

**Universidad Nacional  
Facultad Ciencias de la Salud  
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Pasantía en Laboratorio Clínico Veterinario en Diagnóstico  
Albéitar, San José, Costa Rica.**

**Modalidad: Pasantía**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado  
Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria**

**Francinie Quirós Padilla**

**Campus Pbro. Benjamín Núñez**

**2022**

## TRIBUNAL EXAMINADOR

Felipe Araya Ramírez, PhD.

Decano Facultad de Ciencias de la Salud

---

Julia Rodríguez Barahona, PhD.

Subdirectora de la Escuela de Medicina Veterinaria

---

Javier Coen Alfaro, Lic.

Tutor

---

Rose Mary Huertas Segura, M.Sc.

Lectora

---

Laura Bouza Mora, M.Sc.

Lectora

---

Fecha: \_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

A Dios, que escuchó los anhelos de mi corazón y en el momento indicado me dio la oportunidad de estudiar la carrera de mis sueños.

A mis papás, Marino e Isabel, por su apoyo incondicional durante toda mi vida, principalmente en estos años de estudio.

A mi hermana, mejor amiga y compañera de vida, Leidy, por siempre creer en mí y estar siempre que la necesito.

A mi sobrina Sofia, que con los poquitos meses que tiene de estar con nosotros se ha convertido en la mayor motivación para seguir adelante.

A Toby, mi compañero en las noches de estudio y mi pañuelo de lágrimas, aunque ya no estés con nosotros, siempre serás “El mejor perro del mundo”.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la intercesión del Padre Pío, por hacer posible mi sueño de estudiar esta carrera y poder culminar esta etapa.

A mi familia, por ser siempre mi pilar en la vida, por su apoyo, sus consejos, su paciencia, por estar en los momentos difíciles y por siempre celebrar conmigo mis triunfos.

A mi novio, por su apoyo y ayuda durante este proceso, por siempre impulsarme a seguir adelante.

A mi comité asesor, mi tutor el Dr. Javier Coen y mis lectoras la Dra. Rose Mary Huertas y la Dra. Laura Bouza, por su guía y recomendaciones en la realización de este trabajo.

Al Laboratorio Clínico Veterinario Diagnóstico Albéitar, a todas las doctoras y técnicos, por abrirme las puertas al mundo del laboratorio clínico, porque siempre estuvieron anuentes a ayudar, y por todo el conocimiento que me compartieron durante la pasantía y que me siguen compartiendo hoy en día.

A mis amigos y compañeros de la universidad, por hacer de esta etapa un bonito recuerdo para toda la vida.

A la Dra. Julia Rodríguez, porque más que una profesora, fue un gran apoyo durante toda la carrera.

## INDICE DE CONTENIDOS

TRIBUNAL EXAMINADOR.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
INDICE DE CONTENIDOS .....	IV
INDICE DE CUADROS .....	VI
INDICE DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	4
1.2.1. Importancia .....	4
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
2. METODOLOGÍA.....	7

2.1. Área de trabajo.....	7
2.2. Horario de trabajo .....	8
2.3. Registro y análisis de datos.....	8
3. RESULTADOS .....	9
3.1 Casuística general.....	9
3.2 Casuística y discusión por área de trabajo.....	13
3.2.1 Área de hematología.....	14
3.2.2 Área de parasitología/urianálisis .....	16
3.2.3 Área de químicas sanguíneas .....	23
3.2.4 Área de microbiología .....	28
5. CONCLUSIONES.....	35
6. RECOMENDACIONES .....	36
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
8. ANEXOS .....	45
8.1. Anexo 1. Razas de caninos de las muestras remitidas. ....	45
8.2. Anexo 2. Perfiles bioquímicos que se realizan en el laboratorio. ....	46
8.3. Anexo 3. Analitos individuales, pruebas de serología, antígenos y mediciones hormonales realizadas en el Laboratorio. Tomado de: Diagnóstico Albéitar 2022. ....	47

**INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1.</b> Muestras procesadas en el área de hematología .....	14
<b>Cuadro 2.</b> Descripción de combos microbiológicos brindados en el laboratorio.....	28

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución de muestras procesadas según la especie .....	9
<b>Figura 2.</b> Distribución de muestras procesadas según sexo .....	10
<b>Figura 3.</b> Distribución de muestras procesadas según edad en años. ....	11
<b>Figura 4.</b> Principales razas correspondientes a los caninos de las muestras recibidas .....	12
<b>Figura 5.</b> Distribución de muestras procesadas en cada área del laboratorio .....	13
<b>Figura 6.</b> Alteraciones encontradas en frotis sanguíneos .....	16
<b>Figura 7.</b> Distribución de pruebas realizadas en el área de parasitología/urianálisis .	17
<b>Figura 8.</b> Hallazgos encontrados por medio de la técnica de flotación en sulfato de zinc .....	19
<b>Figura 9.</b> Hallazgos encontrados al microscopio en el procesamiento de urianálisis	22
<b>Figura 10.</b> Perfiles realizados en el área de química sanguínea .....	24
<b>Figura 11.</b> Analitos individuales más solicitados en el área de químicas sanguíneas .....	25
<b>Figura 12.</b> Combos realizados en el área de microbiología.....	29
<b>Figura 13.</b> Comparación de un cultivo y antibiograma de una bacteria resistente y una sensible a los antibióticos.....	31
<b>Figura 14.</b> Cultivo micológico positivo para <i>Trichophyton mentagrophytes</i> .....	32
<b>Figura 15.</b> Cultivo micológico positivo para <i>Nannizzia gypsea</i> .....	33
<b>Figura 16.</b> Cultivo micológico positivo para <i>Microsporum canis</i> y <i>Nannizzia gypsea</i>	33
<b>Figura 17.</b> Hallazgos encontrados en examen directo con KOH .....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ALP: Fosfatasa alcalina.
- ALT: Alanina aminotransferasa.
- API: Índice de perfil analítico.
- AST: Aspartato aminotransferasa.
- BUN: Nitrógeno ureico en sangre
- CK: Creatina quinasa.
- Cl: Cloro
- GGT: Gamma glutamil transferasa.
- HDL: Lipoproteínas de alta densidad.
- K: Potasio
- KOH: Hidróxido de Potasio
- LDL: Lipoproteínas de baja densidad.
- LeVF: Virus de la Leucemia Felina.
- Na: Sodio.
- pH: Potencial de Hidrógeno.
- SDMA: Dimetilarginina simétrica.
- SRD: Sin raza definida.
- TSH: Hormona estimulante de la tiroides.
- VIF: Virus de Inmunodeficiencia felina.
- WHWT: West Highland White Terrier.

## RESUMEN

Se realizó una pasantía durante nueve semanas contempladas entre noviembre del año 2021 y febrero 2022 en el Laboratorio Clínico Veterinario Diagnóstico Albéitar, en su sede principal ubicada en Sabana, San José, Costa Rica, donde el objetivo principal fue desarrollar habilidades y destrezas en el manejo, procesamiento e interpretación de muestras biológicas.

Durante la pasantía se colaboró con el procesamiento de muestras en las cuatro áreas principales del laboratorio, trabajando de la siguiente manera: dos semanas en el área de hematología, dos semanas en el área de parasitología/urianálisis, tres semanas en el área de bioquímica clínica y dos semanas en el área de microbiología.

En total se procesaron 1060 muestras remitidas por médicos veterinarios de distintas zonas del país. Se procesaron principalmente muestras de caninos (84%) y felinos (14%), pero también de otras especies como equinos, primates, mapaches, hámsteres, y conejos.

En el área de químicas sanguíneas fue donde se procesó un mayor número de muestras, 409 en total, entre estas, perfiles bioquímicos y mediciones de analitos individualmente. En el área de hematología se recibieron un total de 254 muestras, siendo la principal muestra procesada los hemogramas, en el área de parasitología/urianálisis se procesaron un total de 209 muestras donde las más solicitadas fueron el urianálisis completo y el examen de heces completo, y en el área de microbiología se recibieron 188 muestras entre las que se realizaron cultivos bacterianos y micológicos, directos en KOH y tinciones Gram.

Adicionalmente, se describieron hallazgos encontrados en las diferentes pruebas, se analizó la importancia que tienen los exámenes de laboratorio como herramientas diagnósticas y para la salud pública, y se realizaron revisiones bibliográficas acerca de los temas mencionados.

La realización de esta pasantía fue una oportunidad de crecimiento profesional debido a la alta casuística que se recibe por día, la variedad de pruebas que se ofrecen al público, y la cantidad de equipo con el que se cuenta, lo cual fortaleció mi formación como médico veterinario.

**Palabras claves:** Hematología, Química clínica, Parasitología, Microbiología, Muestra biológica.

## ABSTRACT

A nine-week internship, between November 2021 and February 2022, took place at Albéitar Veterinary-Diagnostic Clinical Laboratory, in its main facilities located in Sabana, San José, Costa Rica. The main purpose was to develop skills in handling, processing, and interpreting biological samples.

During the internship, samples from the four main areas of expertise in the laboratory were analyzed, worked as follows: two weeks in hematology, two weeks in the parasitology/urinalysis area, three weeks in clinical biochemistry, and two weeks in microbiology.

A total of 1060 samples were submitted by different veterinarians from different regions in the country. The most part of these were canine and feline samples (84% and 14%, respectively), however, samples from other species were received, such as horses, primates, raccoons, hamsters, and rabbits.

The blood chemistry area had the highest number of samples, with a total of 409, including biochemical profiles and individual analytes. In hematology, a total of 254 samples were analyzed, being the blood counts the most common test performed. In parasitology/urinalysis, a total of 209 samples were examined. The most frequent tests were complete urinalysis and stool examination. At last, in microbiology, a total of 188 samples were analyzed, most of these were bacterial and mycological cultures, KOH tests, and Gram stains.

Additionally, a detailed description of the results found in different tests and a critical analysis of the importance of laboratory tests as a diagnostic tool in public health was carried out, with a thorough bibliographic search about the concerning topics.

This internship was an opportunity for professional growth given the high number of cases that are handled daily, the diversity of tests that are offered, and the available equipment; this strengthened my education as a veterinarian.

**Keywords:** Hematology, Clinical Chemistry, Parasitology, Microbiology, Biological sample.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Con el desarrollo y los avances en la Medicina Veterinaria, el médico veterinario ya no se dedica exclusivamente a velar por los animales utilizados como medio de trabajo, sino que hoy en día, la Medicina Veterinaria es un campo mucho más amplio, con diversas áreas de estudio (Vela Jiménez 2012; Mark 2020).

Cada vez es más importante para el médico veterinario conocer y comprender técnicas necesarias para llegar al correcto diagnóstico de una enfermedad, así como para poder instaurar el mejor tratamiento posible que requiere un paciente. Con este progreso que se ha dado en la profesión, se busca también brindar soluciones a algunos problemas emergentes de la sociedad, como, por ejemplo, la importancia de prevenir enfermedades que puedan ser transmisibles por medio de animales al ser humano, incluyendo de esta forma también el concepto de “One health” en el día a día de la labor veterinaria (Camacho 2007; Arcila y Serrano 2008; Vela Jiménez 2012).

En la actualidad, al pensar en el ejercicio profesional de las ciencias veterinarias, se contemplan también aspectos propios de las disciplinas asociadas a la misma, como lo son la patología, la parasitología, la clínica, la cirugía, y la microbiología, entre otras, tanto relacionado a especies mayores como menores, siendo en este caso el laboratorio clínico un gran aliado en el ejercicio de la profesión (Vela Jiménez 2012).

