistentes a muchos tipos distintos de antimicrobianos), y que tienen potencial zoonótico. Esto aumenta la preocupación en torno a la salud pública, pues son capaces de producir enfermedades graves en seres humanos (Gómez Beltrán, 2022).

Si bien, en el caso de la medicina de animales de compañía, es más limitado el uso de antibioticoterapia empírica a diferencia de la producción de grandes animales, aún es reducido el número de profesionales que optan por pruebas laboratoriales para evidenciar una infección bacteriana y su respectiva sensibilidad in vitro. Siguiendo esta línea, el grupo de trabajo de la

Sociedad Internacional de Enfermedades Infecciosas en Animales de Compañía (ISCAID, por sus siglas en inglés) considera que el uso de antimicrobianos de importancia crítica en los animales de compañía pueden estar justificados siempre que su uso sea prudente y adecuado, basado en datos de cultivo y susceptibilidad, así como por razones de cuidado y bienestar del paciente.

Las infecciones de tracto urinario (ITU) constituyen una de las enfermedades más frecuentes, relacionadas a alteraciones del aparato urinario, en las que se utiliza tratamiento antimicrobiano en la clínica de pequeños animales. El uso prudente de antibióticos comienza por la prevención y la mejora en el diagnóstico, así como mayor conocimiento y empleo de los cultivos y antibiogramas, para la selección del mejor tratamiento antibiótico posible (Gómez Beltrán, 2022).

El objetivo principal del presente trabajo es brindar información general a la comunidad de estudiantes y médicos veterinarios sobre las principales características, en cuanto a la fisiopatología, etiología, signos y exploración clínica, de las Infecciones de Tracto Urinario en caninos y felinos, así como generalidades de las técnicas que se realizan en un laboratorio de análisis clínicos para confirmarlas y conocer su sensibilidad a antimicrobianos, para así seleccionar la mejor terapia posible.



## **PRIMERA PARTE - FISIOPATOGENIA DE LAS INFECCIONES URINARIAS**

### **Definición de infecciones urinarias**

Las infecciones de tracto urinario (ITU) en los animales domésticos se producen a raíz de la adherencia, multiplicación y persistencia de microorganismos infecciosos, ya sean bacterias, virus u hongos, en el sistema urinario (Ettinger & Feldman, 2007). La mayoría de las enfermedades infecciosas en el sistema urinario son producidas por bacterias (Merck, 2007). Las infecciones bacterianas del sistema urinario están entre las infecciones más comúnmente encontradas en la clínica de pequeños animales y son de diversa gravedad, pudiendo ser desde asintomáticas hasta potencialmente mortales (Barsanti, 2012).

### **Prevalencia**

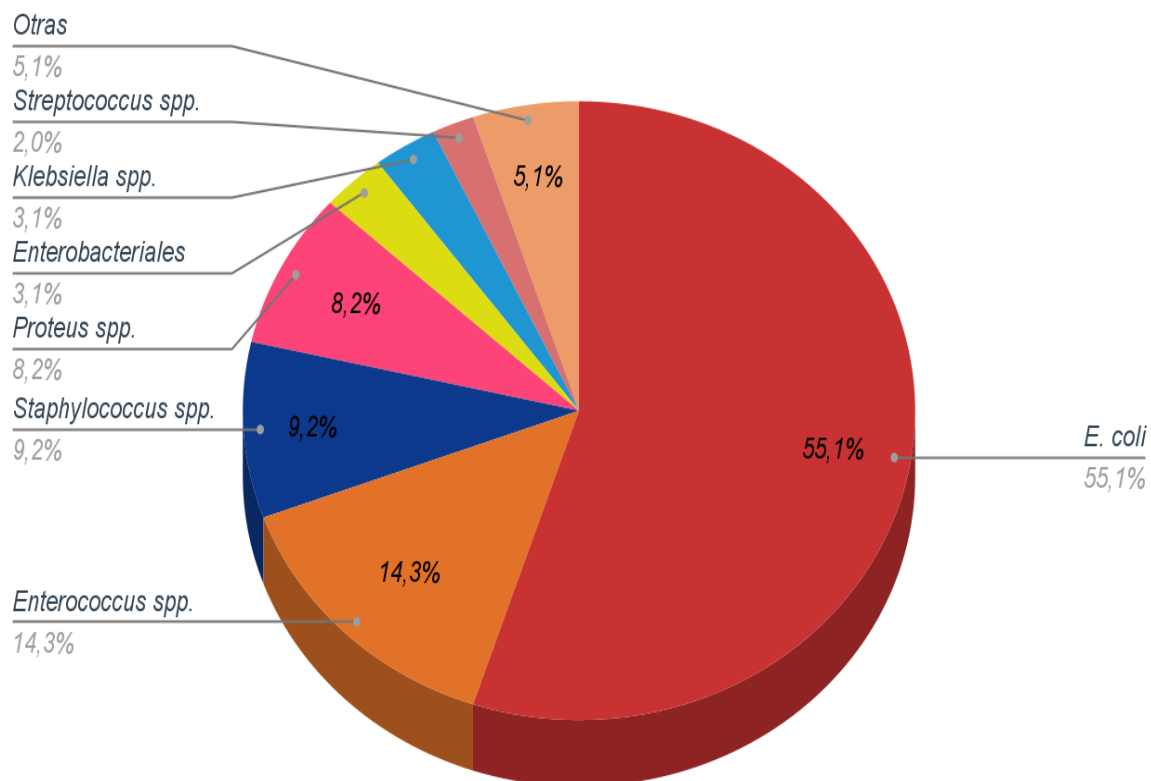
Las infecciones urinarias suelen ser más comúnmente encontradas en caninos que felinos. Se estima que pueden llegar a afectar al 14 % de los perros en algún momento de su vida (Ettinger & Feldman, 2007). En un estudio, Urbina Bohórquez & Campos Mosquera (2009), hallaron que la ITU se manifiesta en casi el 8 % de los caninos y 2 % de los felinos que participaron. Este porcentaje además aumenta hasta un 20 % durante el sondaje de las vías urinarias. Tampoco hallaron grandes diferencias entre la incidencia en machos o hembras, por más que las hembras teóricamente puedan infectarse con mayor facilidad.

### **Etiología**

Alrededor de un 75 % de las ITU son causadas por una sola especie de estas bacterias (mono microbianas), seguidas por un 20 % causadas por dos especies, y, en menor proporción, un 5 % por múltiples especies (infecciones mixtas) (Ettinger & Feldman, 2007; Bartges & Olin, 2018). Este último 5 % está comúnmente asociado a una contaminación de la muestra (cuando hay 3 o más especies distintas) y se recomienda repetir la toma de muestra. Sin embargo, las infecciones mixtas son más frecuentes de hallar cuando existen anormalidades anatómicas o funcionales en el aparato urinario (Sierra González, Arango Uribe & Echavarría Villegas, 2017).

Dentro de estas bacterias, se identificaron las más comunes y son similares en caninos y felinos. Estas incluyen a *Escherichia coli* como la predominante, representando alrededor de un

33 a un 55 % de la totalidad de los aislamientos bacterianos (García et al., 2019), seguida en frecuencia por los cocos grampositivos como *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp., con un cuarto a un tercio de la distribución. Luego, en menor proporción, se encuentran especies como *Enterobacter* spp., *Proteus* spp., *Klebsiella* spp., *Pasteurella* spp. y *Pseudomonas* spp. En ocasiones también se puede encontrar *Corynebacterium* spp. y *Mycoplasma* spp., raramente reportados (Ettinger & Feldman, 2007; Nelson & Couto, 2010) (Fig. 1). *Mycoplasma* spp. se encuentra provocando signos clínicos de ITU inferior en canino en menos del 5 % de los casos, sin embargo, no está confirmada su participación en dicha patología en felinos. Además, en felinos, se puede aislar una especie única en ellos, *Staphylococcus felis*, siendo el tercer aislamiento más frecuente en esta especie. Sin embargo, resulta difícil diferenciar entre *S. felis* y otras especies de *Staphylococcus* (Bartges & Olin, 2018). Un trabajo realizado en el año 2021 encontró similares proporciones de estos tipos bacterianos, con un 37% para *E. coli*, un 20% para *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp. y estreptococos beta-hemolíticos. Las restantes especies corresponden a aislamientos menores de casos aislados (Cacciato et al., 2021).



**Fig. 1.** Proporción de los distintos géneros y especies bacterianas participantes de ITU. Adaptado de Petreigne (2017).

## Virulencia bacteriana

La microbiota normal, presente en aberturas corporales y mucosas, desempeña funciones defensivas contra microorganismos patógenos (Barsanti, 2012) a través de la competencia, ocupando la mayoría de los receptores epiteliales en un nicho determinado y produciendo sustancias como bacteriocinas, que impiden o retrasan el desarrollo de otros géneros bacterianos. Las bacterias en la microbiota también pueden beneficiar al huésped a través de mutualismo (Stanchi, 2007). Aunque estas bacterias tienen similares necesidades nutricionales, sus requerimientos y afinidad a los nutrientes son mayores que los de los patógenos (Nelson & Couto, 2010). A algunas de éstas se las llama "potencialmente patógenas" debido a que pueden causar enfermedades si abandonan su nicho ecológico y colonizan áreas sin microorganismos. La virulencia de estas bacterias se basa en su capacidad para evadir las defensas de otras especies y secretar sustancias dañinas como aerobactinas, hemolisinas y ureasas (Senior, 2017).

Los factores de virulencia más importantes entre los uropatógenos se resumen en su **motilidad**, su capacidad de **adhesión** al urotelio y a la producción de **toxinas** bacterianas, que terminan por dañar al urotelio y paralizar al músculo liso (Ruidiaz, 2020). La gravedad del daño tisular también va a estar determinado por la reacción inflamatoria del huésped (Barsanti, 2012). En cuanto a la *motilidad*, si bien el movimiento browniano es el principal mecanismo de infección ascendente de las bacterias del tracto genitourinario distal, existen otras bacterias, como *E. coli* y *Proteus* spp. que cuentan con su propia motilidad intrínseca (Ettinger & Feldman, 2007). La *adherencia* de los patógenos al urotelio se lleva a cabo por medio de moléculas específicas de su superficie, que adoptan diversas configuraciones para unirse a los distintos receptores de la superficie del urotelio (Senior, 2017). La adherencia efectiva les permite evadir la eliminación durante la micción y la proliferación entre micciones (Nelson & Couto, 2010).

La bacteria *Escherichia coli*, el uropatógeno más común, en su aparato filamentosos de adhesión posee ciertas proteínas (**adhesinas FinH**) que interactúan con las uroplaquinas, desencadenando una sucesión de reacciones que llevan a su colonización sobre el urotelio, por ejemplo, de la vejiga (Ross, 2016). Además de *E. coli*, en muchas bacterias gram negativas están presentes las **fimbrias**, prolongaciones rígidas, filamentosas y proteicas, como un importante factor de virulencia. Para Bartges & Olin (2018), "los tipos específicos de fimbria... aumentan la capacidad de una bacteria para permanecer adherida al epitelio urinario, a pesar de la acción

limpiadora del sistema urinario” (p.540). *E. coli* también cuenta con flagelos que le permite movilizarse y quimiotaxis que le permite huir de la respuesta inmune del hospedador para así alcanzar nuevos sitios de infección dentro del tracto urinario. En esta bacteria se pueden encontrar otros factores importantes como la capacidad de producir toxinas como las **colicinas** (que aumentan la permeabilidad vascular), **hemolisinas** (que provoca daños tisulares y aumentan la cantidad de hierro libre disponible para el crecimiento bacteriano), **betalactamasas y plásmidos R** (favorecen la resistencia a antimicrobianos), **aerobactinas** (se une al hierro libre y facilita el crecimiento bacteriano) y **fermentación del dulcitol** (asociado a la resistencia a la fagocitosis), además de contar con gran resistencia a la acción bactericida sérica y poder replicarse rápidamente en la orina (Nelson & Couto, 2010). Es de remarcar que han aparecido nuevas cepas multidrogasresistentes (MDR) que producen betalactamasas de espectro extendido (BLEE), que son producidas tanto por *E. coli* como por otras enterobacterias, lo cual representa un grave problema a la hora de implementar tratamientos antibióticos cuando estas cepas están involucradas en ITU (Gómez Beltrán, 2022).

Otras bacterias, como *Staphylococcus intermedius*, *Proteus mirabilis* y *Klebsiella* spp., además de poseer sus propios factores de adherencia y plásmidos R, son capaces de producir una enzima llamada **ureasa**, que tiene la capacidad de desvitalizar las células uroteliales (por lo injurioso que resulta el amoníaco que surge de su actividad) y paralizar el músculo liso para facilitar la invasión y persistencia bacteriana (Senior, 2017). La ureasa también promueve la producción de urolitos de fosfato amoníaco magnesio (estruvita), que sirve como nido para una infección complicada (Bartges & Olin, 2018). *Corynebacterium* spp. también es ureolítica y las manifestaciones clínicas de una infección por esta bacteria están representadas principalmente por un fuerte olor amoniacal, hematuria marcada y pseudomembranas (Ruidiaz, 2020). En el caso de *Pseudomonas* spp. cuentan con una pesada cápsula de mucopolisacáridos para evitar la adherencia de anticuerpos, además de contar también con plásmidos R (Bartges & Olin, 2018).

Además de los mencionados, existen otros factores de virulencia encontrados frecuentemente, como los **antígenos capsulares K**, que dificultan la opsonización, fagocitosis y la actividad bactericida del complemento, y los **antígenos O** somático o de las endotoxinas, que disminuyen la contractilidad del músculo liso y la peristalsis uretral para facilitar el ascenso de las bacterias (Nelson & Couto, 2010; Bartges & Olin, 2018).

### **Fisiopatogenia y ubicación anatómica**

En el desarrollo de la enfermedad juega un papel muy importante el estado del sistema inmune del paciente, que le permite o no luchar contra la invasión de estos agentes. La enfermedad se desarrolla tras un desequilibrio entre los mecanismos de defensa del huésped (tanto sistémico como localizado en el epitelio de las vías urinarias) y los factores de virulencia de los agentes patógenos. Inicialmente las bacterias que ascienden y colonizan el tracto urinario a partir de la flora fecal, del ambiente (en casos de hospitalizaciones), de las vías reproductoras o urinarias bajas o secundarias al sondaje urinario. Otras vías menos frecuentes son la hematógena o por infecciones cercanas al tracto urinario (abscesos de los muñones uterinos) (Sierra González et al., 2017). A partir de dicha colonización inicial, se estimulan las células epiteliales para que sintetizen mediadores inflamatorios, los cuales conducen a las células inflamatorias al sitio de la infección, formándose allí una respuesta inflamatoria local que va a determinar si la infección se elimina o se produce daño tisular (Barsanti, 2012). En base a esto, van a ser diferentes las manifestaciones clínicas de esta infección según en qué sitio del tracto urinario invadan y se asienten los microorganismos patógenos.

En cuanto a la ubicación, las **ITU inferiores** involucran a la vejiga y la uretra, y se producen como consecuencia de la adherencia y ascenso de las bacterias, pertenecientes a la flora normal de la piel, genitales o tracto gastrointestinal, por la uretra en dirección a la vejiga. Esta colonización estimula la inflamación local, y conduce a uretritis y cistitis. “La vejiga y la porción proximal de la uretra están tan íntimamente asociadas que se piensa que la inflamación en uno de estos órganos afectará al otro” (Urbina Bohórquez & Campos Mosquera, 2009, p.83). La mayoría de las alteraciones en el aparato urinario están relacionadas a las vías bajas y suelen ser frecuentes en la clínica de pequeños animales (Rubin, 2002). Las **ITU superiores** involucran a uréteres y a la pelvis renal, que finalmente desarrollan ureteritis y pielonefritis, en el peor de los casos. También se incluye prostatitis en caninos machos enteros. Son producidas muchas veces por alguna infección sistémica, tal como endocarditis bacteriana, pero esto es poco común. En otras ocasiones son producidas por el ascenso de las bacterias desde el tracto inferior sin contención por parte de la inmunidad local. Se suele considerar que todo el tracto urinario superior, incluyendo vejiga hasta aproximadamente la mitad de la uretra, conforman un ambiente estéril y que tiene la capacidad intrínseca de resistir la invasión de los agentes que forman parte

de la flora habitual de la uretra distal y los genitales externos (Senior, 2017), por lo que el hallazgo de microorganismos provenientes de esta región es de significancia diagnóstica.