Las pruebas diagnósticas realizadas en laboratorios clínicos constituyen una parte fundamental en el proceso de toma de decisiones médicas y es de gran

relevancia para la determinación de diversas causas de enfermedad en animales (Tagesu 2018), además, es indispensable para la evaluación correcta de un paciente debido a que permiten al clínico tomar decisiones acerca del diagnóstico, el pronóstico, la evolución y respuestas a tratamientos implementados de la gran mayoría de las enfermedades médicas, así como también tomar medidas preventivas y correctivas cuando se trata de enfermedades zoonóticas (Lappin 2014; Meneses y Bouza 2014; Alonso-Cerezo et al. 2018).

Tal y como lo menciona Coppo (2019), la interpretación adecuada de las pruebas de laboratorio aporta beneficios en la medicina clínica ya que de esta forma es posible alcanzar un diagnóstico más certero y se logra poder prescribir el tratamiento más apropiado. Es de suma importancia que el médico veterinario tenga los conocimientos necesarios acerca de las enfermedades de los animales domésticos y comprenda en qué momento debe recurrir a un análisis de laboratorio para generar un diagnóstico diferencial y además que esté preparado para realizar una adecuada interpretación de los resultados obtenidos en la muestra (Kerr 2002; Coppo 2019).

La utilización de pruebas complementarias es de gran utilidad para identificar los órganos o tejidos afectados, establecer el tipo de lesión, y conocer el curso de la enfermedad, y de esta forma descubrir con mayor anticipación anomalías que inicialmente son subclínicas, predecir la extensión del daño orgánico que pueda haber, controlar la evolución de la enfermedad, investigar complicaciones sistémicas, analizar el posible pronóstico así como secuelas posteriores, evaluar la respuesta al tratamiento instaurado, brindar con mayor certeza un diagnóstico, comprender de una forma más objetiva el curso y la gravedad de la enfermedad que presenta el paciente y a la vez

evaluar la respuesta del mismo a los tratamientos aplicados (Kerr 2002; Meneses y Bouza 2014; Coppo 2019).

Los análisis clínicos son parte esencial de la medicina veterinaria y tienen como finalidad ayudar con el diagnóstico, tratamiento y prevención de los problemas de salud a través de información confiable y acertada que permita al médico una correcta toma de decisiones (Micucci 2010). Además de esto, en conjunto con aspectos como la anamnesis y el examen clínico brindan al médico veterinario una mayor oportunidad de comprender que está sucediendo en el paciente y realizar un mejor abordaje (Igbokwe 2011; Meneses y Bouza 2014).

Otro aspecto fundamental del cual se encargan los laboratorios clínicos es el área de microbiología, en la cual, como menciona Camacho (2007), muchos médicos veterinarios han realizado investigaciones microbiológicas y de esta forma han brindado importantes contribuciones al mundo de la ciencia, tales como creación de vacunas y estudios de enfermedades causadas por microorganismos.

Finalmente, es de suma importancia que exista cooperación entre médicos veterinarios y laboratorios de diagnóstico, debido a que corresponde al médico recolectar y enviar las muestras necesarias en conjunto con la debida historia clínica, mientras que el laboratorio tiene la responsabilidad de reportar los resultados y colaborar con el médico veterinario para su debida interpretación (Markey et al. 2013).

## **1.2 Justificación**

### **1.2.1. Importancia**

La Medicina Veterinaria es una ciencia que requiere de estudio y formación continua por parte de los profesionales que la ejercen, ya que cada día hay nuevos avances médicos con los que se busca mejorar la calidad de vida de los pacientes y optimizar los servicios brindados. Es de suma importancia para un Médico Veterinario saber cómo integrar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y en estudios posteriores para un correcto abordaje de los casos clínicos, y de esta forma poder determinar en qué situaciones se requiere del apoyo del laboratorio clínico para poder así manejar los casos de una forma más integral y adecuada según las necesidades del paciente sin dejar de lado aspectos claves para la resolución de su problema de salud.

El trabajo del Médico Veterinario en un laboratorio de diagnóstico consiste en determinar alteraciones en los pacientes que puedan ser causantes de enfermedad, basándose en parámetros fisiológicos específicos para cada especie, de esta forma se orienta al médico veterinario clínico para dar un adecuado diagnóstico a sus pacientes.

Comprender los cambios que se dan a nivel sistémico producto de una enfermedad y que se evidencian en pruebas diagnósticas es de suma importancia para el médico veterinario, es necesario conocer los parámetros normales, que se esperan en un examen específico, así como identificar cuando hay una alteración y aún más importante saber el significado que tiene esa alteración en la salud del paciente.

El propósito de este trabajo fue desarrollar habilidades y destrezas en el manejo y procesamiento de muestras biológicas que se reciben en un laboratorio clínico veterinario, así como en la interpretación de estas, en diversas áreas como parasitología, bacteriología, micología, hematología y química sérica, ya que estos son necesarios para el desempeño profesional del médico veterinario. De esta manera se obtiene un conocimiento más integral de diversas patologías, sus métodos diagnósticos y sus posibles tratamientos.

El desarrollo de habilidades laboratoriales en un médico veterinario provee mayor criterio científico y analítico para ejercer la profesión, ayuda a desenvolverse de mejor manera en el ámbito laboral y provee de mayores destrezas diagnósticas necesarias en esta carrera.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

**1.3.1.1.** Realizar una pasantía en el Laboratorio Clínico Veterinario Diagnóstico Albéitar para el desarrollo de habilidades en el manejo, procesamiento e interpretación de muestras biológicas en las diferentes áreas de un laboratorio clínico veterinario.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

**1.3.2.1.** Analizar de forma integral los resultados obtenidos en las distintas pruebas laboratoriales mediante la correlación con la historia clínica y datos brindados del paciente.

**1.3.2.2.** Identificar las principales alteraciones presentes en las distintas pruebas realizadas y su relevancia clínica para la comprensión de la fisiopatología de las enfermedades de los animales domésticos.

**1.3.2.3.** Relacionar el éxito en el diagnóstico y tratamiento de una patología con la realización previa de exámenes complementarios como apoyo diagnóstico, mediante el estudio de los resultados obtenidos en comparación con revisiones bibliográficas.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Área de trabajo

Esta pasantía se realizó bajo la tutela del Dr. Javier Coen Alfaro, en el Laboratorio Clínico Veterinario Diagnóstico Albéitar, sede Sabana, San José, Costa Rica, el cual es un laboratorio veterinario especializado donde médicos veterinarios envían muestras de pacientes para su debido análisis.

En promedio este laboratorio recibe 70 muestras diarias, remitidas por médicos veterinarios de distintas zonas del país. Se trabajó con muestras de diferentes especies como caninos, felinos, equinos, primates, mapaches, hámsteres, y conejos.

El laboratorio cuenta con las siguientes áreas de trabajo:

- Área de Hematología: En esta área se realizan pruebas como hemogramas completos, tipificación de grupos sanguíneos y pruebas de Coombs.
- Área de Bioquímica sérica: Se realizan pruebas de bioquímica general, como medición de enzimas hepáticas, analitos renales, lípidos, electrolitos, medición de hormonas, y pruebas de coagulación.
- Área de Parasitología/urianálisis: En esta área se realizan exámenes coprológicos (examen directo con salina, flotación en sulfato de zinc, sangre oculta en heces, tinción de Gram) y urianálisis completo.
- Área de Microbiología: Se realiza cultivo e identificación bacteriana, tinciones Gram, exámenes directos con KOH y cultivos micológicos.

## **2.2. Horario de trabajo**

La pasantía se realizó a lo largo de nueve semanas, comprendidas entre el 29 de noviembre de 2021 y el 4 de febrero de 2022. Se trabajó de lunes a viernes ocho horas diarias, ingresado al laboratorio a las 9:00 am y terminando a las 6:00 pm, para un total de 360 horas.

## **2.3. Registro y análisis de datos**

Se llevó un registro diario de los datos en una bitácora. Entre los datos que se recopiló de cada paciente se encuentra el tipo de muestra remitido, la especie, la raza, la edad, y el examen solicitado.

Se analizaron los datos obtenidos por medio de gráficos y estadística descriptiva cualitativa, con ayuda de herramientas digitales como Microsoft Word y Excel.

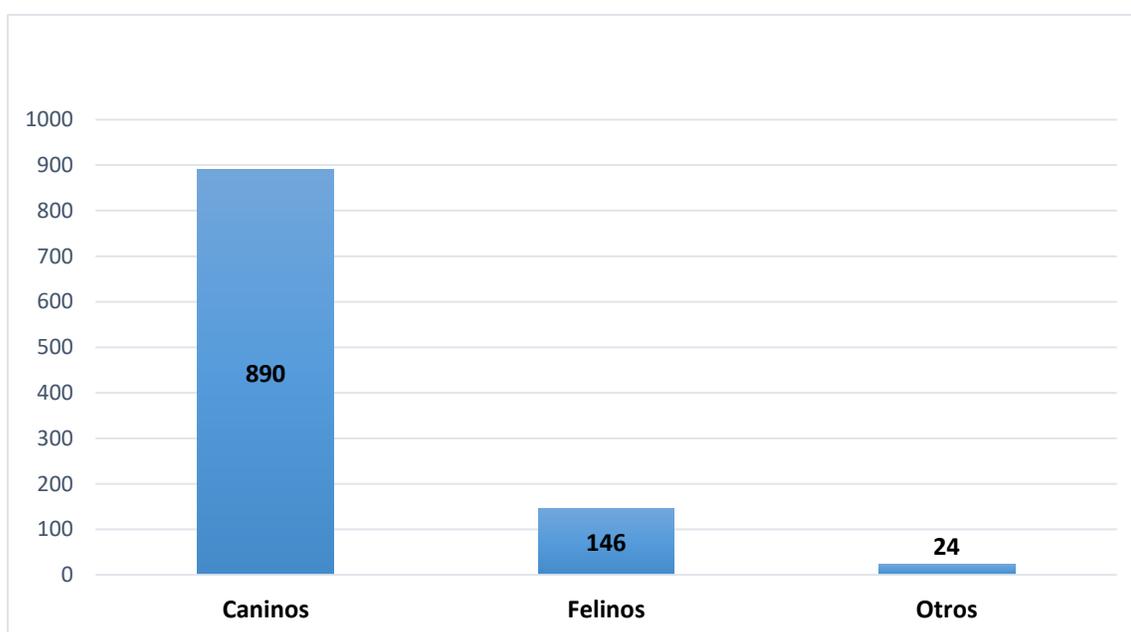
Se analizaron además los valores de especie, raza, edad, el tipo de muestra remitido y el examen solicitado con respecto a su frecuencia relativa dentro de la muestra.

Se tomaron fotografías de hallazgos en las diferentes pruebas realizadas, y se documentaron respaldando la información con fuentes bibliográficas y se analizó la importancia de estos resultados para la salud de los pacientes, así como para la salud pública.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Casuística general

Durante la pasantía realizada entre el período de noviembre 2021 y febrero 2022, se colaboró en el procesamiento de 1060 muestras en total. Entre estas, el 84% pertenecía a caninos (890 muestras), 14% a felinos (146 muestras), y un 2% de muestras pertenecían a otras especies, como se muestra en la Figura 1.