### **Mecanismos de defensa y factores predisponentes**

Diversos factores predisponentes al desarrollo de las ITU y surgen a raíz de la vulneración los mecanismos de defensa del hospedador. Entre ellos se encuentran:

#### **El sexo:**

La uretra de las hembras normalmente tiene una zona de mayor presión en proximal, lo cual previene la migración retrógrada de las bacterias hacia la vejiga, al igual que sucede con los movimientos peristálticos constantes de la uretra de los machos (Senior, 2017). Las hembras caninas suelen ser las más frecuentemente afectadas por ITU en comparación con los caninos machos, por poseer una uretra más corta y ancha, la cual hace más probable que se contamine con materia fecal (García et al., 2019). Por el contrario, la uretra del macho entero es más larga, y es donde desembocan secreciones prostáticas bactericidas/bacteriostáticas (Nelson & Couto, 2010). Además, las ITUs son más frecuentes en hembras caninas castradas, seguidas por hembras enteras, machos castrados y machos enteros. Las hembras castradas sintetizan menor cantidad de GAGs (glicosaminoglicanos) por la caída en el nivel de estrógenos, por lo que tienden a estar más predisuestas a las infecciones (Barsanti, 2012; Senior, 2017). Sin embargo, se cree que existen factores hormonales que puedan predisponer al desarrollo de ITU, y que en las hembras felinas coincide con el ciclo estral, lo cual también lleva a una frecuente asociación entre piómetras e ITU. Por esto, en algunos casos de ITU en hembras, la ovariosterectomía podría formar parte de la solución de la ITU (Urbina Bohórquez & Campos Mosquera, 2009). Por otro lado, en los machos enteros y viejos puede producirse ITU como consecuencias de una prostatitis (Nelson & Couto, 2010), a la vez que ellos cualquier ITU debe ser considerada de mayor complejidad debido a la baja incidencia de ITU que tienen en comparación con las hembras (Senior, 2017).

#### **La especie**

Los felinos son naturalmente más resistentes a la enfermedad, pues estando saludables son capaces de llevar su orina a concentraciones mucho más altas que la de los caninos, lo cual inhibe o altera el crecimiento bacteriano. Así, sólo un 2 % de los casos de ITU en felinos son

causados por una infección urinaria (ITU) primaria; en la gran mayoría de los casos predominan otras causas (Nelson & Couto, 2010). Los gatos adultos jóvenes con infecciones urinarias bacterianas se suele asociar a cateterismo urinario o una uretrotomía perineal. En gatos mayores de 10 años, especialmente hembras, es más común que se desarrolle ITU no asociada a cateterismo o cirugías (Barsanti, 2012). También aumenta la incidencia en gatos geriátricos, inmunodeprimidos, o aquellos que cursan con enfermedades sistémicas (Merck, 2007).

### **La edad**

Independientemente del sexo, las ITU suelen darse entre los 7- 8 años de edad (Thompson et al., 2011), aunque García et al. (2019) amplían este rango de cuatro meses a 17 años. En un estudio, Gaymer Galarce (2014) encontró un promedio de edad de 8 años en hembras felinas, 6,6 años en machos felinos, y 8,5 años en caninos hembras y machos. La edad no parece ser un factor de riesgo, pero requiere mayor estudio (Urbina Bohórquez & Campos Mosquera, 2009). Hay que tener en cuenta que en animales muy jóvenes también es mayor la susceptibilidad a contraer infecciones, generalmente de tipo bacteriano, por el no completo desarrollo de su sistema inmune, tanto de las barreras físicas como de la respuesta celular y humoral (Urbina Bohórquez & Campos Mosquera, 2009).

### **La raza**

Son muy variables y pueden estar asociadas a la popularidad de estas a lo largo del tiempo, siendo las más comunes actualmente Pastor alemán, Caniche miniatura y Toy, Doberman Pinscher, Schnauzer Miniatura, Golden Retriever , Dachshunds, Cocker Spaniel, Labrador Retriever y caninos mestizos (Petreigne, 2017; García et al., 2019). De estas, se ha descrito al Schnauzer como una de las razas con mayor incidencia de esta enfermedad (García et al., 2019). La predisposición racial se puede resumir en razas medianas para los caninos y razas criollas para los felinos (Urbina Bohórquez & Campos Mosquera, 2009).

### **Alteraciones en los mecanismos de defensa del aparato urinario**

Según Nelson & Couto (2010) el estado en el que se mantienen los mecanismos de defensa del hospedador parece ser el factor de mayor importancia para la instauración de la ITU. La micción normal es el mecanismo de defensa principal del huésped. Una frecuencia y volumen adecuado logran barrer con la mayoría de los microorganismos, evitando su adherencia.

### ***Anomalías anatómicas:***

Las características anatómicas de la uretra, junto con la inserción oblicua y pseudovalvular de los uréteres en la vejiga, forman estructuras anatómicas y funcionales que contribuyen a prevenir las infecciones ascendentes (Nelson & Couto, 2010). No obstante, ciertas alteraciones congénitas o adquiridas en partes específicas del sistema urinario pueden alterar la micción, resultando en un aumento del volumen de orina residual en la vejiga o en una menor frecuencia de micción, lo que puede predisponer a infecciones al proveer más tiempo para la multiplicación bacteriana. En referencia a esto, hay alteraciones como el estrechamiento uretral secundario a fibrosis, hipertrofia uretral o tumores que interfieren con el flujo normal de la orina (Senior, 2017). Existen otras anomalías congénitas en la anatomía del aparato urinario, como una involución vulvar o uréteres ectópicos pueden asociarse a infecciones recurrentes (Senior, 2017). Dentro de estos también se incluyen el uraco persistente, divertículos de la vejiga, dermatitis perivulvar y vulva hundida (Barsanti, 2012).

### ***Alteraciones funcionales:***

El vaciado incompleto por micción anormal también puede ser consecuencia de lesiones espinales o alteraciones congénitas que alteren la tonicidad vesical (Senior, 2017). En los casos que conducen a retención urinaria, se tiende a disminuir el grosor de la pared de la vejiga, lo que comprime los vasos intramurales y, por lo tanto, disminuye el número de leucocitos y otros factores antibacterianos locales (Nelson & Couto, 2010). Por el contrario, la incontinencia urinaria secundaria a un menor tono en el músculo del esfínter uretral es un gran factor predisponente para el ascenso de las bacterias (Nelson & Couto, 2010).

### ***Alteraciones metabólicas sistémicas:***

Las enfermedades sistémicas que cursan con alteraciones polidípsicas-poliúricas producen orinas de baja concentración y esto puede conducir a una ITU, tanto en caninos como felinos. Este es el caso de la diabetes mellitus, donde también hay glucosa en la orina, el hiperadrenocorticismismo, los tratamientos con glucocorticoides (Merck, 2007) y la insuficiencia renal crónica (Nelson & Couto, 2010). Dentro de esta última se ve perjudicada la llegada de antibióticos en concentraciones adecuadas a orina para ayudar a combatir las infecciones. Barsanti (2012) señala que “se han encontrado infecciones urinarias en el 29% de los perros con



hiperparatiroidismo primario, más del 40% de los perros con hiperadrenocorticismo y del 20% al 40% de los perros con diabetes mellitus. En los gatos, del 17% al 22% con insuficiencia renal crónica, del 8% al 13% con diabetes mellitus y del 12% al 22% con hipertiroidismo tenían ITU” (p.1016).

### **El urotelio**

El urotelio juega un rol fundamental dentro de los mecanismos de defensa del huésped. Éste está cubierto por una capa de glicosaminoglicanos (GAG) que tiene la función de evitar la adherencia bacteriana. Esta capa de GAGs es muy hidrófilo, por lo que favorece la formación de una capa de agua sobre la superficie del epitelio, lo que le aporta protección, no solo contra las bacterias, sino también contra la misma orina que suele ser muy irritante (Barsanti, 2012). Además, una exfoliación epitelial normal, como la de cualquier otro epitelio sano, colabora con el enlentecimiento de la adhesión bacteriana (Senior, 2017). Se debe tener en cuenta que este mecanismo no solo es uno de los mecanismos de defensa más importantes para el huésped, sino que también puede ser una forma de propagar bacterias al medio ambiente y que también expone a las células epiteliales subyacentes a la infección (Barsanti, 2012). Si este urotelio o la capa de GAGs se encuentran dañados o erosionados en exceso, se aumenta la predisposición a la adherencia bacteriana, tal como sucede durante la cateterización uretral, urolitiasis, neoplasias o irritaciones químicas (p. ej. con ciclofosfamida) (Senior, 2017; Barsanti, 2012). En el caso de los felinos, los sondajes uretrales aumentan 10 veces el riesgo de colonización bacteriana, y suelen presentar infección a las 48 hs post sondaje (Visintini, 2020).

### **La orina**

Cuenta con propiedades antimicrobianas, como su bajo pH, las altas concentraciones de urea y otros ácidos orgánicos provenientes de la dieta, que inhiben el crecimiento bacteriano. Otra propiedad antibacteriana de la orina la proporcionan sus altas cantidades de IgG e IgA, que son capaces de opsonizar a las bacterias y evitar su adherencia (Senior, 2017).

**Tabla 1. Defensas locales del tracto urinario y anomalías que predisponen a infecciones complicadas**

Defensas del hospedador		Anomalías
<b>Micción normal</b>	<p>Volúmen adecuado de orina. Adecuado flujo de orina. Micción frecuente. Evacuación completa. Continencia urinaria.</p>	<p>Obstrucción urinaria. Vaciado incompleto de la vejiga. Reflujo vesicouretral. Pérdida de tono por lesión espinal. Incontinencia urinaria.</p>
<b>Estructuras anatómicas</b>	<p>Zonas de alta presión uretral. Superficie del urotelio uretral. Peristalsis uretral. Longitud de la uretra. Válvulas solapadas ureterovesicales. Peristalsis ureteral. Suministro y flujo extenso de sangre renal.</p>	<b>Congénitas</b>
		<p>Divertículos o restos de uraco. Uréteres ectópicos. Estenosis vestibulovaginal. Dilatación ureteral. Anomalías uretrales.</p>
		<b>Adquiridas</b>
		<p>Catéter urinario permanente. Anomalías uretrales. Cirugía de uretostomía. Pliegues cutáneos perivulvares excesivos.</p>
<b>Defensas de la mucosa urotelial</b>	<p>Producción de anticuerpos. Capa superficial de glucosaminoglucanos. Propiedades antimicrobianas intrínsecas de la mucosa. Interferencia bacteriana por microbios comensales del tracto urinario distal. Exfoliación de células.</p>	<p>Traumatismos de la mucosa por cateterismo o urolitiasis, Déficit de IgA, Neoplasias, Pólipos, Daños inducidos por citotóxicos como ciclofosfamida.</p>
<b>Propiedades antimicrobianas de la orina</b>	<p>Valores extremos de pH. Hiperosmolaridad. Alta concentración de urea. Presencia de ácidos orgánicos. Carbohidratos de bajo peso molecular. Mucoproteínas de Tamm-Horsfall Péptidos de defensa del huésped (p. ej., defensinas).</p>	<p>Disminución de la densidad. Disminución del pH. Glucosuria.</p>
<b>Defensas renales e inmunocompetencia sistémica</b>	<p>¿Células mesangiales glomerulares? Gran irrigación y flujo sanguíneo. Inmunidad celular y humoral sistémica</p>	<p>Tratamiento con inmunosupresores o quimioterápicos. Hiperadrenocorticismo. Diabetes mellitus. Insuficiencia renal crónica. Neoplasias sistémicas o locales.</p>

*Adaptado de Senior (2017); Nelson & Couto (2010); Barsanti (2012) y Bartges & Olin (2018).*

## Clasificación de las ITU

Las **ITU no complicadas**, en un principio no están relacionadas a anomalías estructurales o funcionales subyacentes, sino más bien a una anormalidad transitoria reversible y, a menudo autolimitante, de los mecanismos de defensa del hospedador (Tabla 1) y que se resuelven sin mayores dificultades tras un tratamiento empírico inicial. Recientemente, se las denominó también **cistitis esporádicas**. En el caso de las **ITU complicadas**, la causa inicial no se puede combatir fácilmente porque están relacionadas a anomalías funcionales o anatómicas del tracto urinario, o factores de riesgo para el desarrollo de infecciones **persistentes** o **recurrentes**. Las manifestaciones clínicas o las mismas bacterias persisten a lo largo del tratamiento antibiótico inicial o pueden reaparecer tras la retirada o ineffectividad de éste. Dichas anomalías también están relacionadas a alteraciones en los mecanismos de defensa, tanto locales como sistémicos (Nelson & Couto, 2010; Foster, 2017).

Esta clasificación en ITU no complicadas y complicadas fue revisada recientemente, en el 2019, por la International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID), y a su vez remarcada por Foster (2020). A raíz de ello ahora se prefiere directamente desglosar dicha clasificación en 3 diagnósticos: **bacteriuria subclínica**, **cistitis esporádica** e **ITU recurrente**.

### **Bacteriuria subclínica**

No es una infección *per se*, pero este término se usa cuando se logran aislar bacterias en urocultivos en pacientes sin signos clínicos de ITU. Antiguamente se las denominaba ITUs ocultas pero ya no debería utilizarse ese término. En la mayoría de estos casos, los pacientes no necesitan tratamiento porque, por más que tengan colonización bacteriana, eso no indica necesariamente que sea una infección.

### **Cistitis esporádica**

Antes conocida como ITU simple o no complicada, que incluye la cistitis y los signos de ITU baja, que pueden desarrollarse en pacientes con anomalías funcionales o anatómicas, pero que no por ello sea necesario una terapia antibiótica prolongada, a menos que se evidencie la presencia de pielonefritis o prostatitis.

### ITU recurrente

Una ITU pasa a ser considerada como recurrente si el paciente manifiesta 3 o más infecciones dentro de los 12 meses. Una investigación más profunda del caso ayudará a determinar si esta condición se produjo a raíz de una reinfección o una infección recurrente o refractaria. En estos casos, *E. coli* es el organismo que más comúnmente causa infecciones recurrentes (Ruidiaz, 2020; Foster 2020). Una **reinfección** es cuando retorna una infección urinaria dentro de los 6 meses posteriores a la interrupción de la terapia con antibióticos, esta vez con un microorganismo diferente al inicial (Foster, 2020). También puede repetirse a intervalos variables después de suspender la terapia, siempre con microorganismos distintos cada vez (Barsanti, 2012; Ruidiaz, 2020). Una **recaída** (o reincidencia), dentro de la definición de infección recurrente, ocurre cuando se identifica al mismo microorganismo se cultiva nuevamente dentro de los 6 meses posteriores a la suspensión del tratamiento (Foster, 2020). Sucede si el paciente tiene una afección que permita la recolonización o impida la total eliminación microorganismo, como puede suceder si se ha acantonado fuertemente en algún sitio del tracto urinario al cual no tienen acceso los antibióticos, por lo que permanecen protegidos (Ruidiaz, 2020). Los tejidos más comunes en donde se pueden alojar son el riñón, la próstata, potencialmente la submucosa de la vejiga y los urolitos de estruvita (Barsanti, 2012).

También para Ruidiaz (2020) En pacientes en los que se logra identificar una ITU recurrente (una reinfección con otra bacteria, o una recaída con la misma bacteria) es importante realizar pruebas diagnósticas adicionales porque hay grandes probabilidades de que existan condiciones que predisponen o compliquen a la infección inicial. Dentro de estas condiciones predisponentes están las alteraciones en los mecanismos de defensa locales enumerados en la Tabla 1, sumados a deficiencias en la inmunidad sistémica. La identificación y corrección de estas anomalías aumenta las chances de éxito del tratamiento (Ruidiaz, 2020).

Una ITU **refractaria** es diagnosticada al obtener urocultivos positivos durante la terapia antibiótica adecuada basada en pruebas de susceptibilidad in vitro. Las posibles causas de esta condición incluyen:

- Baja excreción renal del fármaco, que lleva una concentración en la orina menor a la esperada.

- Baja biodisponibilidad del fármaco por causas como su composición o enfermedad gastrointestinal (alteraciones farmacocinéticas/ farmacodinámicas).
- Inadecuada dosificación o programa de administración del fármaco.
- Cumplimiento erróneo en la administración del fármaco.

Por último, Ruidiaz (2020) agrega el término **superinfección** para las infecciones que se superponen cuando, durante el tratamiento de un patógeno, se suma el desarrollo de otro.

García et al. (2019) afirma que alrededor de un 75% de los caninos afectados por ITU resultan episodios esporádicos, mientras que existe alrededor de un 4,5% de ITU en episodios recurrentes.

**Tabla 2. Términos para clasificar a las infecciones urinarias.**

Clasificación		Detalles		
Por localización	Altas	Riñón	Pielonefritis	
		Uréteres	Ureteritis	
	Bajas	Vejiga	Cistitis	
		Uretra	Uretritis	
Por complejidad	Bacteriuria subclínica	No es indicativo de ITU en ausencia de signos clínicos. No se recomienda tratamiento.		
	Cistitis esporádica	Sin sospecha de asociación a anomalías estructurales o funcionales. Responde rápidamente al tratamiento.		
	ITU recurrente	Posibles asociaciones a alteraciones en los mecanismos de defensa, tanto estructurales como funcionales del tracto urinario o en la inmunocompetencia sistémica.	Alteraciones anatómicas.	Congénitas.
				Adquiridas.
			Alteraciones funcionales.	
Alteraciones metabólicas sistémicas.				
Daños en el urotelio.				

			Alteraciones en la orina.
<b>Por respuesta a la terapia antimicrobiana</b>	Recurrente	Misma bacteria a intervalos variables (recaídas o recaídas).	
	Reinfección	Distintas bacterias a intervalos variables.	
	Refractaria	Misma bacteria que persiste a pesar del correcto tratamiento.	
	Superinfección	Distintas bacterias simultáneamente.	

Adaptado de Barsanti, (2012) y Foster (2020).

### **Signos asociados a alteraciones del aparato urinario**

Los signos asociados a una ITU aguda son variables y dependen del número y la virulencia de los uropatógenos, las enfermedades concurrentes que puedan existir en el aparato urinario, la respuesta del sistema inmune a la infección, su duración y el sitio o sitios específicos de infección (Bartges & Olin, 2018). Los signos típicos de una ITU están asociados a la inflamación del tracto urinario inferior como respuesta a esta infección. Dichos signos pueden verse tras el desarrollo agudo de la enfermedad, pero, en los casos de ITU crónica o recidivante, o en aquellos con enfermedades de base como hiperadrenocorticismos, pueden no manifestar signos clínicos evidentes (Rubin, 2002). Generalmente una ITU inferior clásica manifiesta varias combinaciones de signos como *polaquiuria*, *estranguria*, *disuria*, *hematuria* y *micción inapropiada* (Senior, 2017; Bartges & Olin, 2018), términos definidos por Rubin (2002) de la siguiente manera:

- **Polaquiuria:** eliminación de orina anormalmente frecuente, con o sin aumento de su volumen. Implica alteraciones en el acto de la micción y se debe diferenciar de disuria, estranguria e incontinencia.
- **Estranguria:** micción lenta y dolorosa, acompañada con signos de esfuerzo como gruñidos. Puede persistir luego del vaciado de la vejiga.
- **Disuria:** Micción dolorosa o dificultosa, acompañada de signos de dolor como gruñidos, vocalizaciones y mantenimiento de la postura por un tiempo. No confundir con tenesmo, que es el esfuerzo excesivo para orinar, pudiendo estar asociado al esfuerzo por defecar.

- **Hematuria:** Presencia de sangre en la orina, que hace que se vea de un tono rojo o rojizo. Es macroscópica cuando se puede ver a simple vista en la orina y es microscópica cuando se requiere de la observación del sedimento urinario para hallar eritrocitos. Si se percibe intensificada al principio de la micción, entonces se sugiere un problema en la uretra o los genitales, pero si se ve aumentada hacia el final de la micción o a lo largo de ésta, entonces orienta a un problema en las vías urinarias superiores o los riñones.
- **Micción inapropiada:** Micción consciente en momentos o lugares inadecuados.

A menudo los tutores también pueden advertir:

- **Poliuria:** Producción y eliminación de grandes cantidades de orina durante un determinado período de tiempo. Es un signo compartido por muchas enfermedades no urinarias.
- **Incontinencia urinaria (y urgencia por orinar):** Incapacidad de retener la orina. Es un signo que también se manifiesta ante determinadas alteraciones, como los uréteres ectópicos o incontinencia por sobrecarga por alteraciones neurológicas, pero que continúan siendo factores predisponentes para el desarrollo de una ITU (Tabla 1) (Bartges & Olin, 2018).
- **Retención urinaria:** El animal evita realizar la micción adrede o no vacía la vejiga adecuadamente por el dolor que le genera (Senior, 2017). También se denomina retención urinaria cuando existe una aparente reducción de la frecuencia de la micción temporalmente en la obstrucción parcial de la uretra, en el espasmo del esfínter externo y cuando se dificulta la adopción de una postura normal para orinar. La vejiga puede llegar a distenderse de tal manera que se logre vencer la obstrucción o el espasmo, resultando en micción por medio de pequeñas cantidades de orina a intervalos frecuentes o en goteo. Una vejiga distendida está comúnmente asociada a la retención urinaria (Rubin, 2002).
- **Olor amoniacal de la orina.**

## Exploración clínica del aparato urinario

La evaluación inicial de todo paciente debe contar con una serie ordenada de pasos, los cuales incluyen:

- Reseña y anamnesis completa.

En la *reseña* se debe asegurar tener los datos correspondientes a la especie, raza, sexo y edad del animal (Rubin, 2002). Durante la *anamnesis* se debe indagar y registrar principalmente la frecuencia de la micción, el volúmen de orina producido, cambios en el consumo de agua, aspecto u olor de la orina producida, y los posibles cambios en el comportamiento general del paciente (Merck, 2007). Resulta útil recabar datos sobre el diámetro del chorro de orina y la calidad del reflejo de la micción para diferenciar poliuria de polaquiuria. Si el flujo de orina es anormal y el animal demuestra dificultad al inicio de la micción es probable que haya una obstrucción parcial de las vías urinarias. (Rubin, 2002). Cambios en el estado anímico general del paciente, y la presencia de signos generalizados no específicos como letargia, depresión, anorexia, fiebre, vómitos y alteraciones del hemograma como leucocitosis, son indicadores de una ITU alta aguda y son de mayor gravedad que una ITU inferior (Rubin, 2002; Nelson & Couto, 2010), a menos que la inflamación de las vías urinarias inferiores sea extrema que de origen a los signos sistémicos (Senior, 2017).

- **Exploración clínica.** Se divide en:
  - Exploración a distancia o inspección general.
  - Exploración a distancia de una región en particular.
  - Exploración física.
- Urianálisis y análisis de sangre completo para evaluar la presencia de anomalías sistémicas u otras causas que predisponen a las ITU.
- Urocultivo y antibiograma.
- Métodos de diagnóstico por imagen para evaluar posibles alteraciones del tracto urinario.

Al finalizar la exploración clínica completa se debe tener en cuenta que la exploración física de las vías urinarias constituye la primera medida para la valoración del estado de riñones, uréteres, vejiga y próstata si la anamnesis y los signos orientan la sospecha hacia una ITU. Esta



primera valoración del sistema urinario puede complementarse posteriormente con pruebas laboratoriales de urianálisis, bioquímica sérica, hematología, técnicas de diagnóstico por imagen, como radiografías y ecografías, pruebas de funcionalidad renal como la prueba de aclaramiento de la creatinina endógena, prueba de privación de agua, citología y biopsia de ciertos tejidos, entre otros (Rubin, 2002).

A pesar de la dificultad que conlleva diferenciar clínicamente ITU inferiores de las superiores, Bartges & Olin (2018) agrupan el conjunto de datos obtenidos durante la anamnesis, exploración clínica y resultados de laboratorio para aproximar la sospecha hacia una ITU superior o inferior, lo cual se resume en la tabla 3.

**Tabla 3. Resultados del examen clínico que orientan hacia ITU inferiores y superiores.**

<b>Examen clínico</b>	<b>ITU INFERIOR</b>	<b>ITU SUPERIOR</b>
<b>Anamnesis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disuria, estranguria, polaquiuria.</li> <li>- Incontinencia urgente.</li> <li>- Signos de reflejo anormal del detrusor (incontinencia por desbordamiento, gran volumen residual).</li> <li>- Hematuria macroscópica al finalizar la micción.</li> <li>- Orina turbia con olor anormal.</li> <li>- Cateterización o cistostomía reciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poliuria, polidipsia.</li> <li>- ± Signos de infección sistémica (septicemia) o de enfermedad renal.</li> </ul>
<b>Exploración clínica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vejiga pequeña, dolorosa y engrosada.</li> <li>- Masas palpables en la uretra o vejiga.</li> <li>- Pared de la vejiga flácida, gran volumen residual.</li> <li>- Reflejo de micción anormal.</li> <li>- Palpación de urolitos.</li> <li>- Incontinencia urinaria posiblemente por una hiperreflectividad del músculo detrusor inducida por la inflamación y/o</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algunas anomalías detectables.</li> <li>- ±Fiebre y otros signos de infección sistémica por septicemia o enfermedad renal.</li> <li>- ±Dolor abdominal en el/los flanco/s (renales).</li> <li>- Riñón/es normal/es o de mayor tamaño.</li> <li>- Hematuria micro o macroscópica.</li> </ul>

	<p>la uretritis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser normal la exploración.</li> <li>- En hembras anomalías anatómicas de la vulva, dermatitis perivulvar grave o estenosis vaginal.</li> <li>- Gatos machos con uretostomía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Signos clínicos asociados a una enfermedad sistémica que predisponga a ITU (diabetes mellitus, hiperadrenocorticismo o neoplasia de la vejiga).</li> </ul>
<p><b>Hallazgos de laboratorio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuento sanguíneo completo: normal.</li> <li>• Urianálisis: piuria, hematuria, proteinuria, bacteriuria.</li> <li>• Urocultivo: bacteriuria significativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuento sanguíneo completo: ± leucocitosis.</li> <li>• Urianálisis: piuria, hematuria, proteinuria, bacteriuria, leucocitos o cilindros granulares.</li> <li>• Baja concentración de la orina.</li> <li>• ± Azotemia y otros hallazgos de enfermedad renal.</li> </ul>

*Adaptado de Bartges & Olin, (2018).*

## **SEGUNDA PARTE - DIAGNÓSTICO: MARCHA BACTERIOLÓGICA**

### **Definición**

Una vez que logramos determinar que el origen del problema de salud asienta en el sistema urinario, es necesario determinar si dicho problema es causado por el daño producido por excesiva cantidad de bacterias, y en tal caso, determinar de qué tipo de bacterias se trata, puesto que el éxito del tratamiento radica en que se seleccione el tratamiento específico adecuado para tal agente causal según su sensibilidad a antimicrobianos.

Se ha introducido el término de “marcha bacteriológica” (Stanchi, 2007) que resulta útil para definir la serie ordenada de pasos que debe seguir el profesional para identificar correctamente la bacteria o bacterias responsables de la infección.

Las etapas de la marcha bacteriológica son las siguientes:

- Decisión de realizar el estudio bacteriológico
- Toma de muestra, transporte y conservación
- Procesamiento general de la muestra
- Orina completa: Parámetros organolépticos, físicos y bioquímicos
- Observación microscópica del sedimento
- Urocultivo
- Antibiograma

Una vez obtenidos los resultados de los pasos que se consideraron necesarios para cada caso, se deben interrelacionar cada dato obtenido, para así llegar al diagnóstico concreto e iniciar tratamiento lo más pronto posible.

### **Decisión e indicaciones de urocultivo**

Para el médico veterinario clínico es primordial sospechar de la enfermedad en el paciente para comenzar con el proceso de diagnóstico microbiológico. Ante todo, debe existir, en base a la signología clínica, la sospecha de que es una enfermedad de origen bacteriano, sin dejar de tener presente la posibilidad de que la causa sea otra. Se debe determinar qué tipo de muestra tomar y

cómo hacerlo de manera adecuada. Asimismo, esta muestra debe ser conservada en condiciones óptimas para que, al momento de ser procesada, sea representativa del proceso infeccioso.

No hay que olvidar que este tipo de estudios complementarios conlleva un valor extra a la consulta veterinaria, así que hay que informarle oportunamente al tutor, sin dejar de resaltar la importancia de éste.

### **Toma de muestra**

Cuando se sospecha de una infección microbiana se debe recolectar muestras biológicas del sitio donde se aloja el posible microorganismo responsable (Stanchi, 2007). Entonces, cuando la sospecha se direcciona a una infección asentada en el sistema urinario, la muestra de elección para comenzar la marcha bacteriológica es la orina del paciente. Para esto debemos conocer los métodos de recolección de orina. Una muestra de orina puede obtenerse de diversas maneras, tales como **cistocentesis**, **cateterización** urinaria o durante la **micción espontánea** del animal (Madrigal, 2013).

El número de organismos aislados en un canino o felino sano varía según la técnica de toma de muestra realizada (Tabla 4). Por eso, los resultados deben interpretarse en base a la microbiota normal de esa región y a la situación inmunológica del paciente, siendo influenciados por la correcta selección, tiempo y método de obtención de las muestras.

La recolección tomada durante la *micción espontánea* del animal es una muestra útil para cuando se sospecha patologías no infecciosas por su practicidad, pero es muy poco recomendada para el estudio microbiológico ya que la misma normalmente está contaminada por el arrastre de microorganismos provenientes de los genitales externos del animal, y más aún cuando se recoge la orina de la mesa de exploración o del suelo con un jeringa; seguramente está contaminada con residuos de limpiadores, desinfectantes, materiales extraños y otros que pueden alterar los análisis químicos (Allerman & Wamsley, 2018).

La *cateterización urinaria* es una técnica donde se desliza un catéter estéril por la uretra del animal. Tampoco es de elección para un cultivo pues es probable que se arrastren microorganismos desde la uretra distal hacia la uretra proximal y vejiga, contaminando la muestra resultante. Una de las principales complicaciones de la cateterización si no se cumple

con las condiciones de esterilidad es la de provocar una infección iatrogénica tras la maniobra por el mencionado arrastre de bacterias hacia la vejiga. Además, resulta muchas veces traumática y puede llegar a contaminar la muestra con glóbulos rojos (Madrigal, 2013).

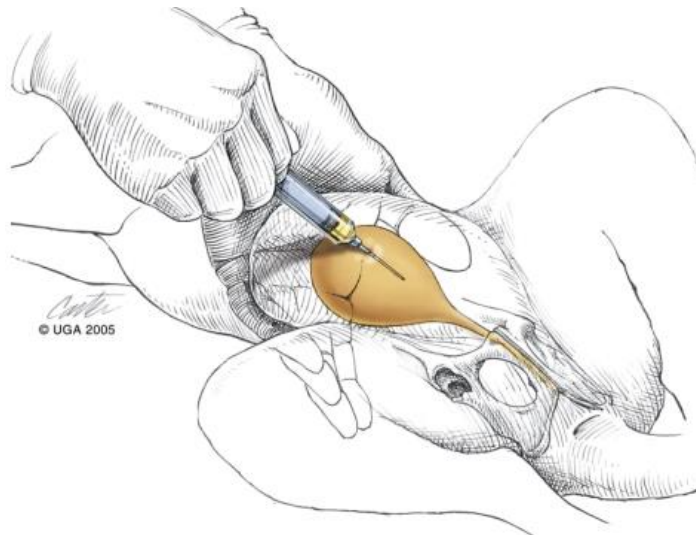
Por último, la *cistocentesis* resulta ser el método de elección para obtener orina para realizar el urocultivo (Nelson & Couto, 2010) y es más tolerada, tanto en caninos como en felinos, que la cateterización de la uretra.

La cistocentesis consta en la punción de la vejiga con una aguja a través de la pared abdominal. Esta aguja debe ser estéril y de 22G en caninos y 23G en felinos, (varía según el tamaño del animal en el caso de los caninos) y jeringa estéril de 10 o 12 ml (Madrigal, 2013; Rubin, 2002). Se localiza la vejiga por palpación abdominal monomanual en el cuadrante abdominal caudal, hacia la región púbica, como una estructura lisa y en forma de pera. A partir de aquí se pueden realizar dos abordajes distintos (Rubin, 2002): la cistocentesis lateral y la ventral. En cualquiera de las dos variantes se debe asegurar que la aguja ingrese en un ángulo de 45° a través de las paredes ventral o ventrolateral de la vejiga (para prevenir el daño de los uréteres o grandes vasos), con previa tricotomía del área de la punción y una limpieza con alcohol al 70%.

Para realizar la cistocentesis lateral, a los caninos se los posiciona en estación o en decúbito lateral, y a los felinos, por su parte, en decúbito lateral o ventral. Se palpa e inmoviliza la vejiga presionando hacia dorso-caudal desde abajo o desde el lado contrario del abdomen. Se introduce la aguja en la piel ventrolateral del abdomen con un ángulo caudomedial para aspirar la orina. Si se opta por la cistocentesis ventral se debe inmovilizar al animal en decúbito dorsal para comprimir el abdomen craneal y así localizar y estabilizar la vejiga cerca de la pared abdominal ventral. En perras, gatos y gatas la aguja se inserta sobre la línea media del abdomen, mientras que en perros se introduce desde el lateral del prepucio.

El volúmen de muestra a tomar no es estricto pero idealmente se precisan 10 a 15 ml de orina, aunque en ocasiones se puede examinar una muestra de entre 1 a 2 ml. De todos modos, el volumen de muestra a utilizar debería estandarizarse para cada laboratorio (Chew & DiBartola, 1998).

Lo recomendable es fraccionar y almacenar una parte de la muestra de orina para realizar el cultivo bacteriano, mientras que en el resto se pueden sumergir las tiras reactivas, pipetas, etc. En su defecto, utilizando la totalidad de la muestra, el primer paso es el cultivo y posteriormente se sigue con el resto de determinaciones (Bush, 1999).



**Fig. 2.** Cistocentesis con animal en decúbito dorsal. Tomado de Barsanti (2012).

### **Conservación y transporte de la muestra**

Posterior a la toma de muestra, el urianálisis deberá realizarse dentro de los siguientes 30 - 60 minutos, ya que, de pasar más tiempo, el pH puede alterarse, pueden crecer bacterias contaminantes, se pueden romper y disolver elementos frágiles y perderse detalles celulares (en leucocitos y células epiteliales) (Chew & DiBartola, 1998).

Si el procesamiento de la muestra se retrasa o debe realizarse en otro sitio, la orina entonces debe resguardarse en refrigeración en un frasco estéril, opaco y de cierre hermético, rotulado previamente con los datos del paciente, el número de historia clínica, la fecha y técnica de toma de muestra. Un almacenamiento prolongado también puede alterar la morfología de las células, favorecer la formación de cristales y precipitar sustancias químicas que se malinterpretan como cristales. Nunca se debe congelar ni adicionar ningún conservante químico (Chew & DiBartola, 1998; Madrigal, 2013).