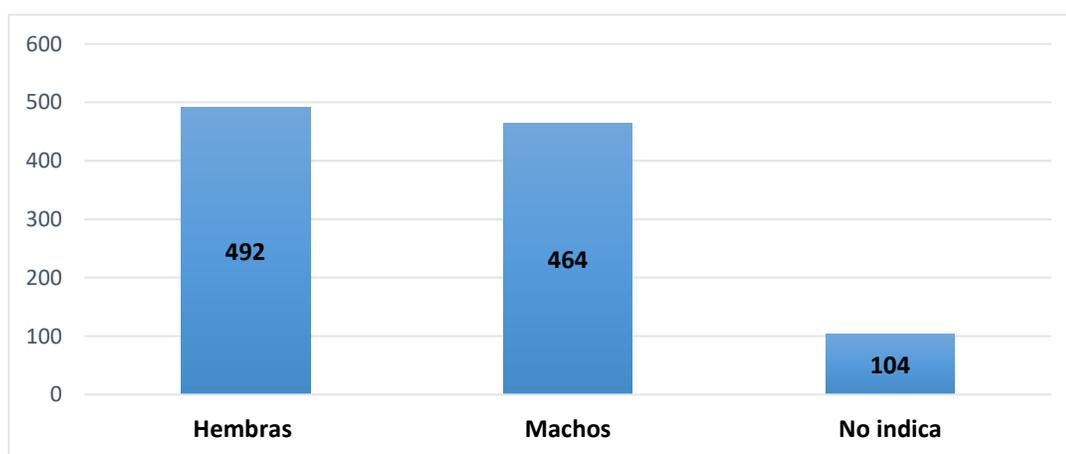
**Figura 1.**

*Distribución de muestras procesadas según la especie.*

Dentro de las otras especies de las cuales se procesaron muestras se encuentran: equinos (diez muestras), primates (seis muestras), mapaches (dos muestras), conejos (dos muestras) y hámster (una muestra). De las 1060 muestras procesadas, solamente en tres de ellas no se detalló la especie a la que pertenecían.

La especie más representativa son los caninos y seguido de los felinos, esto concuerda con la casuística general que reciben centros veterinarios de especies menores en Costa Rica tal y cómo se ha demostrado en pasantías realizadas en este tipo de instituciones (Malé 2021; Vindas 2021) y también acorde a la casuística que se ha reportado en pasantías realizadas en laboratorios diagnósticos como lo es el Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (Soto Rodríguez 2014).

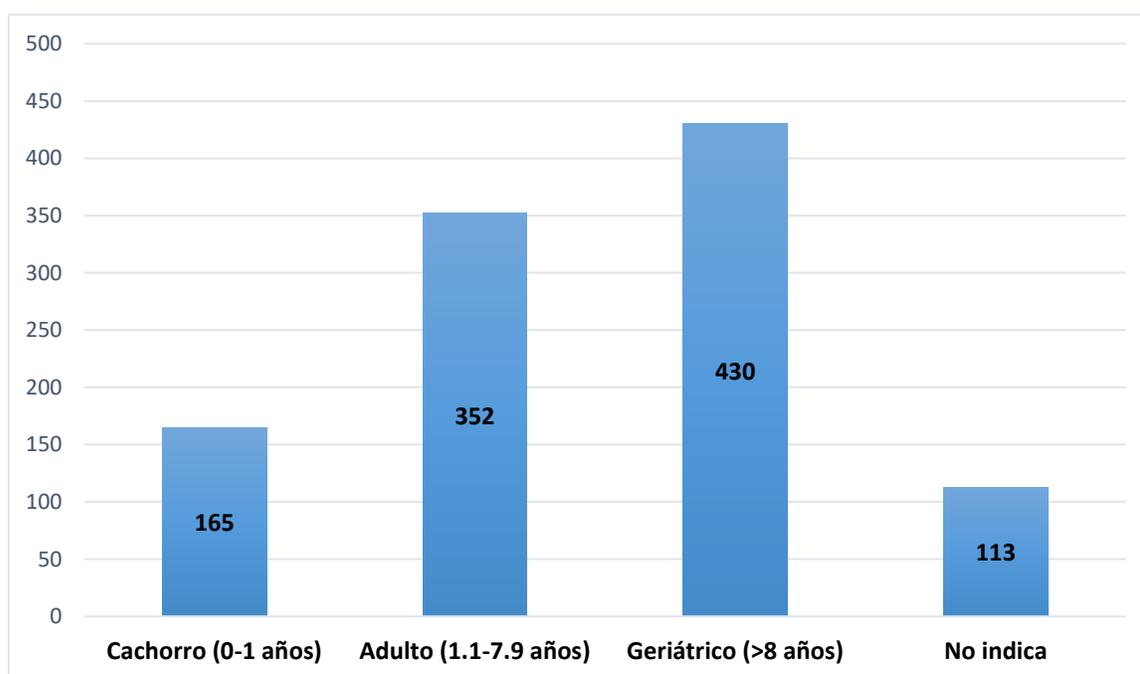
Adicionalmente, se clasificaron las muestras según el sexo del paciente, como se observa en la Figura 2, siendo el número de hembras mayor solamente por 28 muestras en comparación al número de machos, nuevamente se remitieron muestras dónde no se especificó el sexo del paciente. Esta tendencia a un número mayor de hembras en comparación a machos se ha demostrado anteriormente en distintos centros veterinarios del país y ha quedado evidenciado en pasantías realizadas en clínicas de especies menores, donde la mayor cantidad de pacientes atendidos han sido hembras (Vindas 2021).



**Figura 2**

*Distribución de muestras procesadas según sexo.*

Para el análisis de datos de la presente pasantía se clasificaron los pacientes de las muestras recibidas, según su rango de edad en: cachorros, adultos y geriátricos. De esta forma se clasificaron como cachorros los pacientes con edades entre cero y un año, adultos los que tienen entre 1.1 años y 7.9 años, y geriátricos los pacientes de edad igual o mayor a ocho años, siendo la mayor edad reportada 20 años. En este caso, los médicos veterinarios remitentes no indicaron la edad de los pacientes en el 11% de las muestras (113 muestras) como se evidencia en la Figura 3.



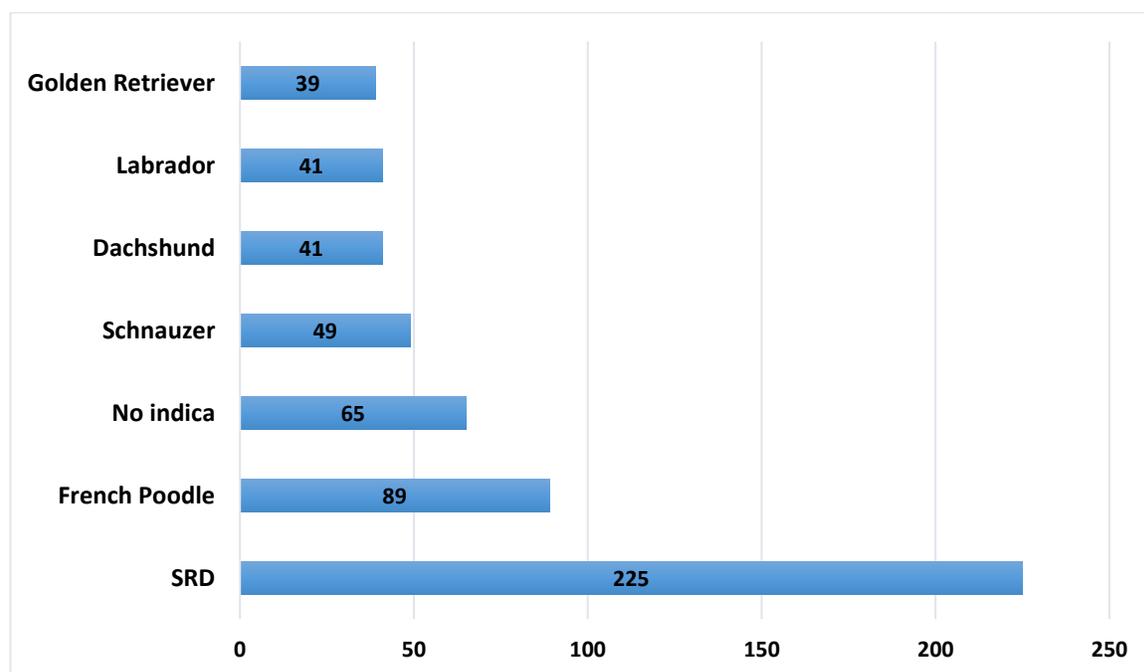
**Figura 3.**

*Distribución de muestras procesadas según edad en años.*

El 41% de las muestras recibidas corresponde a pacientes geriátricos, esto se correlaciona con el hecho de que, a mayor edad, los pacientes requieren de un mayor

seguimiento médico con el fin de prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades y padecimientos relacionados con su edad (Gardner y McVety 2017).

Se recopiló además datos acerca de la raza de los pacientes a los que pertenecían las muestras enviadas, obteniendo así más de 40 razas diferentes (ver Anexo 1). En la Figura 4 se pueden observar las razas de caninos con mayor participación en esta pasantía, siendo los animales Sin Raza Definida los que se recibieron en mayor cantidad (225 muestras). En relación con los felinos, la mayoría de estos eran animales sin raza, de los 146 felinos, solamente de 12 se indicó la raza, siendo los gatos Persa e Himalaya los más frecuentes (cuatro cada uno), seguidos de la raza Esfinge (tres) y por último la raza Bengalí (uno).



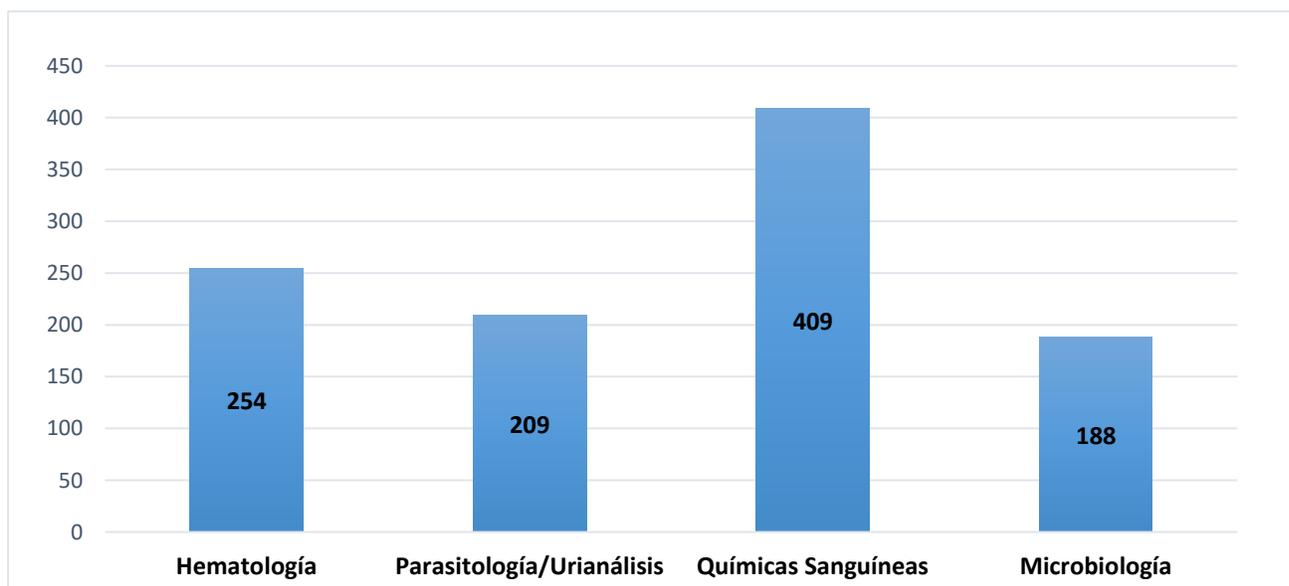
**Figura 4.**

*Principales razas correspondientes a los caninos de las muestras recibidas.*

En Costa Rica, en el año 2016 se realizó un estudio nacional de tenencia de perros, donde se analizó las principales razas de perros presentes en los hogares del país, siendo los más representativos los perros sin raza definida (SRD), seguido de razas como el French Poodle miniatura, Chihuahua, American Stafford y Schnauzer miniatura (World Animal Protection, 2016), resultados muy similares a los obtenidos en esta pasantía, con algunas variaciones que pueden deberse a cambios en los años recientes o bien a la zona de donde provienen la mayoría de los animales.