Si transcurren más de 60 minutos desde que se tomó la muestra, ésta puede ser refrigerada a 2° - 8° C por un máximo de 12 hs (Allerman & Wamsley, 2018). Numerosas determinaciones químicas son temperatura dependiente por lo que las muestras que han sido refrigeradas o congeladas deberán volver a temperatura ambiente antes de ser examinadas (Chew & DiBartola, 1998). Según Stanchi (2007) las muestras de orina no requieren medios de transporte y pueden conservarse refrigerada en heladera a 4°C hasta 24 hs, aunque Madrigal (2013) acorta este tiempo a un máximo de 12 hs. Si el procesamiento de la muestra se retrasa porque debe ser enviado a un sitio distinto al que se tomó la muestra, se pueden utilizar medios de transporte. Los medios de transporte son sustancias que permiten mantener la viabilidad de los microorganismos y las características fisicoquímicas de la muestra, sin alterar su cantidad o calidad. Existen de consistencia líquida o semisólida, sin sustancias nutritivas, y con un agente reductor para evitar la oxidación. Los más usados son el medio Stuart y el de Cary y Blair (Stanchi, 2007).

Siempre es necesario tener presente bajo cuáles tratamientos médicos está el paciente, ya que algunos pueden afectar a la concentración o densidad urinaria (fluidoterapia, glucocorticoides, diuréticos), o pueden favorecer la formación de cristales (alopurinol, antibióticos, contrastes radiográficos), por lo que es recomendable, en lo posible, tomar la muestra antes de instaurar alguno de estos tratamientos. Otras veces los pacientes están bajo tratamiento antibiótico los cuales se deben tener presentes a la hora de realizar los urocultivos (Madrigal, 2013).

### **Procesamiento de la muestra: Análisis completo de orina**

Según Hutter (2010), para los médicos veterinarios es fundamental el análisis de orina como el primer paso para iniciar y seleccionar los métodos complementarios para arribar al diagnóstico de una gran cantidad de enfermedades internas de los animales. Mediante la medición de tres parámetros principales durante la primera consulta (proteínas, pH y densidad) se orienta al diagnóstico y se decide cómo seguir.

El **análisis completo de orina** o **urianálisis** se compone de diversas pruebas de laboratorio que combinan la evaluación de las características físicas y bioquímicas con el estudio microscópico del sedimento urinario (Chew & DiBartola, 1998; Sink & Feldman, 2009).

### Características organolépticas

Se realiza al comenzar el urianálisis y aporta información extra al abordaje inicial y no se precisan más elementos que nuestros sentidos. Las principales características organolépticas evaluadas inicialmente en cualquier muestra de orina incluyen *transparencia*, *color* y *olor* (Madrigal, 2013) y deben describirse en lo posible inmediatamente después de la toma de la muestra (Bush, 1999).

La **transparencia** (también denominado *aspecto*) normal en caninos y felinos es transparente y clara al visualizarse en un tubo de ensayo limpio y con buena luz. Si la orina se aprecia turbia es indicativo de presencia de partículas en suspensión, tales como células, cilindros, microorganismos, grasa o cristales. En ocasiones la turbidez puede darse por la presencia de espermatozoides, fluido prostático, mucus y contaminantes (Chew & DiBartola, 1998). En los procesos inflamatorios o infecciosos, normalmente la turbidez es debida a la presencia de leucocitos y/o microorganismos. En los casos de hemorragia del tracto urinario los glóbulos rojos modifican el aspecto de la orina y los cristales lo hacen normalmente cuando la orina ha estado refrigerada.

El **color** normal de la orina abarca varios tonos de amarillo, y está dado por la presencia de urocromos, pigmentos provenientes del metabolismo de la bilirrubina. Por más que exista correlación entre la intensidad del color de la orina y su densidad, no es conveniente usar el color para evaluar la capacidad de concentración de la orina por parte de los túbulos renales (Allerman & Wamsley, 2018). A continuación se describen los colores de orina distintos al amarillo y sus causas (Chew & DiBartola, 1998):

- Rojo o marrón rojizo: Eritrocitos (Hematuria), hemoglobina (hemoglobinuria) o mioglobina (mioglobinuria).
- Marrón oscuro o negro: Metahemoglobina.
- Amarillo amarronado a verde amarronado: Muestra muy concentrada, Bilirrubina o *Pseudomonas* spp.
- Verde o azul verdoso: Azul de metileno (antiséptico urinario), biliverdina.
- Rosa anaranjado: Porfirinas, bilirrubina, antibióticos.
- Blanco: Piuria, lipiduria o cristales de fosfato.



Incluso si macroscópicamente no se perciben alteraciones en el aspecto y el color, el examen microscópico del sedimento urinario puede evidenciar anomalías, por eso es menester complementar el análisis organoléptico con el examen del sedimento (Allerman & Wamsley, 2018).

El **olor** normal es sui generis; las orinas del canino y el felino no tiene un olor fuerte. Este olor, en condiciones normales está compuesto por las feromonas propias de la especie (especialmente notorias en el felino macho entero), metabolitos de la comida y ácidos grasos volátiles (Bush, 1999). Por otro lado, olores fuertes, como de amoníaco, pueden ser indicativos de una infección urinaria con bacterias ureasa positiva, que transforman la urea en amoníaco. Puede haber también olor a acetona o frutas maduras en los casos de cetosis. También hay ciertos antibióticos o alimentos que le aportan olores anormales a la orina (Chew & DiBartola, 1998).

### Parámetros físicos

Dentro de esta categoría están comprendidos el pH y la densidad urinaria:

#### ***pH***

El pH de la orina es variable según la dieta, volviéndose más ácido cuanto mayor cantidad de proteína animal se ingiera. El pH urinario también está sujeto a las variaciones acidobásicas sistémicas. La medición del pH realizada por las tiras reactivas no es del todo exacta, el método de referencia siempre va a ser el pHmetro (Madrigal, 2013). El **pH alcalino** es un probable indicador de cistitis bacterianas causadas por bacterias ureasa positivas, como los géneros *Proteus*, *Staphylococcus aureus* o *Pseudomonas* (convierten la urea en amonio y sube el pH), pero también puede ser resultado de una alteración metabólica como una alcalosis metabólica o respiratoria o en animales que sufrieron estrés durante la obtención de la muestra lo que conlleva a una hiperventilación y alcalosis secundaria. El **pH ácido** se manifiesta durante una acidosis metabólica o respiratoria, o procesos en los que se acelere el catabolismo de proteínas como la fiebre o el ejercicio muscular intenso y prolongado es probable encontrar orinas muy ácidas.

El pH esperado en felinos y caninos es entre 5.5 y 6.5 (Sink & Feldman, 2009). Los cambios en el pH urinario tienen efecto directo en el tipo de cristales que se pueden ver en el

sedimento y se pueden utilizar para predecir los tipos de urolitos minerales que se pueden llegar a formar (Allerman & Wamsley, 2018).

Otros motivos por los que se pueden dar falsos cambios de pH (Sink & Feldman, 2009) comprenden:

- Muestras contaminadas que no se almacenaron en refrigeración.
- Contaminación con sustancias químicas o colorantes de los tacos de reactivo.
- Liberación de CO<sub>2</sub> durante el almacenamiento a temperatura ambiente.
- Contaminación con detergentes.
- Tratamiento con furosemida.

### *Densidad*

Es el valor que determina el grado de concentración de la orina y es el único de rutina con el que se evalúa la correcta funcionalidad de los túbulos renales y su respuesta a la estimulación de la hormona antidiurética para la retención de agua en la sangre y mantener en un rango normal los niveles de sodio y urea en el parénquima renal (Madrigal, 2013; Allerman & Wamsley, 2018).

En la práctica habitual este valor se determina utilizando un refractómetro, siendo desaconsejado el uso de las tiras reactivas que están calibradas para valores de densidad de orinas humanas (más bajas). La refractometría aporta un acercamiento a la real concentración de solutos totales en la orina, es económico y simple de realizar. Para esto hay que asegurarse de contar con un refractómetro debidamente calibrado (con agua destilada a la temperatura recomendada), que cuente con una escala de densidad urinaria (Madrigal, 2013), y que, en lo posible sea especializado para orinas caninas y felinas (Allerman & Wamsley, 2018).

Es preferible medir la densidad en el sobrenadante de la muestra posterior a la centrifugación, para prevenir que las células o cristales pueden influenciar en la refracción de la luz necesaria para la lectura de los resultados en el refractómetro (Allerman & Wamsley, 2018). La muestra recomendada para la medición de la densidad es la orina de primera hora de la mañana porque suele ser la más concentrada y no sufre fluctuaciones como la que se forma a lo largo del día por la ingesta de agua (Madrigal, 2013).

Los valores de densidad normales del canino van de 1025 a 1040 (con un máximo de 1060), y de los felinos de 1030 a 1080 (con un máximo de 1080). Los cachorros fisiológicamente tienen menor poder de concentración de la orina, que va desde 1010 a 1020 (Hutter, 2010).

La regla general es que en grandes volúmenes de orina es esperable una densidad baja y en escaso volumen, una densidad alta. La oliguria por fallo renal es el único caso en el que la densidad es baja con un volumen bajo, siendo excepción a la regla (Chew & DiBartola, 1998).

El significado clínico de los valores de densidad obtenidos deben ser interpretados cuidadosamente teniendo presente las circunstancias individuales del paciente y su situación clínica (Chew & DiBartola, 1998). Se debe tener en cuenta la edad del paciente, su estado de hidratación, si padece de alguna enfermedad previa, las concentraciones de urea y creatinina en la sangre, las concentraciones de glucosa y proteína en la orina y si se le están administrando agentes terapéuticos (Allerman & Wamsley, 2018).

De ser necesario se aconseja repetir la muestra y las mediciones para asegurar el resultado. También se debe poder evaluar la densidad urinaria antes de instaurar cualquier tratamiento, debido a que terapias como rehidratación, diuréticos o glucocorticoides pueden alterarla, así como algunos anticonvulsivantes, exceso de hormonas tiroides, dietas bajas en proteínas, dietas altas en sales, metoxiflurano y aminoglucósidos (Chacón & Barceló, 2021).

### **Parámetros bioquímicos**

Son aquellas que se miden con la ayuda de las **tiras reactivas de orina**. Las tiras reactivas constituyen un método rápido y práctico para hacer múltiples determinaciones bioquímicas simultáneamente por medio de una tira de papel que contiene numerosos tacos impregnados con los reactivos necesarios. Su uso es común en el procesamiento de muestras humanas ya que están fabricadas en base a ellas, pero cuando se las utiliza para muestras de caninos y felinos los resultados no son fiables y deben ser interpretados con cuidado. Los valores de menor precisión incluyen el de densidad y proteinuria, al igual que los valores de urobilinógeno y nitritos (Bush, 1999), por lo que se recomienda recurrir a métodos complementarios para su identificación (Chew & DiBartola, 1998).

Las tiras deben permanecer dentro del recipiente original, en un lugar fresco y seco, lejos de la luz solar y el calor, para evitar que se alteren los compuestos de cada taco. Los resultados de las tiras deben evaluarse en una zona bien iluminada pero no al rayo de sol directo (Sink & Feldman, 2009) y pueden variar según la densidad de la orina, por lo que se debe tener en cuenta la densidad siempre. En el recipiente que provee el fabricante posee en su exterior una grilla de colores de cada sección donde se compara con la tira sumergida en la muestra para inferir de manera cualitativa/ semicuantitativa el contenido de cada analito probado. Asimismo, el resultado de cada sección tiene un tiempo óptimo de lectura indicado en el envase que debe cumplirse al pie de la letra, documentando los resultados. Las determinaciones que ofrecen las tiras también pueden variar según el fabricante.

Las tiras reactivas provee una determinación química semicuantitativa registrada como: 0, trazas, 1+, 2+, 3+ ó 4+. Como es una medición subjetiva, pueden llegar a variar los resultados según las personas que observen la tira (Chew & DiBartola, 1998).

Los parámetros de la orina que se pueden evaluar con tiras reactivas son *pH*, *Glucosa*, *Cuerpos cetónicos*, *Sangre oculta*, *Leucocitos*, *Bilirrubina*, *Urobilinógeno*, *Nitritos*, *Proteína* y *Densidad*.

### ***Glucosa***

Normalmente en la orina no debería encontrarse glucosa ya que todas aquellas moléculas que fisiológicamente se filtran por el glomérulo se reabsorbe completamente en el túbulo contorneado proximal. Chew y DiBartola (1998) afirman que la glucosa no se presenta en cantidades detectables en orina de perros y gatos normales. La glucosuria entonces puede deberse a niveles de glucemia tan elevados que exceden el umbral de reabsorción renal. Puede suceder en casos de diabetes mellitus o en hiperglucemia transitoria por exposiciones a situaciones estresantes. Si la glucemia está en el rango normal, entonces la glucosuria puede darse por insuficiencia renal aguda con daño tubular, síndrome de Fanconi o situación de estrés previa que ya no está presente al momento de la toma de muestra. La medición de glucosa por parte de las tiras puede ser imprecisa y dar falsos positivos para glucosurias moderadas por la presencia de ácido ascórbico en la orina de caninos y felinos (Chew & DiBartola, 1998).

Hay que tener en cuenta que una glucosuria permanente es un factor predisponente para infecciones urinarias bacterianas. Los pacientes con diabetes mellitus y glucosuria permanente están inmunológicamente comprometidos, con una reacción inflamatoria disminuida por parte de los leucocitos, lo cual favorece dicha infección. Esta infección, además, suele ser “silente”, es decir, no se ve acompañada por piuria. Por otro lado, la glucosuria ejerce un efecto de diuresis osmótica, aumentando la producción de volúmenes elevados de orina diluida, lo cual dificulta la detección de células y bacterias al estudiar el sedimento urinario en el microscopio óptico. Por esto, se recomienda realizar un cultivo de orina en estos pacientes con glucosuria permanente, por más que no se encuentren bacterias en el sedimento (Allerman & Wamsley, 2018).

### *Cuerpos cetónicos*

Los cuerpos cetónicos se generan a partir de la oxidación exagerada e incompleta de los ácidos grasos y de su utilización como fuente de energía. Están ausentes en orina normalmente, porque al igual que ocurre con la glucosa se reabsorben por completo en los túbulos proximales (Chew & DiBartola, 1998). Existe cetonuria en situaciones como en diabetes mellitus descompensada, con cetoacidosis diabética, o lipidosis hepática sobre todo en felinos (Madrigal, 2013).

### *Sangre oculta*

En la orina normal la prueba de sangre debería dar negativa, ya que los glóbulos rojos no se filtran en el glomérulo (Madrigal, 2013). En ciertos casos, las tiras reactivas y el estudio del sedimento urinario facilitan la detección de hematuria microscópica antes de que sea visible macroscópicamente (Chew & DiBartola, 1998), por eso se le dice sangre “oculta”. La prueba en la tira reactiva es positiva ante eritrocitos intactos disueltos en la orina (**hematuria**), hemoglobina libre en la orina (**hemoglobinuria**), o mioglobina libre en la orina (**mioglobinuria**). La hematuria indica hemorragia o inflamación en algún punto del tracto urinario o genital, la hemoglobinuria se asocia con una hemólisis intravascular severa y aguda, que impide a la haptoglobina captar la totalidad de la hemoglobina liberada y la mioglobinuria se da en procesos de extensa lesión muscular, donde esta proteína se libera a circulación. Estas tres situaciones pueden hacer que la orina se vea color rojizo o rosado. Una forma de diferenciar si se trata de un pigmento soluble, como la hemoglobina o la mioglobina, o un elemento forme, como son los eritrocitos, es a través de la centrifugación: sí al centrifugar la muestra el sobrenadante se aclara, entonces se trata de las

células sanguíneas y éstas podrán visualizarse en el sedimento, pero si continúa rojizo y no se observan eritrocitos en el sedimento, entonces se trata de alguno de los pigmentos (Allerman & Wamsley, 2018). A su vez, la hemoglobina libre en un principio le otorga un color rosa o rojiza la orina, pero al oxidarse y convertirse en metahemoglobina y la disociarse del grupo hemo se va oscureciendo progresivamente hasta tomar un color marrón- negro (Bush, 1999). La lisis de los eritrocitos por permanecer en la orina impide su visualización en el sedimento urinario, o se observa solo una parte de la cantidad real. Además, si no se homogeniza bien la muestra los eritrocitos pueden decantar y no ser captados por la tira, dando un falso negativo.

### ***Leucocitos***

Esta prueba no es confiable para muestras de animales (muchos falsos negativos) ya que la determinación se basa en la detección de una esterasa leucocitaria que es específica de glóbulos blancos de humanos.

### ***Bilirrubina***

La bilirrubinuria aparece en las enfermedades que cursan con aumentos de este analito en sangre, como en enfermedad hepática, colestasis o procesos hemolíticos. La bilirrubinuria es hallada en condiciones normales en orinas concentradas de caninos, sobre todo machos enteros (Chew & DiBartola, 1998). En los felinos, no es normal el hallazgo de este analito en orina por tener un umbral de excreción renal mucho más alto que el del canino y siempre resulta significativo aún en pequeñas cantidades. Hay que recordar que el análisis de la bilirrubina en la orina canina se debe evaluar en correlación con la densidad urinaria (Madrigal, 2013).