### 3.2 Casuística y discusión por área de trabajo

A lo interno del laboratorio las muestras se clasifican en cuatro áreas distintas para su procesamiento, las cuales son: Hematología, Químicas sanguíneas, Parasitología/Urianálisis, y Microbiología. La distribución de muestras procesadas durante la pasantía según área de laboratorio se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.**

*Distribución de muestras procesadas en cada área del laboratorio.*

### 3.2.1 Área de hematología

En el área de hematología se procesaron en total 254 muestras, principalmente hemogramas, pero también se realizaron otros exámenes como una prueba de Coombs y revisiones de frotis, tal y como se detalla en el Cuadro 1.

#### **Cuadro 1.**

*Muestras procesadas en el área de hematología.*

Prueba	Cantidad realizada
Hemograma completo	245
Revisión de Frotis	8
Prueba de Coombs	1
Total de muestras	254

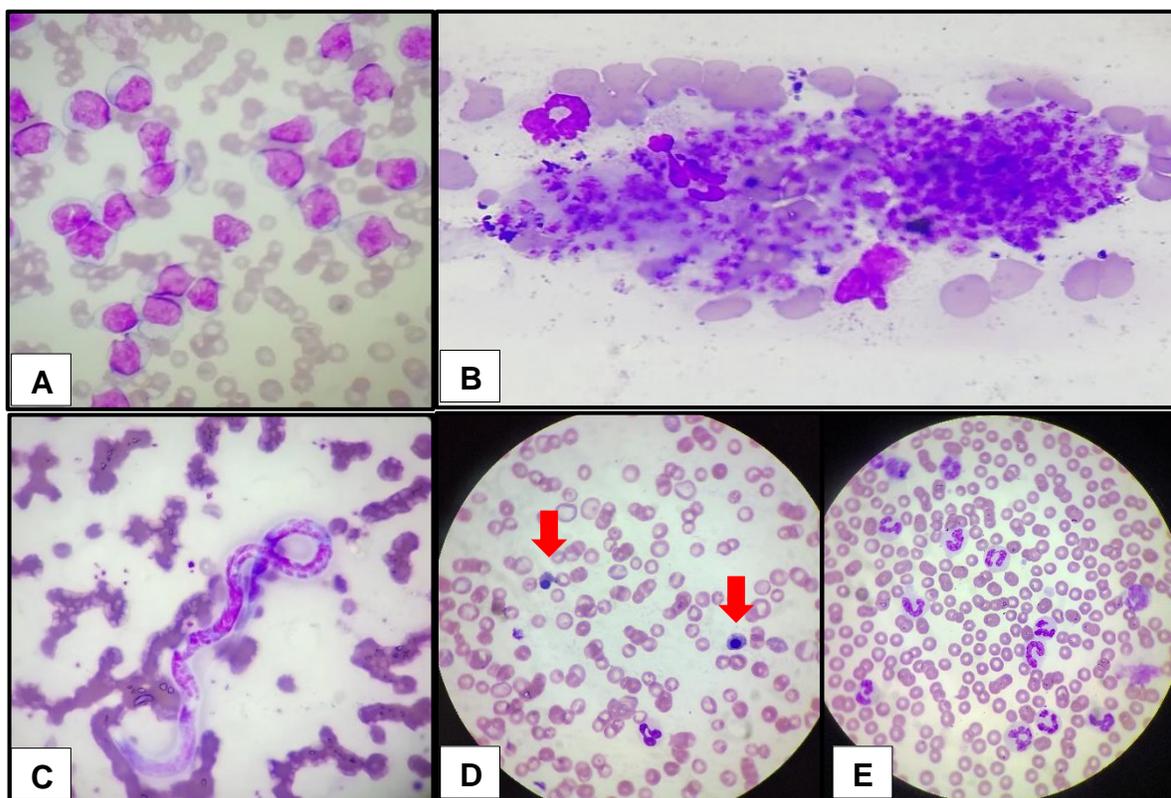
El hemograma completo fue la prueba más realizada en esta área, el cual incluye el conteo de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, además de la revisión de frotis donde se observa la morfología de las células, presencia de hemoparásitos, y alteraciones plaquetarias, adicional a esto en pacientes que presentan anemia también se realiza el conteo de reticulocitos para determinar si se trata de una anemia regenerativa o no regenerativa, a todas las muestras también se les realiza medición de micro hematocrito y proteínas totales.

La evaluación del hemograma como herramienta diagnóstica es de gran utilidad para determinar la presencia de infecciones bacterianas, virales, parasitarias, cuadros de anemia, desórdenes proliferativos de las células sanguíneas y alteraciones

plaquetarias. Para esto es de suma importancia la realización de frotis sanguíneos, ya que las máquinas para realizar hemogramas no son capaces de detectar algunos tipos de células como los basófilos, o células inmaduras, así como anomalías morfológicas de las células (Weiss y Tvedten 2012).

Durante la evaluación del frotis sanguíneo se pueden detectar alteraciones en los eritrocitos con respecto al color y tamaño de estos, como lo son la policromasia (eritrocitos inmaduros que se observan más grandes y azulados), la hipocromía (eritrocitos con palidez central aumentada debido a la baja concentración de hemoglobina), microcitos (eritrocitos de menor tamaño) y macrocitos (eritrocitos de mayor tamaño). También es posible detectar anomalías en la forma de los eritrocitos, las cuáles no son detectadas por las máquinas de hemogramas y son de importancia para una correcta evaluación integral del paciente, por ejemplo, la presencia de esferocitos, esquistocitos, codocitos, queratocitos, acantocitos, equinocitos, estomatocitos, así como de eritrocitos inmaduros y hemoparásitos (Thrall 2012; Weiss y Tvedten 2012).

En la Figura 6 se muestran algunas alteraciones encontradas en frotis sanguíneos realizados durante el periodo de pasantía.



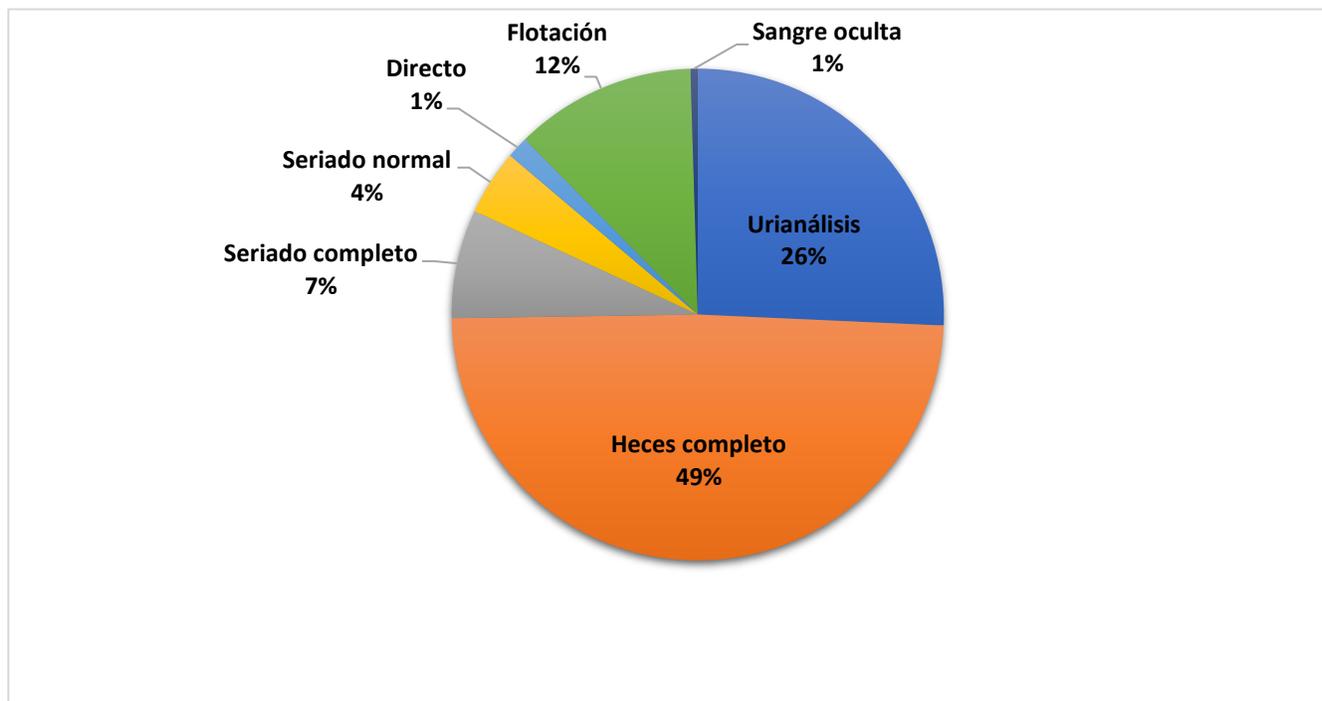
**Figura 6.**

*Alteraciones encontradas en frotis sanguíneos. Fuente: Propia.*

**A.** Desorden linfoproliferativo en un paciente con leucemia. **B.** Cúmulo plaquetario. **C.** Microfilaria. **D.** Metarrubricitos en un paciente con anemia (señalados con la flecha roja). **E.** Abundantes neutrófilos por campo en un paciente con leucocitosis dada por una neutrofilia.