### ***Urobilinógeno***

Es evaluado comúnmente en orina humana para determinar el grado de obstrucción de las vías biliares, pero en el caso de los animales, no hay gran correlación entre la concentración de urobilinógeno y alteraciones biliares (Madrigal, 2013), por lo que no resultan ser fiables (Sink & Feldman, 2009). Esta prueba es de pobre valor diagnóstico por lo que debería ser ignorada (Chacón & Barceló, 2021).

### ***Nitritos***

Según Sink y Feldman (2009) la orina en condiciones normales no contiene nitritos. Sin embargo, la orina si cuenta con nitratos provenientes de los alimentos. Como las bacterias gram

negativo tienen la capacidad de convertir este nitrato a nitrito (mediante la enzima nitrito-reductasa), el hallazgo de nitritos en la orina es un fuerte indicativo de bacterias gram negativas en la orina.

Es importante aclarar que la asociación entre la nicturia y la infección con gram negativos está demostrada para la medicina humana, no siendo el caso para caninos y felinos, por lo que a fin de cuentas este resultado debería ser ignorado (Chacón & Barceló, 2021).

### ***Proteínas***

La proteinuria es la presencia de determinada cantidad de proteínas en la orina. Se lo considera el parámetro más importante dentro del análisis de orina y su detección ayuda a determinar si la afección tiene origen en el aparato nefro-urológico (proteinuria positiva) o si tiene origen en otros órganos (proteinuria negativa) (Hutter, 2010). Puede ser útil como un indicador temprano de daño glomerular y funciona para evaluar la severidad de este daño, así como monitorizar tratamientos y otorgar un pronóstico.

Las tiras reactivas sólo detectan albuminuria, lo que en ocasiones puede llevar a dar resultados erróneos. Hay situaciones en donde hay aumentos de otras proteínas no-albumina donde las tiras darán falsos negativos, como es el caso de presencia de proteínas de Bence Jones en patologías como un mieloma múltiple o en orinas con concentraciones de proteína menores a 30 mg/dl (microalbuminuria). Otras veces, también se producen falsos positivos en el caso de orinas alcalinas, contaminadas con amonio cuaternario o clorhexidina o excesivo tiempo de contacto de la tira con la orina (Chacón & Barceló, 2021).

En la clínica diaria pueden emplearse técnicas de confirmación para corroborar la existencia de proteínas en la orina, aún si la tira reactiva dio negativo. Estos métodos son el de *Heller* y el de *Ácido Sulfosalicílico* y consisten, básicamente, en agregar un ácido a la muestra de orina y observar la precipitación proteica que provoca (Sink & Feldman, 2009).

### **Sedimento urinario**

El sedimento urinario es el material que resulta de la centrifugación de una muestra de orina para concentrar los elementos sólidos en aproximadamente un 10% de su volumen. Se obtiene centrifugando en un tubo cónico 10 ml de la muestra de orina a bajas revoluciones

durante, al menos, 5 minutos, para luego descartar aproximadamente 9 ml del sobrenadante. Es un complemento fundamental del análisis bioquímico de la orina mediante las tiras reactivas, porque integra la información proporcionada por éstas, además de aportar valiosa información (Chacón & Barceló, 2021), como puede ser un incremento en la proporción de células, cilindros, microorganismos o cristales, que puedan aproximar a una enfermedad subyacente del tracto urinario (Allerman & Wamsley, 2018).

Posteriormente se resuspende el pellet y se extrae una o dos gotas que se colocan entre porta y cubreobjeto. Se observa el material en fresco en un microscopio óptico con objetivo de 10X para elementos de mayor tamaño y de 40X para los de menor tamaño; se visualiza forma, agrupación, movilidad de bacterias, y cantidad aproximada de leucocitos, eritrocitos, elementos formes, etc. Los microorganismos se observan sin colorear y aún vivos (Stanchi, 2007).

Bush (1999) afirma que la “orina normal” contiene, por campo, menos de 5 eritrocitos y menos de 5 leucocitos a 40X, unas pocas células epiteliales (escamosas, transicionales o tubulares renales), algunos cilindros hialinos o granulados, algunos cristales, y probablemente algo de esperma o gotas de grasa. Lo anormal sería encontrar una cantidad más elevada de eritrocitos, leucocitos y cilindros.

Se debe tener en cuenta que la interpretación del sedimento puede variar según la forma de recolección de la muestra. En la toma por cistocentesis la cantidad de células es muy baja. En el sondaje aumenta la cantidad de células transicionales. Si el método es muy traumático aumenta también la cantidad de eritrocitos. Las células epiteliales escamosas suelen verse en muestras de micción espontánea (Chacón & Barceló, 2021).

Las estructuras que se pueden hallar en el sedimento son:

### ***Células epiteliales***

En el sedimento de la orina de caninos y felinos normales es común encontrar ocasionalmente una pequeña cantidad de células epiteliales (Chew & DiBartola, 1998). Varían ampliamente en tamaño dependiendo de cuál sea su origen y el lugar específico en el que se desarrolle la infección, siendo las más pequeñas las que provienen de los riñones, uréteres, vejiga y uretra proximal, mientras que las más grandes provienen de la parte distal de la uretra, vagina y prepucio (Sink & Feldman, 2009). Los tipos celulares comprenden a las células epiteliales

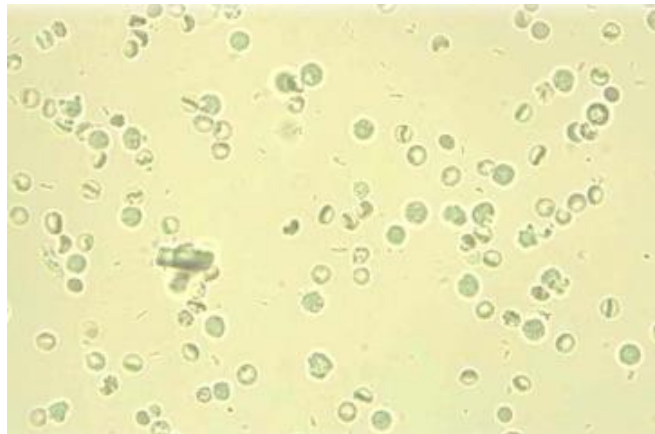


escamosas, las transicionales, las tubulares renales y neoplásicas. Las **células epiteliales escamosas**, son las que recubren el tercio distal de la uretra, vagina o prepucio, de gran tamaño, forma poligonal y contorno irregular, de núcleo pequeño y redondeado, o carentes de núcleo. Pueden ser contaminantes comunes de muestras obtenidas por micción espontánea o sondaje, su presencia no tiene significado patológico y su número aumenta fisiológicamente durante el estro en las hembras (Chew & DiBartola, 1998; Bush, 1999; Chacón & Barceló, 2021). Las **células del epitelio de transición o transicionales** están en el urotelio de la vejiga, uréteres, pelvis renal y los dos tercios proximales de la uretra, son más pequeñas que las anteriores, de formas más diversas, solas o formando grupos o láminas, mono o binucleadas y de citoplasma granular. Si está aumentado su número puede deberse a una infección, inflamación por abrasión mecánica (urolitos, catéter) o irritación química y neoplasias (Chew & DiBartola, 1998; Bush, 1999). Las **células tubulares renales** son pequeñas, columnares, redondeadas, con un citoplasma en forma de cola, asemejándose a una coma. Es difícil diferenciarlas de las células transicionales y de los leucocitos y su presencia es rara. Pueden formar parte de cilindros celulares o granulares (Bush, 1999; Allerman & Wamsley, 2018). Por, último, las **células neoplásicas**, proceden frecuentemente de carcinomas de células escamosas o carcinomas del urotelio de la vejiga, y para identificarlas se deben observar criterios de malignidad, y más aún si no van acompañadas por inflamación. Se debe tener presente para una interpretación cuidadosa que en los procesos inflamatorios, las células pueden manifestar cambios reactivos que pueden confundirse con estos criterios de malignidad de células neoplásicas (Madrigal, 2013).

### ***Células Rojas (Eritrocitos)***

En caninos y felinos normales es común encontrar un reducido número de hematíes, de los cuales el origen podría ser en cualquier punto del aparato urinario. La cantidad de estas células va a depender en general de la técnica de toma de muestra utilizada. Mientras más traumática haya sido la toma de muestra, como es el caso de la cateterización o presión manual de la vejiga, mayor cantidad de hematíes se pueden encontrar. Otras causas de hematuria incluyen infecciones sépticas y asépticas, cálculos, coagulopatías, neoplasias, parásitos, ejercicio intenso, leptospirosis, traumatismos, entre otras. Se pueden observar de manera fisiológica en perras en proestro (Chacón & Barceló, 2021).

En un sedimento sin colorear, los hematíes se ven como discos bicóncavos, de color amarillo pálido, ligeramente traslúcidos y sin núcleo. Si se encuentran en una orina muy diluida o muy alcalina pueden hincharse hasta romperse dejando membranas “fantasmas”, que pueden llegar a encontrarse aunque es difícil. Por otro lado, en orinas concentradas pueden crenarse. En este examen del sedimento también pueden encontrarse gotas de lípidos o precipitados de hemoglobina que se pueden confundir con hematíes (Chew & DiBartola, 1998; Allerman & Wamsley, 2018).



**Fig. 3.** *Hematuria microscópica. Sedimento urinario de un canino. Tomado de Chacón & Barceló (2021)*

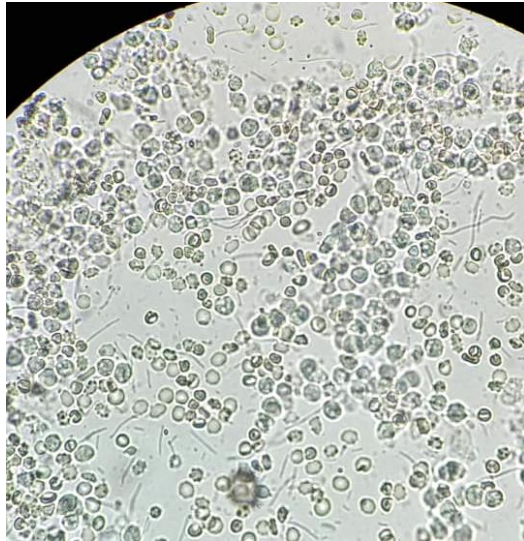
### ***Células Blancas (Leucocitos)***

Tal como en el caso de los hematíes, es común encontrar un pequeño número de células blancas en el examen de sedimento urinario de animales sanos, siendo los neutrófilos el tipo que predomina.

Los leucocitos son aproximadamente dos veces más grandes que los eritrocitos, y tienen su citoplasma granular y con lobulaciones del núcleo algo perceptibles (Madrigal, 2013). Con ayuda de la tinción, estos dos tipos de células pueden diferenciarse aún más.

Según Chew y DiBartola (1998) la relación entre hematíes y leucocitos suele ser de 1:1, así que sus valores normales son similares entre sí según el método de toma de muestra:

- **0 - 8** por campo: en muestra por micción.
- **0 - 5** por campo: en muestra por cateterización.
- **0 - 3** por campo: en muestra por cistocentesis.



**Fig. 4.** *Leucouria y hematuria abundante en sedimento urinario. Imagen cortesía de la Bioq. Andrea Machado.*

Si las células predominantes en un extendido de una muestra tomada por cistocentesis son **leucocitos** y **eritrocitos** es indicativo de **hemorragia (hematuria)** en algún punto del tracto urinario (+ de 3 eritrocitos por campo a 40X) (Madrigal, 2013), manteniéndose la proporción entre eritrocitos y leucocitos similar a la de la sangre periférica (Chacón & Barceló, 2021). También indica **inflamación** del tracto urinario (**piuria**), si se observan + de 3 leucocitos por campo a 40X, pudiendo estar acompañados por eritrocitos, pero siempre predominando los leucocitos. Su presencia en el sedimento no determina el sitio exacto de lesión, a excepción de si se encuentran conformando cilindros, donde indicaría un origen renal (Chacón & Barceló, 2021).

Se llama **sedimento activo** a aquel que presenta estos dos tipos de células simultáneamente (Madrigal, 2013).

En las infecciones bacterianas del tracto urinario es común encontrar piurias severas, es decir, un número muy elevado de leucocitos, junto con hematíes y bacterias (inflamación séptica), en cuyo caso está indicado realizar un urocultivo. Sin embargo, existe la posibilidad de que se dé una piuria estéril, es decir, que no necesariamente fue desencadenada por la colonización bacteriana, en casos de desórdenes del tracto urinario como urolitiasis y neoplasias, prostatitis, piómetra y menos frecuentemente por infecciones por virus, micoplasmas o ureaplasmas (Chew & DiBartola, 1998; Allerman & Wamsley, 2018), para lo cual se recomienda realizar, además, una radiografía o ecografía del aparato urinario para confirmar.

Las bacterias son visibles en el sedimento no teñido pero siempre se recomienda la búsqueda en sedimento teñido porque es más sensible (Madrigal, 2013). Hay que ser meticuloso en la búsqueda de bacterias en el sedimento ya que estas pueden no ser fácilmente identificables o estar tapadas por acúmulos de leucocitos. Estos cúmulos de igual manera ayudan a diagnosticar una infección urinaria bacteriana por más que no se encuentre significativa cantidad de bacterias (Chew & DiBartola, 1998).

Se denomina infección urinaria silente a aquella que se desarrolla con un **sedimento inactivo**, es decir, sin piuria o bacteriuria detectable en el sedimento, como suele verse en diabetes mellitus, hiperadrenocorticismos, u otros estados de inmunodepresión y se pueden identificar por medio de resultados positivos de los cultivos a pesar del sedimento inactivo. Por eso siempre se recomienda realizar cultivos de orina cuando existen estas enfermedades de base (Madrigal, 2013; Allerman & Wamsley, 2018).

### ***Cilindros (Elementos formes)***

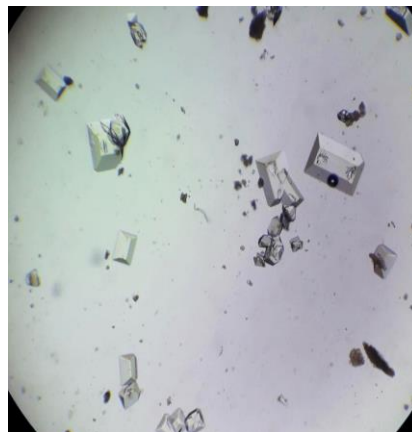
Los cilindros son formaciones compactas de precipitados de mucoproteína (proteína de Tamm-Horsfall) junto con distintos tipos de células, moldeadas según la forma de los túbulos renales, sitio donde se forman (Chew & DiBartola, 1998; Bush, 1999; Madrigal, 2013). Deben ser observados y reportados rápidamente porque no son muy resistentes a estar mucho tiempo en la orina, y menos aún en orinas alcalinas.

Los tipos de cilindros que se pueden encontrar son los cilindros hialinos, los celulares y los granulares. Los ***cilindros hialinos*** se forman por la precipitación de proteínas en la luz de los túbulos, por lo que son indicadores de proteinuria de origen renal. Son claros, sin color y refractan la luz, pero si la proteinuria es severa tiñe el fondo del sedimento de un tono violáceo (Chew & DiBartola, 1998; Madrigal, 2013). Los ***cilindros celulares*** no son nunca observados en orinas normales en caninos y felinos. Están formados por células epiteliales, eritrocitos o leucocitos que quedaron incluidos dentro de una matriz proteica. Si los cilindros son de ***leucocitos***, se relaciona con inflamación activa a nivel de los túbulos, mayormente asociado a pielonefritis bacteriana aguda; si son de ***eritrocitos***, a hemorragias renales (generalmente por traumatismos); si son de células ***epiteliales*** pueden indicar procesos de insuficiencia renal aguda por nefrotoxicidad (como consecuencia de un tratamiento con antibióticos por ejemplo), isquemia, infarto renal, pielonefritis, etc. Asimismo, la cantidad de estas células dentro del

cilindro es indicador del tiempo que pasó dentro de los túbulos renales antes de liberarse hacia la orina (Chew & DiBartola, 1998; Madrigal 2013). Por último, los *cilindros granulares* se identifican tras la degradación y necrosis de las células de los diferentes cilindros. La degeneración sucesiva de estas células da lugar a los *cilindros lipídicos* y los *cilindros serosos* (Chew & DiBartola, 1998).

### ***Cristales***

Hay varios tipos de cristales que pueden aparecer en el sedimento, con distintos compuestos y diversas formas. Pueden producirse por diversos factores, siendo los más importantes la cantidad de minerales y precursores de cristales disueltos en la orina, el pH urinario y la densidad urinaria. Si bien muchos de ellos se asocian a ciertas enfermedades, no siempre tienen importancia clínica, ya que también se pueden formar posterior a la toma de muestra, influenciados por el tiempo que pasó entre la toma de muestra y el análisis del sedimento, el almacenamiento prolongado, alteraciones en el pH tras la recogida, bajas temperaturas y la evaporación de agua en la muestra (Chew & DiBartola, 1998; Sink & Feldman, 2009; Allerman & Wamsley, 2018). Siempre se los debe analizar teniendo en cuenta el pH urinario. Su formación es más común en orinas concentradas y también a bajas temperaturas, en cuyo caso se los considera artefactos en orinas refrigeradas (Chacón & Barceló, 2021).



**Fig. 5.** *Cristales de estruvita de la orina de un felino, a 40X. Fuente propia.*

El hallazgo de cristales en la orina (cristaluria) no necesariamente es indicativo de urolitiasis o predisposición a la formación de urolitos, salvo que los cristales identificados sean considerados patológicos (como biurato de amonio, oxalato cálcico monohidratado, cistina, entre

otros), se los identifique en grandes agregados o se confirme la urolitiasis en el paciente. Como los urolitos frecuentemente son heterogéneos, la cristaluria no es un indicador definitivo de su contenido mineral, pero la evaluación de los tipos de cristales resulta útil para estimar el componente mineral de el/los urolito/s mientras se esperan los resultados del análisis completo (Allerman & Wamsley, 2018).

### ***Bacterias***

Durante la observación del sedimento sin teñir de una muestra de orina se pueden identificar bacterias (bacteriuria) con cierta facilidad. Son pequeñas y muy uniformes, con forma de bacilos o cocos. Los cocos pueden agruparse en cadenas o racimos, mientras que los bacilos se ordenan en fila (Sink & Feldman, 2009). Para que puedan apreciarse al microscopio deben estar en una cantidad superior a 10.000 bacilos/ml o 100.000 cocos/ml de orina (Allerman & Wamsley, 2018).

Según cuál haya sido el método de toma de muestra va a variar el número de microorganismos aislados en un canino o felino sano. El método de recolección en el que se recupera menor cantidad de microorganismos es la cistocentesis, ya que se considera a la vejiga como un ambiente estéril. También la cantidad de bacterias puede aumentar si no se refrigeró la muestra o si pasó más de 30 minutos desde la toma de muestra hasta el análisis (Nelson & Couto, 2010). Si se utilizan otros métodos como la micción o la cateterización, es común encontrar cierto número de bacterias de la uretra distal, genitales o piel contaminando la muestra (Chew & DiBartola, 1998). Si mediante la cistocentesis o cateterización se encuentra un gran número de bacterias acompañadas de un sedimento activo (gran número de leucocitos y eritrocitos) es un gran indicio de ITU. Pero, si se encontró gran cantidad de bacterias sin una respuesta leucocitaria asociada entonces se trata de una contaminación o un almacenamiento a temperatura ambiente de la muestra (Chew & DiBartola, 1998).

La manera de confirmar la presencia de bacterias y a la vez, orientar a su identificación, es mediante la tinción con Gram previo al urocultivo. La desventaja de éste método es que mata a las bacterias, por lo que no se podría apreciar su movilidad como si se puede en el sedimento no teñido.

Otros elementos o partículas que se pueden encontrar en el sedimento incluyen espermatozoides, hilos de mucus, gotas de lípidos, materiales extraños o artefactos, precipitados de las tinciones, pseudocilindros, huevos de parásitos, levaduras u hongos. Muchos de ellos pueden llegar a confundirse con bacterias y dar falsos positivos (Chew & DiBartola, 1998).

**Tabla 4. Valores de referencia para los valores del urianálisis en caninos y felinos.**

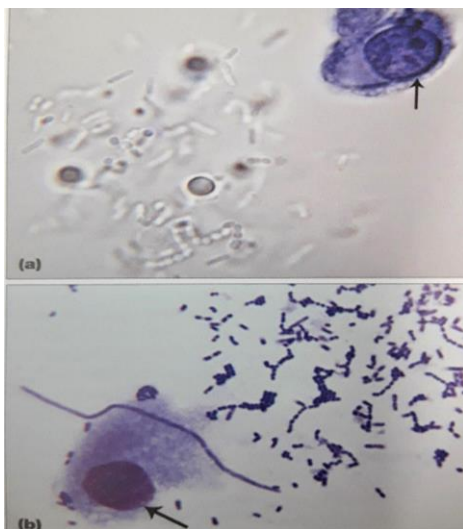
<b>Características organolépticas</b>	<b>Transparencia</b>	Clara a ligeramente turbia
	<b>Color</b>	Amarillo, amarillo claro, ámbar
	<b>Olor</b>	Sui generis
<b>Características físicas</b>	<b>pH</b>	5,5 a 6,5
	<b>Densidad</b>	Canino: 1025 -1040 Felinos: 1030 - 1080
<b>Características bioquímicas</b>	<b>Glucosa</b>	Negativo
	<b>Cuerpos cetónicos</b>	Negativo
	<b>Sangre oculta</b>	Negativo
	<b>Leucocitos</b>	En canino por método específico para piuria pero con muchos falsos negativos. En felinos suele obtenerse falsos positivos.
	<b>Bilirrubina</b>	En canino puede haber +1. En felino negativo.
	<b>Proteína</b>	En canino hasta 50 mg/dl. En felino negativo.
<b>Sedimento urinario</b>	<b>Células epiteliales</b>	0 - 3 por campo
	<b>Hematíes</b>	Cistocentesis: 0 - 3 por campo Cateterización: 0 - 5 por campo Micción espontánea: 0 - 7 por campo
	<b>Leucocitos</b>	Cistocentesis: 0 - 3 por campo Cateterización: 0 - 5 por campo Micción espontánea: 0 - 7 por campo
	<b>Cilindros</b>	< 1 por campo

	<b>Cristales</b>	Ausencia.
	<b>Bacterias</b>	Ausencia.
	<b>Grasa</b>	Variable. Es normal una pequeña cantidad.
	<b>Esperma</b>	Normal en machos enteros o hembras recién cruzadas.
	<b>Mucus</b>	Ausencia.
	<b>Parásitos</b>	Ausencia.
	<b>Artefactos</b>	Ausencia.

Adaptado de Sink & Feldman (2009).

### Observación de sedimento teñido

Para realizar la tinción del sedimento se comienza tomando una gota de éste con una pipeta Pasteur y se vierte sobre el portaobjetos. Como las bacterias vivas son transparentes es muy difícil visualizar sus detalles morfológicos en un medio acuoso (Stanchi, 2007). Para poder evaluar tanto su morfología como sus agrupaciones, sus afinidad tintorial y variedad se debe hacer un estudio tintorial previo al resto de evaluaciones. Si bien los colorantes tienen la ventaja de ayudar a la identificación de las bacterias, la desventaja es que las mata y por eso no permite visualizar su movilidad.



**Fig. 6.** *Bacteriuria en el sedimento urinario de un canino. (a) Bacilos y cocos junto a una célula epitelial de transición, sin piuria. Tinción con azul de metileno, 500X. (b) Misma muestra, con tinción con Wright-Giemsa, 500X. Bacteriuria con varios cocos, bacilos de pequeño y gran tamaño, y una única célula epitelial de transición. Tomado de Allerman & Wamsley (2018).*



Existen coloraciones simples y coloraciones diferenciales. Las simples están compuestas por un solo tipo de colorante y tiñe todo del mismo color, como en el caso del azul de metileno. Los colorantes diferenciales, son especiales porque colorean una estructura en particular de la bacteria, como las esporas, flagelos, cápsula, gránulos metacromáticos, etc. En este caso, la tinción de Gram es la de referencia, y de las más rápidas y fáciles de realizar.

La tinción de Gram es reconocida por permitir clasificar a las bacterias en dos grandes grupos según la composición de su pared celular. Las que poseen una pared más gruesa de peptidoglicano se las denomina *grampositivas* y se tiñen de color violeta - azulado. En cambio las que poseen una triple envoltura laxa de membrana plasmática y con una capa de peptidoglicano mucho más delgada se las denomina *gramnegativas* y se tiñen de color rosado. La gruesa pared de las grampositivas es capaz de retener el colorante inicial (violeta de genciana o cristal violeta) y resistir a la decoloración producida por el alcohol - acetona. Además, este decolorante deshidrata las paredes celulares, disminuye su permeabilidad, para que el complejo cristal violeta - lugol no pueda salir y la bacteria permanezca azul - violeta. Por el contrario, en el caso de las gramnegativas, el decolorante disuelve la membrana externa lipídica y como su pared de peptidoglicano es delgada, no puede retener lo suficiente el colorante inicial, por eso se logran decolorar y quedan disponibles para absorber la tinción de contraste (safranina) (Porta, 2005; Stanchi, 2007).

### **Alteraciones del urianálisis indicativos de ITU**

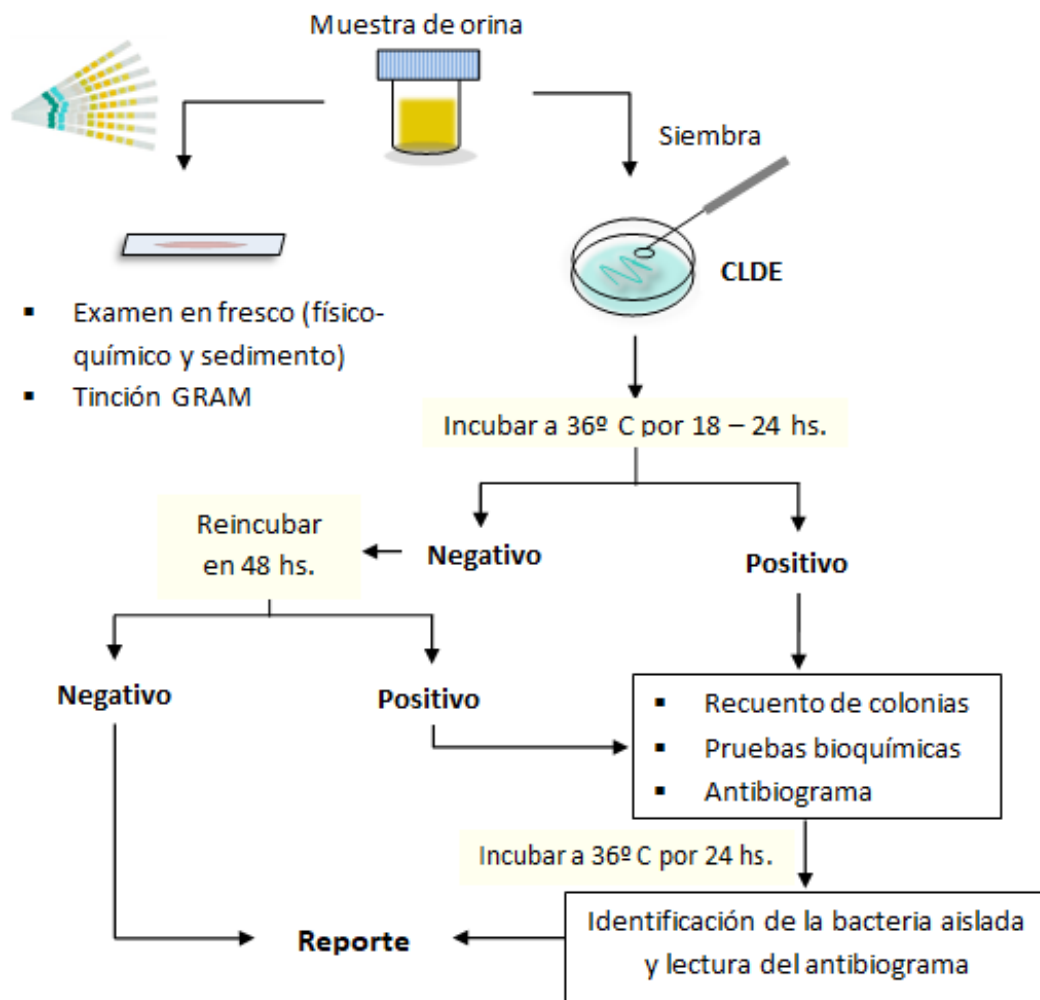
Entonces, para Bartges & Olin (2018), tras haber realizado el correspondiente análisis completo de orina, donde se incluyen la determinación de la densidad urinaria, la medición a través de la tira reactiva y el examen del sedimento urinario, las alteraciones generales en los parámetros, que permiten orientar y confirmar una infección urinaria en el paciente, comprenden:

- Densidad urinaria variable en caninos y felinos con ITU. Suele estar disminuida (sin relación a una mayor ingesta de agua) en caso de que la infección afectó al tracto urinario superior o exista asociación con otras enfermedades que afecten la capacidad de concentración de la orina.

- La tira reactiva, no siempre, pero frecuentemente revela hematuria y proteinuria. La prueba de leucocitos y la de nitritos no son fiables en veterinaria, dan resultados falsos negativos.
- En el sedimento urinario la presencia de un número significativo de leucocitos (>5 por campo a altos aumentos), es indicativo de inflamación cuando está asociado a hematuria y proteinuria. Asimismo, si también se encuentra una cantidad significativa de bacteriuria con piuria asociada, indica inflamación activa con infección. Este hallazgo se debe verificar con un cultivo de orina. Hay que tener en cuenta que si la orina está diluida, se dificulta el hallazgo e identificación de bacterias y hongos causantes de la infección. Además, puede existir una infección sin inflamación concurrente, cuando las defensas del paciente se encuentran reducidas por enfermedades concurrentes (como hiperadrenocorticismos, ViLef, etc.). Los falsos positivos para bacteriuria se dan cuando se confunden gotas de grasa o residuos con bacterias, y falsos negativos, cuando tienen un número muy reducido como para ser detectado. La precisión de este examen aumenta mediante tinciones con gram u otras.
- Manifestación de signos clínicos asociados a ITU.

### **Urocultivo**

El cultivo de orina es un método altamente eficaz para confirmar una infección urinaria porque permite aislar, identificar y cuantificar las bacterias que se encuentran en la muestra de orina (Madrigal, 2013). Entonces, el cultivo de una muestra de orina (urocultivo) es la manera de demostrar la presencia de un número significativo de bacterias, que generalmente se limitan a un puñado de microorganismos de rápido crecimiento (López et al., 2004). Para este fin, es recomendable obtener la orina en un tiempo aleatorio, lo que permite obtener orina recién formada que no fue almacenada en la vejiga y obtener así resultados más representativos (Allerman & Wamsley, 2018).



**Fig. 7.** Pasos de un urocultivo. Adaptado de Velasco & Longa (2011).

El urocultivo es una técnica empleada para propagar microorganismos otorgándoles las condiciones ambientales adecuadas que necesitan para desarrollarse fuera del hospedador (in vitro). Estos microorganismos están vivos, en crecimiento y división constante, y para mantener estos procesos requieren elementos nutritivos de forma accesible para mantener sus vías metabólicas y producción de energía (Stanchi, 2007).

Se considera una prueba de referencia para el diagnóstico de una ITU bacteriana ya que permite la identificación precisa del microorganismo infectante y su sensibilidad a antimicrobianos, ya que un diagnóstico basado únicamente en los signos clínicos o los resultados de hematología y/o inflamación del tracto urinario pueden llevar a un diagnóstico errado. Es

recomendable tomar la muestra y cultivarla antes de iniciar un tratamiento antibiótico, pero si dicho tratamiento ya está siendo implementado, se lo debe suspender 3-5 días antes de tomar la muestra, para minimizar la inhibición *in vitro* del crecimiento bacteriano (Bartges & Olin, 2018).

Para reportar los resultados de los cultivos de rutina se especifican los resultados de la identificación de el/los tipo/s de bacteria/s y sus respectivas sensibilidades antimicrobianas. A esta identificación se le suma la cuantificación de unidades formadoras de colonias por mL (UFC/mL) de cada tipo bacteriano obtenido, para determinar si se trata de una infección verdadera o de una contaminación al momento de la toma de muestra. Esta cuantificación se consigue mediante diluciones en serie y siembra, y puede ser de mayor utilidad cuando la muestra se toma por medio de cateterización o micción (Allerman & Wamsley, 2018).

### **Medios de cultivo**

Un medio de cultivo es definido por Stanchi (2007) como una mezcla equilibrada de elementos nutricionales que juntos tienen las condiciones para permitir la multiplicación *in vitro* de las bacterias que se siembran ahí. Existen diversos tipos de medios de cultivo que, según su composición, son capaces de facilitar el desarrollo y detección de los patógenos de importancia clínica y suprimir muchos otros agentes de la flora normal (Murray, Rosenthal & Pfaller, 2014). Como en muchas patologías son pocos los agentes patógenos participantes, es recomendable tener un medio lo más sensible posible y de la mejor calidad para facilitar su detección. Actualmente se pueden adquirir fórmulas deshidratadas de muchos de estos medios, los cuales se pueden restituir y “plaquear” sin grandes dificultades para el uso propio. El adquirirlos desde el fabricante directamente asegura la homogeneidad de la preparación y aporta confiabilidad a la hora de interpretar los resultados.

Los medios de cultivo necesariamente cuentan con una fuente de carbono, nitrógeno y azufre, fósforo, minerales y ciertas macromoléculas como aminoácidos, purinas, pirimidinas y vitaminas que la bacteria es incapaz de sintetizar por sí misma. Las peptonas son hidrolizados proteicos que aportan nitrógeno y carbono a los medios y el cloruro de sodio ayuda a nivelar la presión osmótica. También se les pueden añadir indicadores de cambios de pH de las reacciones metabólicas. Como los medios deben ser sólidos se les añade un solidificante como agar sílice, gelatina o gel poliacrílico, pero actualmente ya viene añadido en los preparados comerciales.