### 3.2.2 Área de parasitología/urianálisis

En el área de parasitología/urianálisis se procesaron muestras de orina y de heces, a las cuales se les realizaron diferentes exámenes según lo solicitado por el médico remitente según como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.**

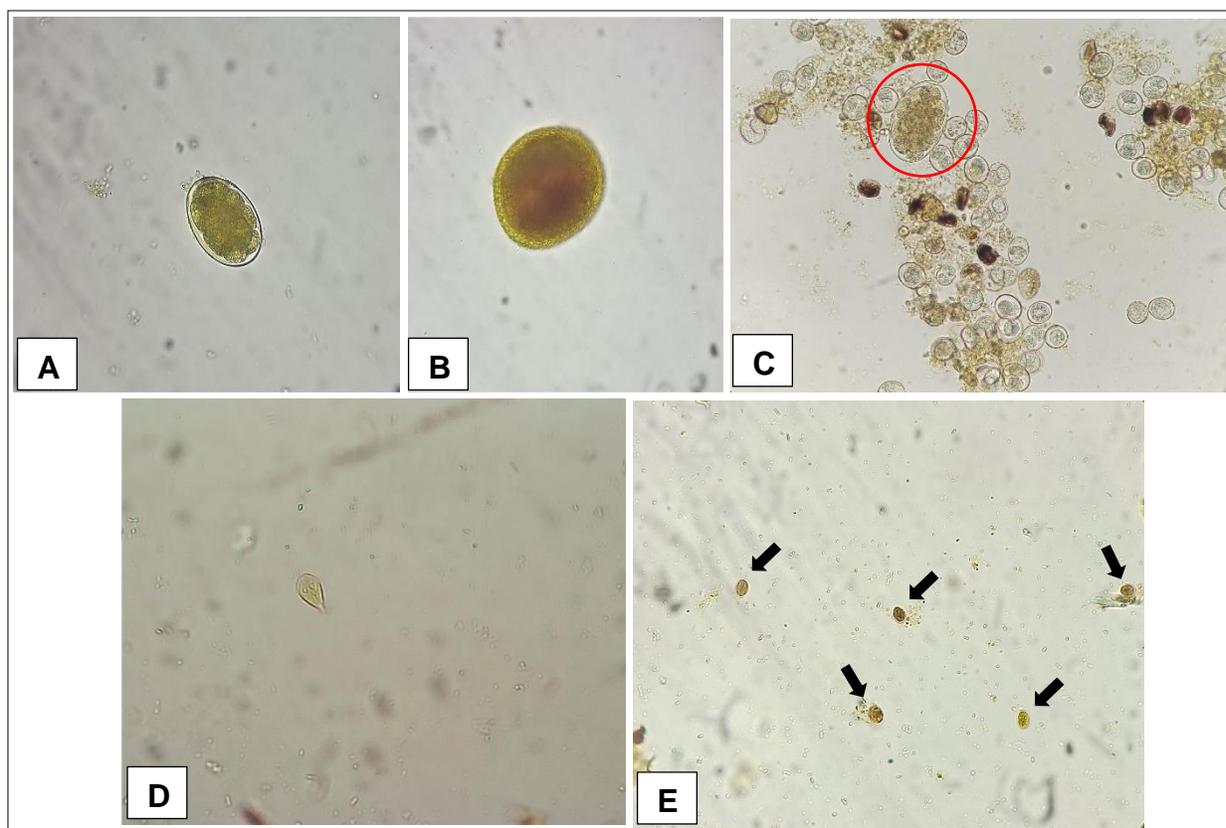
*Distribución de pruebas realizadas en el área de parasitología/urianálisis*

En cuanto a las heces, el principal examen solicitado es el examen de heces completo (49%) el cual incluye: examen directo en salina, prueba de sangre oculta, flotación con sulfato de zinc y tinción Gram. En menor cantidad se solicitaron también estas pruebas de forma independiente y en algunos casos se realizaron para muestras de heces seriadas, lo cual aumenta la especificidad de dichos exámenes. Asimismo, en esta área, un 26% de las muestras se remitieron para la realización de urianálisis, el cual incluye observación física, análisis químico y análisis microscópico.

Como se observa en la Figura 7 el mayor porcentaje de muestras recibidas (49%) en esta área fueron muestras de heces en las que se solicitó la realización de un examen completo, la finalidad de esta prueba es determinar la presencia de protozoarios y parásitos en el examen directo, analizar la microbiota mediante una tinción de Gram, determinar la presencia de sangre oculta en las heces y observar huevos y quistes de parásitos mediante la técnica de flotación en sulfato de zinc.

Lo ideal al realizar exámenes coproparasitológicos es utilizar muestras seriadas, esto quiere decir, muestras de al menos tres días seguidos (Caraballo et al. 2007); sin embargo, solamente un 7% (15 muestras) solicitaron un examen seriado completo (directo en salina, sangre oculta, tinción Gram y flotación en sulfato de zinc) y 4% un examen seriado normal (solo flotación en sulfato de zinc), siendo así que un 49% de las muestras remitidas (103 muestras) eran una muestra única a la que se le solicitó realizar el examen de heces completo.

La flotación con sulfato de zinc permite determinar la presencia de huevos y quistes de helmintos y protozoarios, y es el método de elección para observar quistes de *Giardia* spp; sin embargo, presenta desventajas como que la mayoría de tremátodos no flotan en este medio por lo cual no es recomendado si se sospecha de este tipo de parásitos (Zajac y Conboy 2012). En la Figura 8 se observan algunos de los parásitos que fue posible observar por medio de la flotación en sulfato de zinc, así como en el examen directo con salina durante el tiempo de realización de la pasantía.



### Figura 8

*Hallazgos encontrados por medio de la técnica de flotación en sulfato de zinc con tinción de Lugol. Fuente: Propia.*

**A.** Huevo de Ancylostomatideo. **B.** Huevo de *Toxocara* spp. **C.** Huevo de Ancylostomatideo (encerrado en un círculo rojo) y múltiples Ooquistes de *Cystoisospora* spp. **D.** Trofozoito de *Giardia* spp visto en examen directo con salina. **E.** Múltiples quistes de *Giardia* spp. (señalados con flechas).

Las infecciones por parásitos representan un problema importante de salud pública, los parásitos gastrointestinales son responsables de algunas de las más importantes enfermedades infecciosas zoonóticas a nivel mundial (Baneth et al. 2015); sin embargo, a pesar de la relevancia de estas enfermedades, muchos propietarios de

mascotas no tienen conocimiento acerca de los riesgos que puede implicar para su propia salud los parásitos presentes en perros y gatos, y por ende desconocen métodos de prevención (CDC 2016).

Según la Encuesta Nacional de Nutrición 2008-2009 realizada en Costa Rica, se analizó la prevalencia de parásitos intestinales en población de edad preescolar, escolar y adultos mayores donde se demostró la presencia de un 6.3% de infecciones asociadas a protozoarios, entre ellos incluido *Giardia intestinalis*, y un 2.6% de infecciones ocasionadas por helmintos, entre los que se menciona *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* y *Ancylostoma duodenale*, todos parásitos con potencial zoonótico (Ministerio de Salud et al. 2013).

Por otro lado, en estudios realizados en el país sobre parasitosis en animales de compañía se ha demostrado que entre los parásitos más comunes en perros y gatos se encuentran algunos parásitos zoonóticos como los del grupo de los ancylostomatídeos, y algunas especies como *Trichuris vulpis*, *Giardia* spp, *Toxocara canis* y *Dipylidium caninum* (Fernández et al. 2008; Fernández 2009; Sáenz 2013), esto sumado al desconocimiento de la población, genera una problemática de salud pública que los Médicos Veterinarios deben velar por mejorar.

La realización de exámenes coproparasitológicos de forma regular es de suma importancia para un correcto diagnóstico de parasitosis en animales de compañía y poder brindar un tratamiento adecuado para el tipo de parásito encontrado (Fernández et al. 2008), a su vez el correcto diagnóstico de las parasitosis permite educar al

propietario acerca de las medidas necesarias para prevenir una posible zoonosis (CDC 2021).

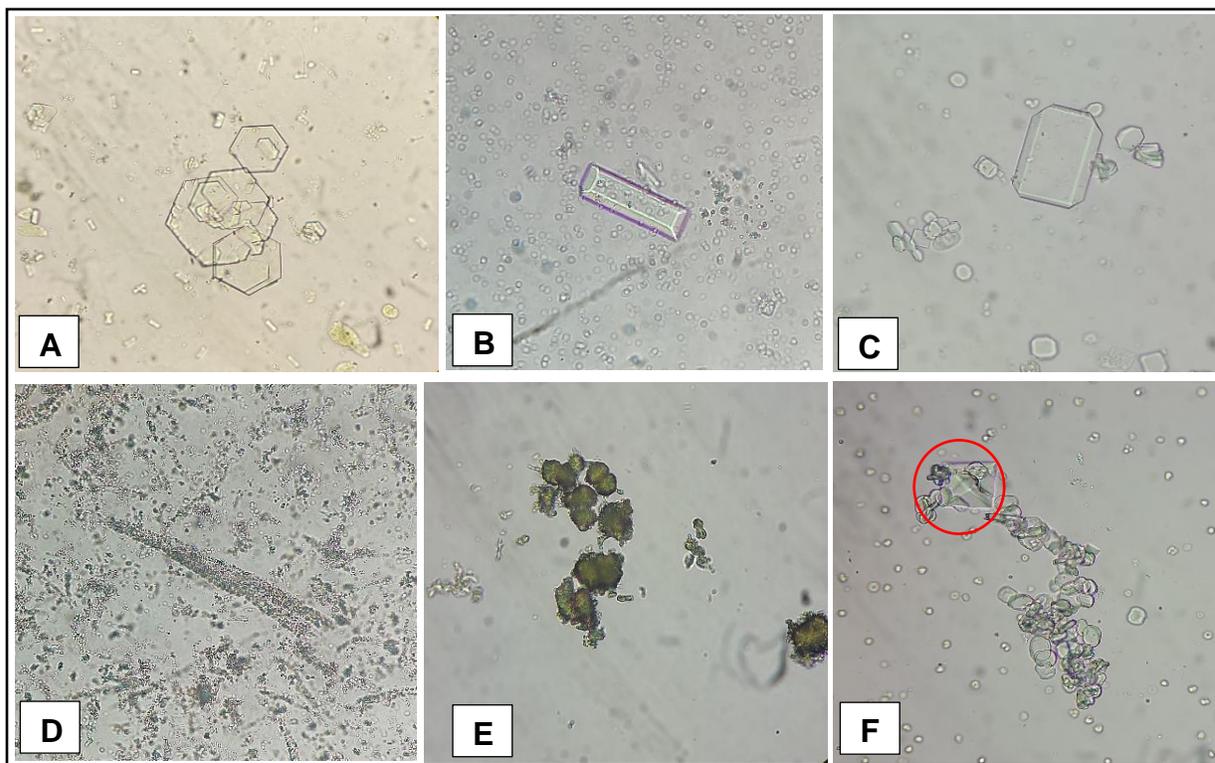
En lo que respecta al urianálisis, esta prueba fue la segunda más realizada en esta área (26%). El urianálisis es una de las herramientas diagnósticas más importantes para el médico veterinario, además de ser fácil y económico de realizar, por lo cual es de suma importancia una toma de muestra adecuada, un correcto procesamiento de la muestra y un debido análisis de esta (Osborne y Stevens 1999).

En el urianálisis se analizan diferentes características de la orina, como lo es el color y la turbidez. Aspectos como la hematuria, hemoglobinuria y bilirrubinuria podrían generar cambios importantes en el color de la orina, mientras que la piuria, cristaluria y lipiduria podrían generar cambios en la turbidez, por lo cual siempre son aspectos importantes para evaluar (Barsanti 2012).

Otro aspecto que se debe evaluar siempre es la gravedad específica o densidad urinaria la cuál brinda información acerca de la función renal, principalmente de la capacidad que posee el riñón de concentrar orina, para realizar esta medición se utiliza un refractómetro específico de medicina veterinaria que indica el valor específico para caninos y felinos, además de esto por medio de una tira reactiva, también se evalúan aspectos como pH de la orina, presencia de leucocitos, urobilinógeno, proteínas, glucosa, cetonas, sangre y bilirrubina (Meneses y Bouza 2014).