### ***Tipos y características***

Los diversos medios pueden clasificarse según su **consistencia** en líquidos, semisólidos o sólidos. Los líquidos, también llamados caldos, contienen los elementos nutritivos para las bacterias disueltas en agua destilada. Los semisólidos, también conocidos como agar blando o agar punción, son de consistencia levemente gelatinosa porque poseen el agar en concentración 0,7% dentro del caldo y son fraccionados en tubos de hemólisis para realizar la siembra en punción, en lugar de las placas de Petri. Por último, los medios sólidos, también llamados agar estría o agar duro o placa, tienen mayor proporción de agar en el caldo, generalmente está al 2%, y se suele fraccionar en placas de Petri o en tubos inclinados a 10° para que solidifique en forma de “pico de flauta” (Stanchi, 2007).

También, según Stanchi (2007) es posible clasificar los distintos medios por su finalidad en medios de transporte, medios comunes o simples, medios no selectivos enriquecidos, medios selectivos, medios diferenciales y medios especializados.

Los **medios de transporte** suelen ser líquidos o semisólidos y permiten el mantenimiento de la muestra sin modificaciones en la cantidad y calidad de microorganismos desde donde se tomó la muestra hasta su llegada al laboratorio para el procesamiento. Está compuesto solo por agua, sales y amortiguadores de pH, sin nutrientes. El más conocido y utilizado es el *medio de Stuart*. Los **medios mínimos, comunes o simples** contienen el mínimo de nutrientes que requiere cualquier microorganismo no exigente para su desarrollo. Los **medios no selectivos enriquecidos** permiten el crecimiento de la mayoría de los agentes presentes en la muestra ya que estos no requieren condiciones o nutrientes específicos, pero, a diferencia del anterior, si posee ciertas sustancias que aumentan su poder nutritivo y facilitan el crecimiento de ciertas bacterias un poco más exigentes. Se les suele adicionar sangre, suero, extracto de levadura, vitaminas, entre otros. De estos, los más utilizados son el *Agar sangre*, el *Agar chocolate*, el *Caldo tioglicolato*, el *Agar dextrosa de Sabouraud* y el *Agar Mueller-Hinton*. Los que más se emplean para los urocultivos son el agar sangre para el aislamiento y el agar Mueller-Hinton para los antibiogramas. Los **medios selectivos y diferenciales** se emplean para aislar bacterias específicas en muestras que contengan distintos agentes mezclados, como por ejemplo en muestras fecales. Para hacer *selectivos* estos medios se les añaden inhibidores de los agentes no deseados como antibióticos, ciertos colorantes, sales biliares, incluso la temperatura a la que se

incuban. Para hacerlos *diferenciales* se les añaden sustancias específicas que facilitan la diferenciación bioquímica del agente deseado según su actividad metabólica, como por ejemplo la lactosa que se añade al agar EMB para identificar a los fermentadores de lactosa. La actividad de ciertas bacterias sobre los sustratos del medio hacen variar el pH, y este cambio es expresado como un cambio de color de la colonia o en el mismo medio. Algunos ejemplos son el *Agar MacConkey*, el *Agar CLDE*, el *Agar sal manitol*, el *Agar xilosa-lisina-desoxicolato (XLD)* o *Agar SS*, el *Medio de Lowenstein-Jensen*, el *CHROMagar* y el *Agar EMB (eosin methylene blue)*.

De los anteriores, los más comúnmente empleados para el aislamiento, conteo e identificación de microorganismos en urocultivos son el *Agar MacConkey* y el *Agar CLDE*. El **agar MacConkey** es un medio selectivo para bacterias gramnegativas y diferencial para las fermentadoras de lactosa. En su composición se encuentra peptonas digeridas, lactosa, rojo neutro, sales biliares y cristal violeta. Las dos últimas inhiben a las grampositivas. Las bacterias fermentadoras de lactosa provocan ácidos (ácido láctico) que hacen precipitar las sales biliares y colorean de rojo al indicador rojo neutro. Proporciona información morfológica que permite la identificación bacteriana y evita el fenómeno de “desplazamiento” de *Proteus* spp. (Bartges & Olin, 2018). Por otra parte, el **agar CLED** (cistina-lactosa-electrolito-deficiente), con su contenido de cistina y lactosa, y la presencia de azul de bromotimol (como indicador de pH) también ayuda a diferenciar las bacterias fermentadoras de lactosa, quienes acidifican el medio, cambiando el indicador de pH desde su color original azul en medio alcalino al color amarillo en medio ácido (las colonias toman este color). Al igual que el agar MacConkey, su deficiencia en electrolitos inhibe la invasión de las colonias de *Proteus* (Velasco & Longa, 2011).

Por último, los **medios especializados** se usan para identificar ciertos agentes con requerimientos muy específicos o que se encuentran mezclados con gran cantidad de otros agentes.

Si se realizan cultivos en la clínica veterinaria, se deberá contar con un lugar en condiciones adecuadas, equipo apropiado y un nivel 2 de bioseguridad para el almacenamiento y descarte de desperdicios, junto con un personal capacitado (Bartges & Olin, 2018).

### ***Siembra***

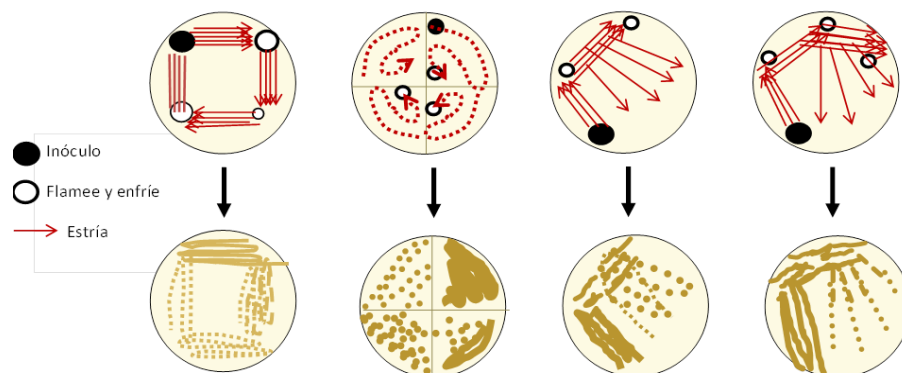
La siembra o aislamiento es el conjunto de métodos que se realizan para obtener bacterias en cultivo puro, es decir, que se logre la separación y desarrollo inicial de los microorganismos

de interés diagnóstico del resto que se encuentra contaminando (Stanchi, 2007). El urocultivo, con su posterior recuento de colonias, permite diferenciar la verdadera bacteriuria de una contaminación (Velasco & Longa, 2011). Existen diversos métodos para realizarlo, pero el más común es el *Método del asa calibrada*. Es práctico, sencillo y económico, y consiste en sembrar una cantidad precisa de orina no centrifugada mediante un asa calibrada a 0,001 ml (3 mm de diámetro) o 0,01 ml (4 mm de diámetro). El uso de estas asas bacteriológicas o, incluso, de micropipetas calibradas, es lo que permite, en los siguientes pasos, estimar el número total de Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/mL) (Bartges & Olin, 2018).

Este proceso se suele realizar en medios de cultivo sólidos. Para su selección se debe considerar la recuperación de la mayoría de los patógenos, al menor costo posible. Los medios más comúnmente usados para los urocultivos son el agar CLDE, el agar sangre y los medios selectivos diferenciales como MacConkey o EMB (Velasco & Longa, 2011).

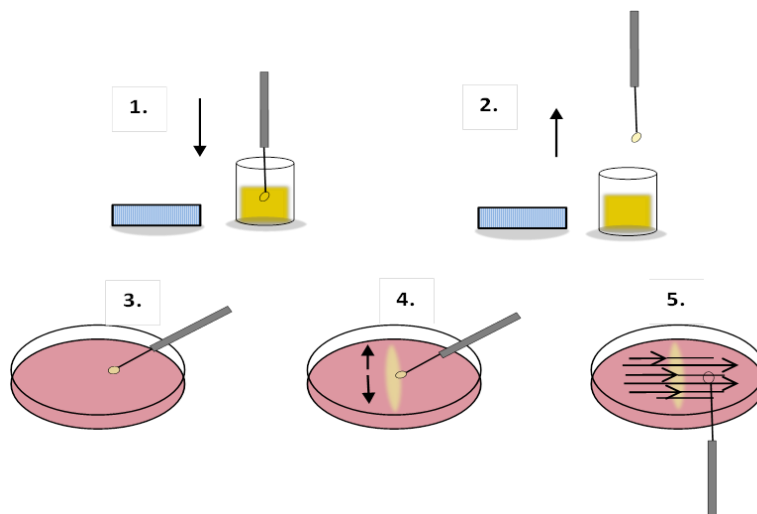
Los métodos de diseminación en placa se utilizan para obtener medios de cultivo puros (con crecimiento de un solo tipo de microorganismo) y en ellos se aplican las **técnicas de siembra en estrías o rayado** (Porta, 2005), con lo cual se busca disminuir la concentración de los microorganismos para seleccionar la especie de interés. El aislamiento comienza mezclando manualmente la orina hasta volverla homogénea e insertando el asa estéril de forma vertical en ella; se la esparce en un lugar de la periferia de la placa de cultivo, trazando una estría apretada no muy extensa (inóculo). Luego se quema en el mechero la punta de dicha asa y se deja enfriar. Esta **estría inicial** también puede realizarse con un hisopo en los casos en los que se toman muestras con hisopos o en el caso del medio Stuart de transporte que viene de fábrica en un envase con un hisopo (López et al., 2004; Stanchi, 2007). Se denomina **primera siembra ciega** al siguiente paso, en el que la placa se gira en sentido contrario al de las agujas del reloj para arrastrar el material de la estría inicial perpendicularmente hacia el medio sin sembrar, formando una segunda estría. El asa se vuelve a quemar y se deja enfriar. El siguiente paso es la **segunda siembra ciega**, que se realiza girando nuevamente la placa hacia la misma dirección para arrastrar el material de la segunda estría perpendicularmente hacia el medio, formando la tercera estría. Por último, se gira por tercera vez la placa, esta vez sin esterilizar el asa, y se traza la **estría final por agotamiento** en el medio y se lo lleva a incubación. Como entre las sucesivas

siembras se esteriliza el asa, el número de colonias que se extienden va disminuyendo, tal que hacia la última son lo suficientemente escasas como para visualizarse de manera aislada.



**Fig. 8.** *Diferentes técnicas de siembra en estrías. Adaptado de Porta (2005).*

Una variante de esta técnica de estriado es mediante el trazado de la estría inicial en el centro de la placa de cultivo formando una línea, para después diseminar el inóculo mediante estrías transversales varias veces a lo largo de la superficie de la placa (Fig. 9) (Velasco & Longa, 2011). El estriado a partir del inóculo colocado en el centro de la placa de Petri también se puede extender en tres direcciones: vertical, horizontal y transversalmente por toda la superficie del plato y sin esterilizaciones de por medio (López et al., 2004).



**Fig. 9.** *Estriado transversal. (1 y 2) Método para introducir un asa calibrada en la orina para que se adhiera a ella el volúmen apropiado de muestra. (3) El asa toca el centro de la placa. (4) El inóculo se extiende en forma de una línea a lo largo del diámetro de la placa. (5) Sin quemar el asa ni agregar más orina se realizan trazados horizontales cruzando la línea del inóculo inicial. Adaptado de Velasco & Longa (2011).*



Para las técnicas de siembra en estría hay que tener en cuenta las siguientes indicaciones (Porta, 2005):

1. Trabajar en una mesa de trabajo ordenada y desinfectada con alcohol.
2. Rotular o etiquetar la placa de Petri en el fondo con abreviaturas del tipo de agar, además del nombre del paciente, fecha de siembra y bacteria sembrada.
3. Realizar el procedimiento de estriado en cercanía del mechero.
4. La incubación de las placas de Petri se realiza colocándolas en posición invertida, a 37° por 24 - 48 horas. Permaneciendo boca abajo la humedad producida por el metabolismo de las bacterias se condensa en la tapa y no se acumula en el medio de cultivo.

Velasco & Longa (2011) aclaran que, en caso de tener cultivos negativos a las 24 hs, se deben dejar incubar 24 - 48 hs más. Si después de 48 - 72 hs no ocurre crecimiento, el resultado es negativo y la placa se puede descartar (Bartges & Olin, 2018).

### ***Lectura cualitativa***

Durante el periodo de incubación las bacterias (en un tiempo promedio de 24 a 48 hs) se van desarrollando en colonias sobre el medio sólido con una morfología específica según de qué tipo de bacteria se trate (Stanchi, 2007). Para identificar cada agente se deben identificar las características macroscópicas de las colonias y la utilización que hubo de los sustratos del medio, como por ejemplo, lactosa, hemólisis y la identificación final por medio de pruebas fisiológicas diferenciales, como la prueba de oxidasa, la acción sobre azúcares, etc (Velasco & Longa, 2011). En el cultivo que se realiza inicialmente a partir de una muestra clínica se tiene que definir si se trata de un cultivo puro (participa una especie bacteriana con su forma particular) o un cultivo mixto (distintas especies bacterianas con distintos tipos de colonias). Las características que se tienen en cuenta a la hora de la lectura (Stanchi, 2007) son:

- *Color*: Depende de la presencia de pigmentos en las bacterias como por ejemplo los carotenoides.
- *Superficie*: Puede ser lisa, rugosa, mucosa, anular, concéntrica o con surcos radiales
- *Morfología*: Puntiforme (cuando son de menos de 1 mm de diámetro), circulares, filamentosas, rizoide, irregular.

- *Contorno o Borde*: Puede ser entero, ondulado, lobulado, mellado, filamentosos o festoneado.
- *Elevación*: Puede ser velada, plana, convexa o realzada.
- *Olor*: A veces característico de algunas bacterias.
- *Caracteres ópticos o aspecto*: Opaco, translúcido, opalescente o iridiscente.
- *Dimensiones*: De tamaño grande, pequeño, intermedio, etc.

### ***Lectura cuantitativa***

Consiste en aislar e identificar el microorganismo infectante, y contabilizar el número de bacterias o UFC (unidades formadoras de colonias) por unidad de volumen en mililitros (UFC/ml). Este recuento permite interpretar la significación de las bacterias presentes en una muestra de orina. En una ITU baja, se encuentra presencia de bacterias, incluso en baja cantidad, en muestras tomadas por cistocentesis de manera aséptica (Stanchi, 2007). El procedimiento para realizar esta lectura es contar el total de UFC y multiplicarlas por el factor de dilución que corresponde según el asa que se utilizó. Si el asa utilizada estaba calibrada para tomar un volumen de 0,001 mL, es decir la milésima parte de 1 mL, entonces el factor de dilución es de 1000. Por ejemplo, si en el cultivo se contaron 50 UFC, se debe multiplicar 50 x 1000, lo que da como resultado 50.000 UFC/mL (López et al., 2004). Un urocultivo se interpreta como positivo cuando se obtienen cultivos puros con recuento mayor de 20.000 UFC/mL. La muestra debería repetirse si se obtiene un cultivo mixto con un recuento mayor 20.000 UFC/mL, o un cultivo puro o mixto pero con un recuento menor a 20.000 UFC/mL. En todo cultivo puro con un recuento mayor a 20.000 UFC/mL se debe reportar el género y especie de la bacteria en cuestión, con su respectivo antibiograma (López et al., 2004).

### **Antibiograma**

Para determinar los patrones de sensibilidad o resistencia de un microorganismo a un puñado de agentes antimicrobianos se realizan pruebas de susceptibilidad antimicrobiana (Velásquez, 1998). Sus resultados son valiosos para identificar a los agentes quimioterápicos activos frente al microorganismo infeccioso, sin embargo, las pruebas *in vitro* sólo representan el efecto antibiótico frente al microorganismo en condiciones específicas y controladas (Murray et al., 2014). En el laboratorio de microbiología existen varios métodos bien desarrollados para este

fin y, para cada uno de ellos, existen numerosos trabajos que se realizaron para estandarizarlos y mejorar el valor predictivo clínico de sus resultados (Murray et al., 2014). Es necesario que cualquiera de estas técnicas esté estandarizada por organismos nacionales y regionales, para que sus resultados puedan ser reproducibles y predecibles entre laboratorios, ya que estas técnicas pueden presentar variaciones según condiciones externas como volúmen, contenedor, medio, temperatura, pH, drogas, microorganismos, etc. (Velásquez, 1998). Existen tres formas generales para estas pruebas de sensibilidad en el laboratorio clínico: pruebas de macro y micro dilución en caldo, las pruebas de dilución en agar y las pruebas de difusión en discos de agar. También existen técnicas más recientes de sensibilidad automatizadas o mecanizadas (Velásquez, 1998; Barsanti, 2012; Murray et al., 2014).