El análisis al microscopio que se realiza al sedimento urinario es de gran valor diagnóstico, debido a que, por medio de esta observación se puede determinar la presencia de cristales, cilindros, sedimentos, lípidos, eritrocitos entre otros hallazgos

de gran relevancia clínica. En la Figura 9 se observan algunos de los hallazgos encontrados en la observación de orinas al microscopio durante el tiempo de realización de la pasantía.



**Figura 9**

*Hallazgos encontrados al microscopio durante el procesamiento de urianálisis.*

*Fuente: Propia.*

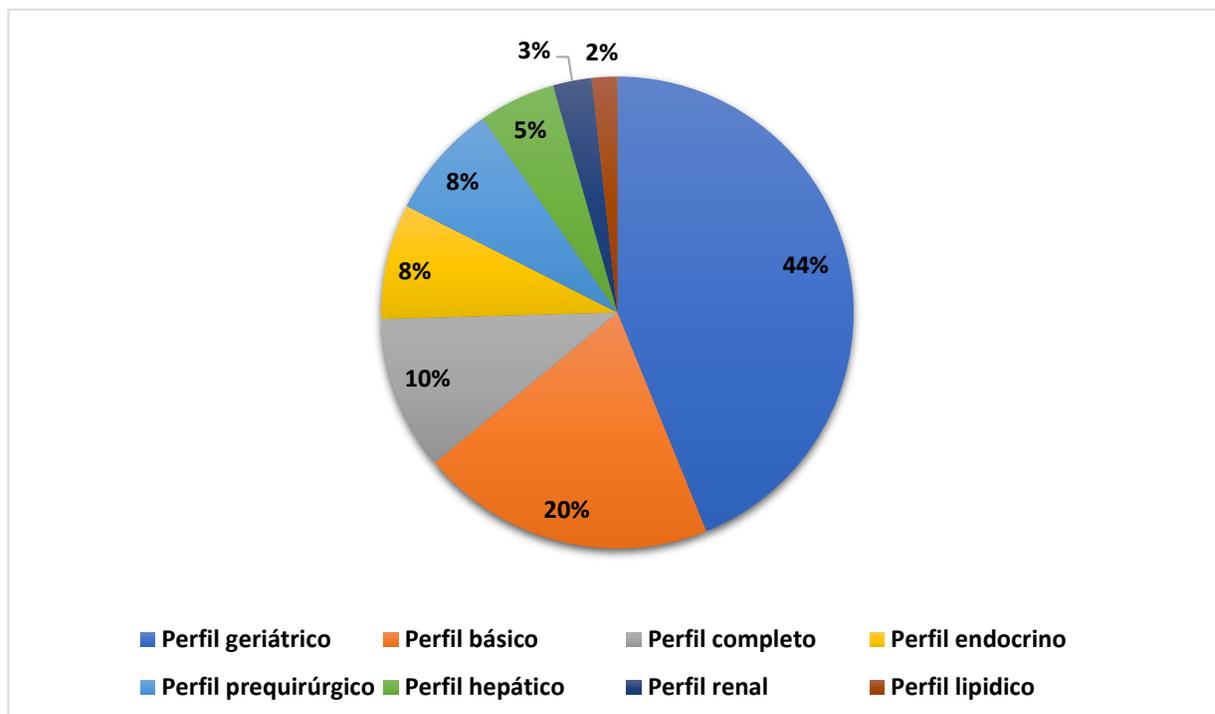
**A.** Cristales de Cistina. **B-C.** Cristales de Estruvita. **D.** Cilindros granulares. **E.** Cristales de biurato de Amonio. **F.** Cristal de oxalato de Calcio (círculo rojo) y sedimento amorfo.

### 3.2.3 Área de químicas sanguíneas

Para la realización de químicas sanguíneas se reciben muestras de sangre entera o bien, muestras de suero para realizar los exámenes requeridos por el clínico. Las muestras sanguíneas para análisis bioquímicos se deben remitir en tubo rojo (sin anticoagulante) o en el caso de tiempos de coagulación en tubo celeste (citrato de sodio), estas muestras se deben dejar coagular por aproximadamente 15 minutos y posteriormente centrifugar para separar el suero, también se puede enviar el suero ya separado de los elementos celulares, lo cual beneficia a que no se metabolicen algunos componentes químicos, como por ejemplo la glucosa, que se puede metabolizar de forma in vitro (Weiser 2012).

A lo interno del laboratorio se manejan varios perfiles ya preestablecidos que abarcan diferentes analitos, para que el clínico pueda elegir el que mejor convenga según las necesidades del paciente que están tratando, de igual manera si no requieren un perfil completo también se realizan mediciones de analitos individuales, ya sea para seguimientos de exámenes anteriores o para diagnósticos específicos. La descripción de los perfiles que brinda el laboratorio se muestra en el Anexo 2.

En la Figura 10 se muestra el porcentaje de perfiles realizados durante el periodo de la pasantía. Cabe recalcar que el perfil básico que se muestra en la figura no es un perfil que se ofrece al público, sino más bien, es una forma de manejo a lo interno del laboratorio cuando se solicitan de forma individual las siguientes cuatro mediciones: ALT, ALP, nitrógeno ureico, creatinina.

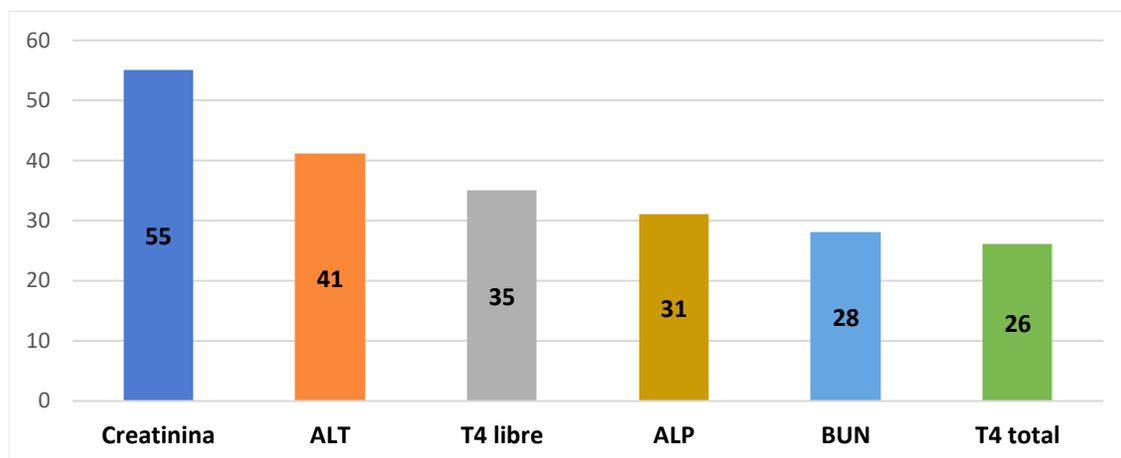


**Figura 10.**

*Perfiles realizados en el área de química sanguínea.*

Como se pudo observar en la Figura 10 la mayoría de las muestras recibidas en el área de química clínica corresponden a perfiles geriátricos (44%), lo cual coincide con la casuística general presentada de la pasantía donde se evidenció que el 41% de las muestras remitidas durante el tiempo de la pasantía corresponden a pacientes geriátricos (mayores de 8 años).

En la Figura 11 se observan los seis analitos más solicitados de forma individual. En el Anexo 3 se detallan todos los analitos y enzimas que brinda el laboratorio de forma individual así como pruebas de serología, antígenos y mediciones hormonales.



**Figura 11**

*Analitos individuales más solicitados en el área de químicas sanguíneas.*

Un aspecto importante que se evaluó en todas las muestras sanguíneas fue la presencia de hemólisis, lipemia o ictericia, debido a que son interferencias que pueden generar un error analítico en los resultados de los análisis bioquímicos (Weiss y Tvedten 2012; Weiser y Allison 2012).

La hemólisis es generada por la lisis de los eritrocitos y la consecuente liberación de hemoglobina, y puede deberse a patologías del paciente, o a un inadecuado manejo de la muestra durante la recolección, transporte y/o procesamiento (Meneses y Bouza 2014). En pacientes que poseen exceso de lípidos circulantes en sangre, se aumenta la turbidez sérica, esto es conocido como hiperlipemia (Schenck 2019), esta condición puede deberse a la ausencia o insuficiente tiempo de ayuno previo a la toma de muestra, así como al padecimiento de síndromes hiperlipidémicos (Weiser y Allison 2012).

Por otra parte, la ictericia corresponde a un aumento de las concentraciones de bilirrubina sérica (Weiser y Allison 2012), que generalmente se puede asociar a una enfermedad hepática, o a causas extrahepáticas como por ejemplo la anemia hemolítica inmunomediada (Weiss y Tvedten 2012).

La utilización de perfiles bioquímicos permite tener una probabilidad mayor de detectar enfermedades comunes en una situación particular (Tvedten y Thomas 2012), de esta forma se eligen perfiles según la sospecha clínica de enfermedad. Durante la pasantía los perfiles más utilizados fueron los perfiles geriátricos y los perfiles básicos; sin embargo, los demás perfiles enfocados en la parte hepática, renal, prequirúrgica, endocrina y lipídica también fueron realizados.

Adicionalmente a los perfiles, se pueden realizar mediciones de analitos individuales, en el caso de esta pasantía, la creatinina fue el analito que más veces se solicitó de forma individual. La creatinina, al igual que el nitrógeno ureico (quinto analito más medido de forma individual) brindan información acerca de la función renal de un paciente; cuando se desee evaluar riñones lo ideal es medir ambos valores (Barsanti 2012), la creatinina por su parte también es de utilidad para estadificar el grado de enfermedad en un paciente con enfermedad renal crónica (IRIS 2019) lo cual justifica que sea una de las mediciones más solicitadas por los clínicos.

Una de las enzimas que se solicitó mayormente (41 muestras) fue la Alanina aminotransferasa (ALT), la medición de esta enzima está indicada en casos de enfermedad sistémica (anorexia, pérdida de peso, vómito, apatía, entre otras), así como para el diagnóstico y monitoreo de enfermedades hepáticas (Willard y Twedt

2012). Esta enzima es específica del hígado y se libera cuando ocurre daño a los hepatocitos, por lo cual es un indicador de la integridad hepática (Meneses y Bouza 2014).

Otra de las enzimas hepáticas solicitada de forma individual fue la Fosfatasa Alcalina (ALP), la medición de esta enzima se indica en casos de enfermedad sistémica, vómito, diarrea, pérdida de peso, ictericia, anorexia entre otras y puede ser indicativa de anormalidades en el tracto biliar de perros y gatos; sin embargo, a diferencia de la ALT, la ALP no es una enzima específica del hígado, por lo cual se puede ver alterada por otras condiciones como: lesiones óseas, preñez, corticoesteroides (endógenos o exógenos) o en animales en crecimiento (Willard y Twedt 2012; Meneses y Bouza 2014).

Las mediciones de hormonas tiroideas también fueron realizadas en una cantidad significativa, siendo la T4 libre la hormona que más se solicitó, seguido por la T4 total. La medición de estas hormonas tiroideas es de ayuda en el diagnóstico de enfermedades hormonales como el hipo y el hipertiroidismo. La T4 es una hormona secretada por la glándula Tiroides, la cual una vez que llega a la circulación se une a proteínas plasmáticas, la fracción de T4 que queda libre (T4 libre) ingresa a las células de todo el organismo a ejercer sus funciones, y genera retroalimentación negativa sobre la secreción hipofisaria de hormona estimulante de la tiroides (TSH), mientras que la T4 unida a proteínas actúa como un reservorio para lograr mantener constantes las concentraciones de hormonas plasmáticas, la suma de estas dos es lo que se conoce como T4 total (Scott-Moncrieff 2015).