Las **pruebas de dilución en medios líquidos (caldo)** consisten en diluciones seriadas de un antibiótico en tubos de ensayo con medios nutritivos, a los cuales se les inoculó previamente con concentraciones estandarizadas de la bacteria identificada. Luego del período de incubación, es posible determinar de manera precisa cuál es la mínima concentración de antimicrobiano que es capaz de inhibir el crecimiento de las bacterias, denominándose Concentración Inhibitoria Mínima (**CIM**). Este valor de CIM de antimicrobianos para la especie bacteriana en particular es necesario para elegir un agente terapéutico eficaz, y es más fiable que las técnicas de difusión (Barsanti, 2012). La principal desventaja en la utilización de técnicas de dilución manual es que suele ser más laboriosa y costosa (Velásquez, 1998). Actualmente se cuenta con métodos preparados comercialmente, donde las diluciones de antibióticos se preparan en bandejas de microtitulación y su inoculación e interpretación de las CIM están automatizadas, con la limitante de que la gama de antibióticos utilizados está determinada por el fabricante y el número de diluciones del antibiótico es limitado (Murray et al., 2014).

La prueba de sensibilidad por difusión en agar, también conocida como **método de Kirby-Bauer** o **antibiograma**, consiste en colocar discos de papel impregnados de antibiótico en la superficie de un agar previamente inoculado con una suspensión bacteriana de concentración conocida. La mayoría de las bacterias causantes de ITU se desarrollan bien en Agar Mueller Hinton. En el agar se producen simultáneamente el crecimiento de la bacteria (después de 4 a 10 hs de incubación) y la difusión del antibiótico alrededor del disco. Aquella área circundante al disco donde la concentración del antibiótico es suficiente para detener el crecimiento de la

bacteria forma un halo de inhibición, con un borde claramente definido, y el disco de antibiótico en el centro. Es en este borde donde se encuentra la concentración crítica de antibióticos, la cual se aproxima a la CIM (López et al., 2004).



**Fig. 10.** Ejemplo de dos antibiogramas con varios discos y sus respectivos halos de inhibición.  
Fuente: propia

Los antimicrobianos se encuentran en similares concentraciones a las que alcanzan en el suero del animal ( $C_{m\acute{a}x}$ ), lo cual no necesariamente será la misma concentración que alcanzan en la orina (Concentración urinaria media [CUM]). Por esto, los resultados rutinarios de susceptibilidad deben considerarse como pautas aproximadas a la hora de elegir el tratamiento de las ITU. Un antimicrobiano es eficaz para el tratamiento de las ITU sólo si es capaz de ser excretado y concentrado activamente en orina, es decir, si la función renal es normal. Por otro lado, si en las pruebas de sensibilidad se encuentra que un microorganismo es resistente a cierto antimicrobiano, los resultados in vivo pueden igualmente ser efectivos por las mayores concentraciones que puede alcanzar en la orina del paciente a diferencia del suero (Barsanti, 2012).

La prueba de difusión en discos en medio sólido es barata y fácil de aplicar pero, al ser de interpretación cualitativa, no ofrece el valor exacto de CIM, lo cual imposibilita su aplicación sobre diversos organismos, más aún sobre aquellos de difícil crecimiento o de crecimiento lento y anaerobios, suele ser inexacta la predicción de la susceptibilidad a algunos agentes que difunden mal en medios sólidos, y se dificulta el control para obtener resultados seguros y reproducibles (Velásquez, 1998). Para poder obtener un valor de CIM preciso se puede complementar con técnicas como la *Prueba Épsilon* o *epsilometría (E-test)*.

Entonces, en lugar de reportar susceptibilidades o resistencias absolutas, se informan las concentraciones mínimas a las cuales el antimicrobiano inhibe el crecimiento bacteriano. Este parámetro permite comparar la CIM de un agente antimicrobiano con la concentración que es

capaz de alcanzar en orina, es decir, la CUM. Si la CUM que es capaz de alcanzar en orina supera al menos 4 veces la CIM, se considera al agente antimicrobiano como eficaz, ya que se asegura que las subpoblaciones bacterianas que podrían ser menos susceptibles al antimicrobiano también mueran y no tengan oportunidad de reubicarse en otro sitio (Barsanti, 2012).



**Fig. 11.** Procedimiento de colocación de los discos de antibióticos. Izquierda: colocación mediante pinza sin dientes. Derecha: Agar inoculado y con discos posicionados, listo para la incubación. Fuente: propia.

Para la lectura se recomienda realizarla sobre un fondo oscuro y antirreflejo, con la luz incidiendo directamente desde arriba y la placa invertida. La medición se realiza con una regla milimetrada o un calibre, de un lado al otro del borde del halo, pasando por el centro del disco. Se pueden superponer dos zonas de inhibición grandes si se colocan más discos de los recomendados (5 a 7 por placa de 10 cm). Los diámetros de los halos se comparan con las tablas de las normas del Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI), para clasificar a las bacterias en categorías de *Sensible*, *Sensibilidad intermedia* o *Resistente* para cada uno de los grupos de antibióticos testeados.



**Fig. 12.** Lectura del halo de inhibición con un calibre. Fuente: propia.

Para Velasco y Longa (2011) estas tres categorías indican lo siguiente:

**Sensible (S)** : El antibiótico probado puede ser utilizado como terapia apropiada a la dosis recomendada según la gravedad de la infección, pero la prescripción igualmente deberá estar sujeta a factores como la biodisponibilidad del antibiótico en el tejido afectado, su presentación, la edad del paciente, condiciones fisiológicas o patológicas subyacentes, etc.

**Intermedia (I)**: El antibiótico puede ser utilizado clínicamente cuando sea capaz de alcanzar concentraciones terapéuticas adecuadas, como en el caso de los beta lactámicos y quinolonas en el tracto urinario. Pueden utilizarse en dosis elevadas sin caer en toxicidad para asegurar la actividad terapéutica. Sin embargo, en lo posible se debería evitar el uso de esta categoría.

**Resistente (R)**: No es confiable la eficacia clínica de esta categoría, ya sea porque la bacteria aislada no es inhibida por el antibiótico a las concentraciones habituales o porque esta bacteria generó mecanismos de resistencia al antibiótico. Si se presenta un microorganismo multirresistente clínicamente importante, se deben ensayar otras pruebas de susceptibilidad adicionales, empleando la CIM.

Los resultados del antibiograma deben ser reportados de forma clara, precisa y ser enviados inmediatamente al médico/veterinario solicitante. El CLSI ha reportado puntos de corte (CIM) para algunos medicamentos para ITU en veterinaria, causadas por algunas especies bacterianas, mientras que otros puntos de corte se basan en la infección en otros sistemas de órganos o incluso se extrapolan del uso en seres humanos. En los medicamentos a los cuales no se ha identificado puntos de corte para ITU aún pueden ser usados efectivamente contra microorganismos de sensibilidad intermedia porque pueden llegar a alcanzar mayores CUM que  $C_{m\acute{a}x}$  (Foster, 2017).

## CONCLUSIONES

- Se requieren más investigaciones sobre la epidemiología de enfermedades urinarias en perros y gatos en nuestro país, ya que los datos actuales sobre la prevalencia de géneros bacterianos y su sensibilidad a los antimicrobianos son limitados. Contar con información actualizada facilitaría la creación de programas de concientización y prevención para médicos y veterinarios, considerando el impacto en los animales de compañía y el riesgo zoonótico para quienes comparten vivienda con ellos. Sería beneficioso establecer planes de vigilancia epidemiológica para evaluar la resistencia de agentes como *Enterococcus* spp., quien es capaz de transmitir resistencia a otros patógenos.
- Es esencial crear historias clínicas completas y organizadas utilizando programas informáticos en clínicas y hospitales veterinarios. Estas bases de datos son valiosas fuentes de información para comprender las enfermedades actuales y predecir su evolución futura, así como para establecer protocolos de tratamiento. La falta de datos completos y precisos en las clínicas veterinarias dificulta los estudios epidemiológicos y el seguimiento adecuado de los pacientes. Las historias clínicas también deberían incluir información relevante como alimentación, entorno, peso, origen y enfermedades subyacentes para comprender mejor la fisiopatología de ésta enfermedad (Urbina Bohórquez & Campos Mosquera, 2009).
- Es crucial y hasta obligatorio llevar a cabo análisis de susceptibilidad a antimicrobianos en todas las especies bacterianas encontradas, pero más aún en *E. coli*, debido a su capacidad inherente para transmitir genes de resistencia. Esta situación ha sido promovida por la prescripción y uso incorrecto de antimicrobianos en muchas áreas de la medicina veterinaria, especialmente en la ganadería. La utilización inapropiada e indiscriminada de antibióticos puede afectar la microbiota normal, fomentar el desarrollo de cepas resistentes y facilitar la propagación de enfermedades al afectar otros órganos. En el caso del sistema urinario, este comportamiento puede inducir infecciones complicadas y recurrentes, como se menciona en este trabajo.
- La prescripción y administración del antibiótico, idealmente debe realizarse a partir de un previo urocultivo y antibiograma, donde se identifique el o los patógeno/s específico/s y su sensibilidad a los diferentes compuestos farmacológicos, además de la elección de la

dosis, y el tiempo terapéutico adecuado para cada caso particular, asegurando una adecuada concentración del agente a nivel urinario. A fin de lograr un tratamiento específico y exitoso es necesario instaurar protocolos de diagnóstico, evaluación y tratamiento de los pacientes con sospecha de infección urinaria. La multiresistencia limita en forma importante las alternativas terapéuticas hoy disponibles para esta enfermedad.

- Se debe aumentar la vigilancia y el monitoreo, no solo de la prevalencia de esta enfermedad sino de la efectividad de los agentes antimicrobianos en el ámbito veterinario de nuestro país y en las clínicas/hospitales veterinarios en particular. No olvidar estar alerta y realizar un monitoreo adecuado y riguroso de los pacientes bajo tratamiento, para actuar con rapidez en casos de evolución desfavorable, identificando lo antes posible la causa o causas de fallo en el tratamiento.
- Es recomendable establecer una lista específica de antibióticos de uso rutinario para testear en los antibiogramas, para así obtener resultados más específicos
- Si bien terapia antimicrobiana empírica inicial está indicada en la mayoría de los casos (por lo menos de cistitis esporádicas) mientras se espera los resultados de urocultivo y susceptibilidad antibiótica para aliviar la incomodidad del paciente, no olvidar que este tipo de tratamiento antimicrobiano podría tener un impacto en los patrones de resistencia de la microbiota residente del animal, facilitando el desarrollo de bacterias resistentes. La aparición de resistencia a los antimicrobianos y resistencia a múltiples fármacos ha aumentado, lo que dificulta la selección de antibióticos empíricos, particularmente cuando el paciente arriba a consulta habiendo recibido tratamiento previamente.
- Finalmente, reparar en la importancia de la toma de muestra de orina por medio de cistocentesis para realizar el urocultivo, una técnica sencilla, rápida, casi indolora y de bajo costo, que facilita obtener muestras de calidad y de fácil interpretación.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Allerman, R., Wamsley, H. (2018) Urianálisis completo. En: Elliott, J., Grauer, G., Westropp, J. (Eds.) *Manual de Nefrología y Urología en pequeños animales* (pp. 97 - 139). Ediciones S
- Barsanti, J. (2012). Infecciones genitourinarias. En: Greene, C. E. (Ed.). *Enfermedades infecciosas de los perros y gatos* (4ta ed.). (pp. 1013 - 1044). Elsevier
- Bartges, J., Olin, S. (2018) Infecciones del tracto urinario. En: Elliott, J., Grauer, G., Westropp, J. (Eds.) *Manual de Nefrología y Urología en pequeños animales* (pp. 539 - 556). Ediciones S
- Bush, M. B. (1999). *Interpretación de los análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales*. Ediciones S
- Cacciato, C.S.; Chiapparrone, M.L., Cantón, J.; Martínez, S.; Del Sole M.J. (2021) Frecuencia de aislamiento de bacterias que producen infecciones en las vías urinarias en caninos. *XXIII Reunión Científico Técnica* (1ra ed.) (p. 44)
- Chacón, R. & Barceló, P. (2021). El laboratorio de análisis clínicos en el diagnóstico de las enfermedades del aparato urinario. Análisis de orina. En: Barrera Chacón, R. y Duque Carrasco, F.J. (Coord.) *Patología médica veterinaria: enfermedades del aparato urinario en el perro y el gato* (pp. 147-170). Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones.
- Chew, D. J. & DiBartola, S. P. (1998). *Interpretación del urianálisis del canino y felino*. The Gloyd Group, Incorporated.
- Ettinger S. J. & Feldman E. C. (2007). *Tratado de Medicina interna veterinaria. Enfermedades del perro y el gato* (6ta ed.). Elsevier.
- Foster, J. D. (2020). *Urinary Tract Infections in Dogs*. Today's veterinary practice.  
<https://todaysveterinarypractice.com/urology-renal-medicine/urinary-tract-infections-in-dogs/>

- Foster, J. D. (2017). *Use of Antibiotics for Treating UTIs in Dogs and Cats*. Today's veterinary practice. <https://todaysveterinarypractice.com/pharmacology/antibiotic-use-urinary-tract-infections-dogs-cats/>
- García M, Milagros, Díaz C, Diego, Huerta M, Carlos, Olazábal L, Juan, Barrios-Arpi, Manuel, & Chipayo G, Ysaac. (2019). Análisis retrospectivo de agentes bacterianos y patrones de susceptibilidad antibiótica en casos de infecciones del tracto urinario en caninos domésticos (2012-2017). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1837-1844. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17263>
- Gaymer Galarce, E. (2014). Descripción de registros clínicos de perros y gatos con infecciones del tracto urinario (ITU). Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131689>
- Gómez Beltrán, D. A. (2022). Evaluación del uso de antimicrobianos por los veterinarios de pequeñas especies de Medellín (Antioquia) y de la resistencia bacteriana frente a las principales infecciones que requieren tratamiento antimicrobiano en caninos y felinos.
- Hutter, E. R. (2010). *Análisis Rápido de Orina*. Editores Argentinos
- López, S., Calderón, V., Matute, J. C., Videá, T., Baltodano, A., Ávila, J., Mejía, J. (2004). *Manual de Procedimientos de Bacteriología Médica*. Ministerio de Salud de la República de Nicaragua. Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia. Departamento de Bacteriología.
- Madrigal, J. J. (2013). *Análisis clínicos en pequeños animales*. Inter-Médica.
- Merck & col. (2007) *El Manual Merck de Veterinaria* (6ta ed.). Océano / Centrum.
- Murray, P.; Rosenthal, K.; Pfaller, M. (2014) *Microbiología médica* (7ma ed.). Elsevier
- Nelson, R. & Couto, C. G. (2010). *Medicina interna en pequeños animales*. (4ta ed.). Elsevier.
- Petreigne, C. (2017). Diagnóstico de infección urinaria en canino macho [Tesina de Grado]. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

- Porta, T. (2005). Manual de laboratorio de microbiología médica. En: Rodríguez, J. & Cohrs, D. (Eds.). *Microbiología: lo esencial y lo práctico* (1ra ed) (pp. 118-148). Universidad Francisco Marroquín, Guatemala. Organización Panamericana de la Salud.
- Sink, C. & Feldman, B. (2009). *Urianálisis y Hematología de laboratorio*. Servet
- Ross, M. H. & Pawlina, W. (2016). *Histología: Texto y atlas*. (7ma ed.) Wolters Kluwer.
- Rubin, S. I. (2002). Exploración clínica del aparato urinario. En: Radostits, O. M.; Mayhew, I. G.; Houston, D. M. (Eds.) *Examen y diagnóstico clínico en veterinaria* (pp. 469-476). Elsevier
- Rubio, M. R. & Boggio, J. C. (2010). *Farmacología Veterinaria 2ª*. EDUCC
- Ruidiaz, V. (2020). Infecciones del tracto urinario. En: Mucha, C. J.; et al. (Ed.) *Consulta rápida en la clínica diaria* (pp. 549-552), Inter-Médica
- Senior, D. (2017). Infección del tracto urinario: bacterias. En: Bartges & Polzin (Ed.), *Nefrología y Urología de Pequeños Animales* (pp. 104-109). Inter-Médica.
- Sierra González, S. I., Arango Uribe, M. C., & Echavarría Villegas, L. (2017). Prevalencia de bacterias que producen infecciones en las vías urinarias en caninos y felinos y su sensibilidad a los antibióticos durante 2014 y 2015.
- Stanchi, N. O. (2007). *Microbiología Veterinaria*. Inter-Médica.
- Thompson M. F.; Litster A. L.; Platell J. L.; Trott D. J. (2011) Canine bacterial urinary tract infections: new developments in old pathogens. *Vet J.* 190(1):22-7
- Urbina Bohórquez, E. M., & Campos Mosquera, 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.
- Velasco, J. & Longa, A. (2011). Diagnóstico microbiológico de las Infecciones del Tracto Urinario (ITU). Urocultivo. En: Velasco, J. et al. (coord.) *Manual Práctico de Bacteriología clínica* (pp. 91-101). Colección Textos Universitarios. Universidad de los Andes.

Velásquez, S. J. (1998). Prueba Épsilon (E Test). *CES Medicina*, 12(1), 34-41.

Visintini, A. (2020). Enfermedades de las vías urinarias bajas en el gato. En: Mucha, C. J.; et al. (Ed.) *Consulta rápida en la clínica diaria* (pp. 553-559). Inter-Médica