Tanto el hipotiroidismo como el hipertiroidismo pueden afectar a caninos y felinos, sin embargo, es más frecuente que en caninos se presente hipotiroidismo y en felinos hipertiroidismo. La medición tanto de T4 total como de T4 libre están indicadas para el diagnóstico de ambas enfermedades, adicionalmente en perros se recomienda también realizar medición de TSH para un mejor diagnóstico, contrario a lo que sucede en gatos donde la medición de TSH es poco sensible (Scott-Moncrieff 2015).

### 3.2.4 Área de microbiología

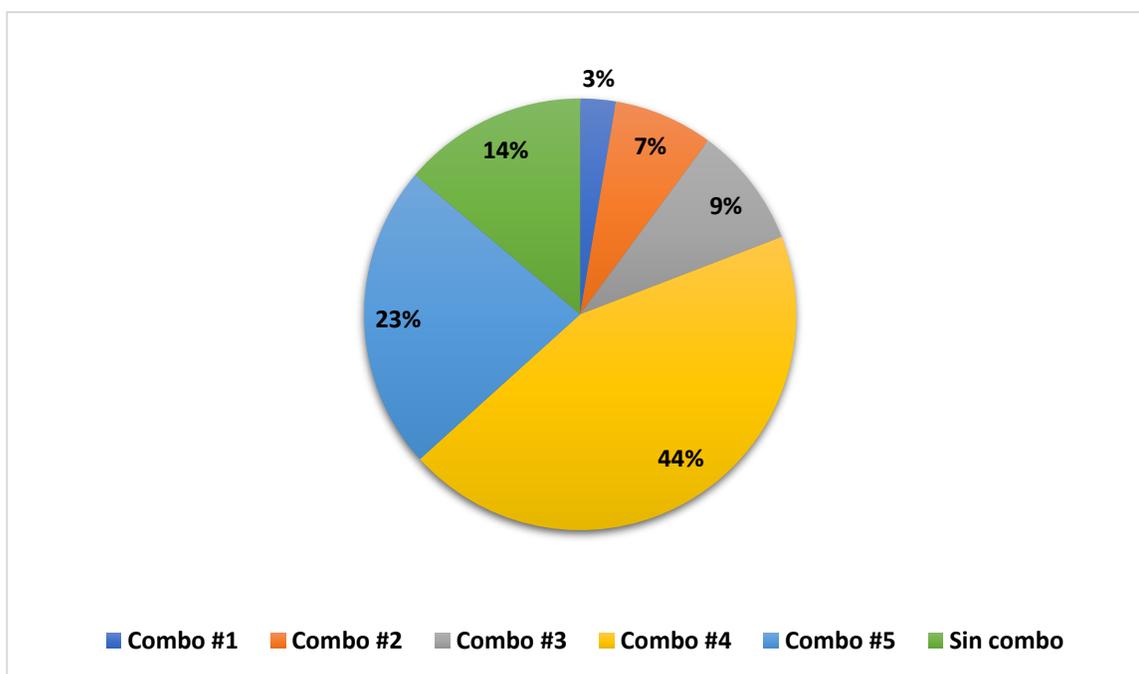
En el área de microbiología se reciben muestras de pelo, piel, uñas, tejidos, hisopados, secreciones, entre otras, de las cuales se sospecha que puedan estar relacionadas a infecciones causadas por hongos y bacterias, para lo cual se maneja en el laboratorio cinco combos, que se detallan en el Cuadro 2 donde se abarcan las pruebas necesarias para realizar un correcto diagnóstico y abordaje.

#### Cuadro 2.

*Descripción de combos microbiológicos brindados en el laboratorio. Tomado de: Diagnóstico Albéitar 2022.*

Combo	Descripción
Combo # 1	a. Directo KOH y cultivo micológico b. Tinción de Gram y cultivo micológico
Combo # 2	Directo KOH y tinción de Gram
Combo # 3	Directo KOH, tinción de Gram y cultivo micológico
Combo # 4	Tinción de Gram, cultivo bacteriano, identificación de bacterias y antibiograma
Combo # 5	Directo KOH, tinción de Gram, cultivo micológico, cultivo bacteriológico, identificación de bacterias y antibiograma.

En la Figura 12 se detallan los combos microbiológicos realizados durante la pasantía.



**Figura 12.**

*Combos realizados en el área de microbiología.*

Como se observa en la Figura 12 el combo que más fue solicitado fue el combo #4, el cual está indicado en casos donde se sospecha de infecciones bacterianas. Este combo incluye tinción Gram, cultivo bacteriano en tres agares distintos: Agar sangre, Agar manitol sal y Agar McConkey, identificación bacteriana por medio de los sistemas API y antibiograma con seis antibióticos distintos.

La tinción Gram es de gran utilidad para evaluar características morfológicas de las bacterias presentes en la muestra, es de gran ayuda para determinar si se trata de cocos o bacilos, y para definir si se trata de bacterias Gram positivas o Gram negativas, aspectos importantes a conocer para realizar una adecuada identificación bacteriana.

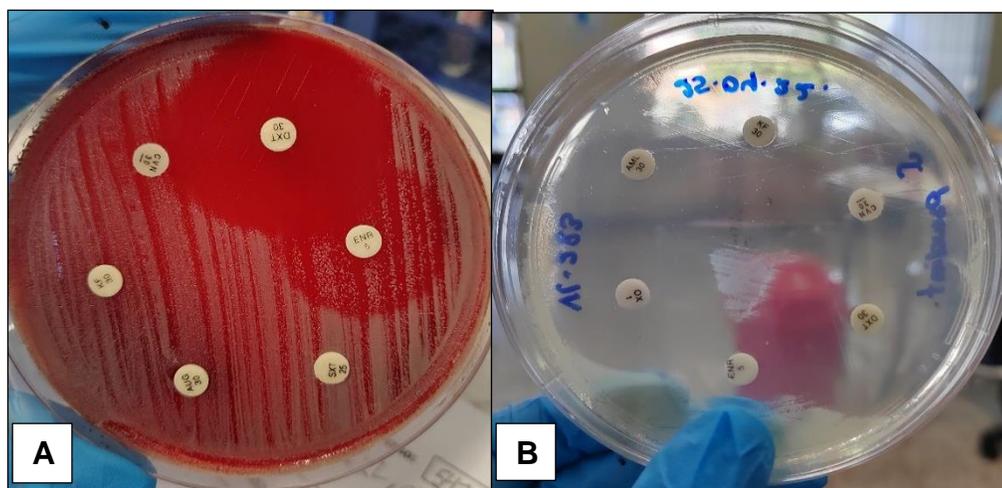
Adicional a esto, la tinción Gram también es de ayuda para identificar estructuras fúngicas, como levaduras, artrosporas y micelios entre otras (Tvedten 2012).

La identificación bacteriana y la realización de antibiogramas tiene gran importancia tanto para la salud del paciente como para la salud pública. La resistencia a los antimicrobianos es un problema en aumento a nivel mundial, que dificulta el tratar infecciones asociadas a bacterias, parásitos, hongos o virus que no responden de forma eficaz a los tratamientos utilizados, aumentando así el riesgo para la salud de los pacientes (Calderón y Aguilar 2016; OMS et al. 2021).

El aumento en la resistencia a los antibióticos reduce las opciones terapéuticas, aumenta los costos de los tratamientos, incrementa la morbilidad y mortalidad, permite el traspaso de microorganismos resistentes de un individuo a otro y genera un fuerte impacto no solo a la salud pública, sino también al comercio y a la economía, aunado a esto, el problema se agrava debido a la escasez en el desarrollo de nuevos tipos de antibióticos (Calderón y Aguilar 2016; OMS et al. 2021).

El uso indiscriminado de antibióticos en seres humanos, animales y plantas, la venta libre sin receta médica, las medidas inadecuadas de higiene y bioseguridad en centros de salud, la utilización de tratamientos antimicrobianos empíricos sin la realización previa de antibiogramas y el uso de antibióticos de forma profiláctica, son algunas de las malas prácticas que han contribuido a que se agrave constantemente el problema de la multirresistencia antimicrobiana (Calderón y Aguilar 2016; Serra 2017; González et al. 2019; OMS et al. 2021).

En la Figura 13 se muestran dos de los antibiogramas realizados durante la pasantía, en la imagen A se observa cómo solamente uno de los discos de antibióticos logró inhibir el crecimiento bacteriano, mientras que los restantes cinco discos no generaron ningún efecto sobre la bacteria, contrario a la imagen B, donde se observa un halo de inhibición del crecimiento bacteriano en todos los discos de antibióticos.



**Figura 13.**

*Comparación de un cultivo y antibiograma de una bacteria resistente y una sensible a los antibióticos. Fuente: Propia.*

**A.** Antibiograma realizado en Agar Mueller Hinton sangre, donde se puede observar la resistencia bacteriana a cinco de los seis antibióticos utilizados. **B.** Antibiograma en Agar Mueller Hinton, donde se observa sensibilidad bacteriana a todos los antibióticos utilizados.

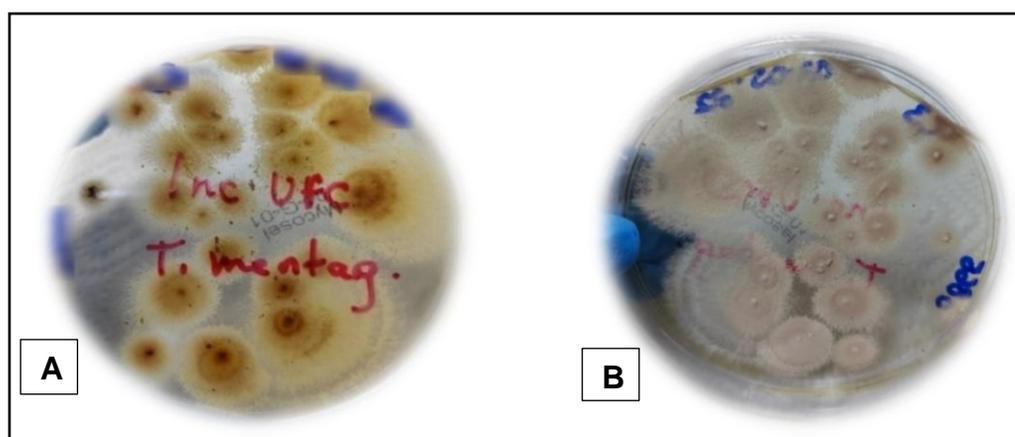
Desarrollar nuevas moléculas antimicrobianas sería de utilidad para combatir la resistencia de los microorganismos; sin embargo, es algo que conlleva tiempo (Serra 2017), por lo cual es imprescindible realizar un uso prudente y responsable de estos medicamentos, y es deber de los médicos veterinarios diagnosticar y tratar infecciones

correctamente, mediante la utilización de herramientas diagnósticas como la realización cultivos y antibiogramas (OMS et al. 2021).

Por otra parte, durante la pasantía, el segundo combo más solicitado en el área de microbiología fue el combo #5, el cual incluye tinción Gram, cultivo e identificación bacteriana y antibiograma, y adicional a esto se incluye un examen directo con KOH y cultivo micológico en agar Sabouraud Dextrosa o Mycosel.

El cultivo micológico es de gran utilidad para identificar hongos causantes de patologías en animales. Las micosis son enfermedades que han aumentado con el paso del tiempo y algunas son de carácter zoonótico causando enfermedad en muchos seres humanos también (Solís 2017). Los agares como el Mycosel y el Sabouraud Dextrosa son medios altamente selectivos que favorecen el aislamiento de hongos patógenos, aún en muestras con presencia de otros hongos y bacterias (BD 2003).

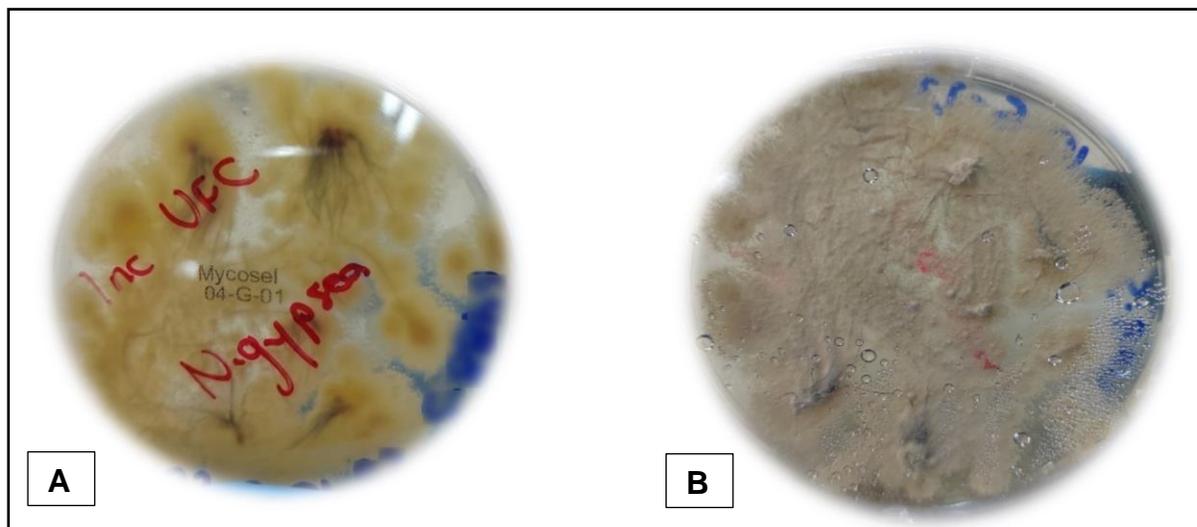
En las Figuras 14, 15 y 16 se muestran cultivos micológicos positivos para hongos causantes de dermatofitosis en animales domésticos.



**Figura 14.**

*Cultivo micológico positivo para Trichophyton mentagrophytes. Fuente: Propia.*

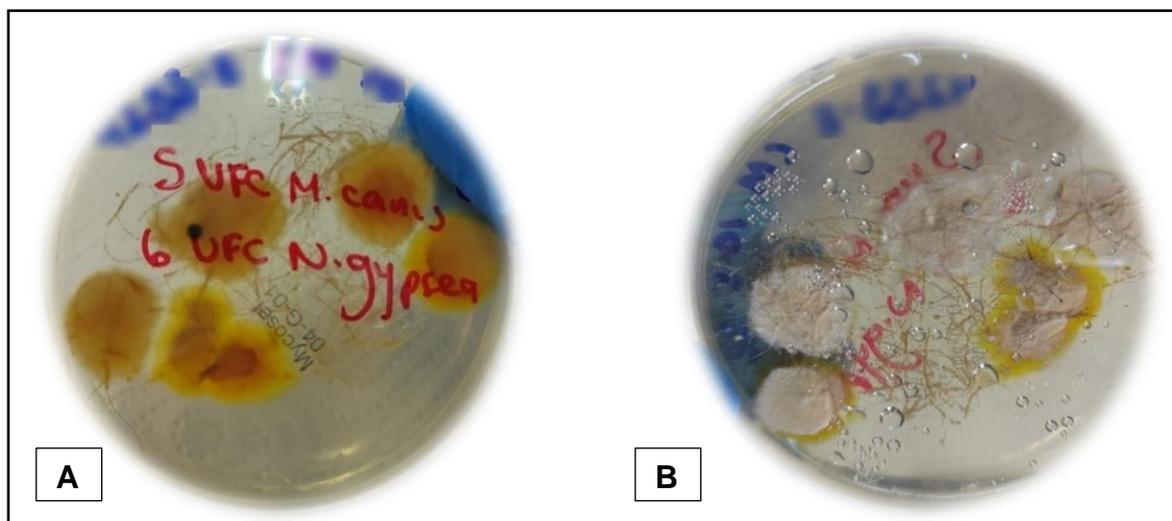
**A.** Morfología macroscópica al reverso. **B.** Morfología macroscópica al anverso.



**Figura 15.**

*Cultivo micológico positivo para Nannizzia gypsea. Fuente: Propia.*

**A.** Morfología macroscópica al reverso. **B.** Morfología macroscópica al anverso.

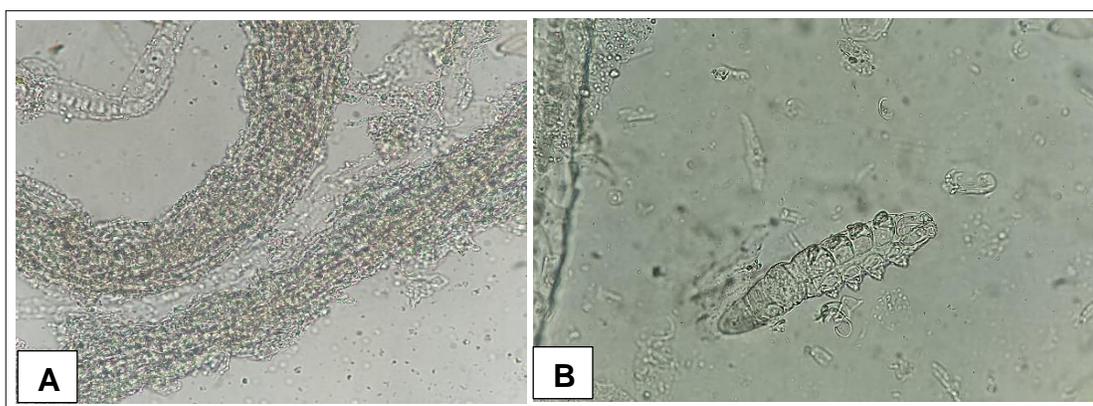


**Figura 16.**

*Cultivo micológico positivo para Microsporium canis y Nannizzia gypsea. Fuente: Propia.*

**A.** Morfología macroscópica al reverso. **B.** Morfología macroscópica al anverso.

Otra de las técnicas utilizadas para la determinación de hongos es el examen directo con KOH al 10%, el cual permite identificar estructuras fúngicas tales como artroconidias o micelios septados artrosporados con mayor facilidad, ya que el KOH al entrar en contacto con la muestra genera aclaramiento de las estructuras que poseen quitina lo que facilita la identificación de micosis como por ejemplo, el caso de los dermatofitos, adicionalmente esta técnica también permite determinar la presencia de algunos ectoparásitos como ácaros (Acevedo 2017; Solís 2017). En la Figura 17 se muestran hallazgos encontrados en el directo con KOH durante la pasantía.



**Figura 17.**

*Hallazgos encontrados en examen directo con KOH. Fuente: Propia.*

**A.** Arthroconidias endothrix y ectothrix observadas a 40X. **B.** Ácaro adulto: *Demodex canis*.

## 5. CONCLUSIONES

5.1. Se logró desarrollar mejores habilidades en el procesamiento de muestras biológicas, así como en la interpretación de estas, integrando tanto los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera como los nuevos aprendizajes obtenidos durante la pasantía.

5.2. Se analizaron de forma integral los hallazgos y resultados de las pruebas de laboratorio realizadas, en conjunto con datos de los pacientes como sexo, edad, especie, así como información brindada en la anamnesis por los médicos veterinarios remitentes, para una mejor comprensión de los casos clínicos.

5.3. Se identificaron las principales alteraciones y hallazgos clínicos encontrados en las diferentes pruebas, y su relación con distintas patologías que afectan a los animales domésticos.

5.4. Se evidenció la importancia de realizar pruebas complementarias como ayuda diagnóstica y como una forma de evaluar la eficacia de tratamientos implementados, además de destacar la importancia de una adecuada toma de muestras para que los resultados obtenidos sean más confiables.

## 6. RECOMENDACIONES

6.1. Los médicos veterinarios deben velar por la salud de los pacientes que tienen a su cargo, esto incluye trabajar en conjunto con laboratorios clínicos, para buscar el diagnóstico más certero posible.

6.2. El médico veterinario debe mantenerse actualizado continuamente acerca de nuevos métodos diagnósticos, y asesorarse acerca del procedimiento correcto para toma de muestras y de esta forma eliminar los posibles fallos en los resultados de exámenes de laboratorio.

6.3. A los médicos veterinarios que trabajan en clínica y remiten muestras a laboratorios clínicos, se les recomienda facilitar los datos del paciente, así como una adecuada anamnesis, de esta forma el trabajo en conjunto será más provechoso, y se podrán brindar mejores interpretaciones por parte del laboratorio clínico.

6.4. A los distintos laboratorios clínicos veterinarios del país, se recomienda, de ser posible, realizar trabajos de investigación que serán de mucho interés no solo para el área de medicina veterinaria, sino también para la salud pública, ya que los laboratorios tienen un rol importante en el diagnóstico de enfermedades que pueden llegar a ser de gran impacto en el área médica, económica y social de los seres humanos.

6.5. A los propietarios de mascotas, que tomen conciencia acerca de cómo la realización de exámenes complementarios de laboratorio como herramienta diagnóstica es de suma importancia para preservar la salud de sus mascotas, e inclusive, según el caso, la salud de ellos mismos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo S. 2017. Agentes micóticos y ácaros en lesiones cutáneas de caninos sin atención veterinaria regular en Costa Rica. Heredia, C.R.: Práctica dirigida (Licenciatura). Universidad Nacional.
- Alonso-Cerezo M.C, Laserna Mendieta E.J, Varo Sánchez G.M, Molina Romero M, Orera Clemente M. 2018. El papel del laboratorio clínico en la medicina personalizada: situación actual y retos futuros. *Revista del laboratorio clínico*. [Internet]. [citado el 21 de agosto de 2021]. 11 (4): 202-208. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-del-laboratorio-clinico-282-articulo-el-papel-del-laboratorio-clinico-S1888400817301241?referer=buscador> doi: 10.1016/j.labcli.2017.11.006
- Arcila V, Serrano C. 2008. La Importancia Social del Profesional en Medicina Veterinaria. *REDVET. Rev. electrón. Vet.* IX (6),1-6.
- Baneth G, Thamsborg SM, Otranto D, Guillot J, Blaga R, Deplazes P, Solano-Gallego. [Internet]. 2015. Major parasitic zoonoses associated with dogs and cats in Europe. *Journal of Comparative Pathology*. [citado el 20 de abril de 2022] 155 (1): S54 -S74. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002199751500314X?via%3Dihub>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2015.10.179>.
- Barsanti J. 2012. Urinary Disorders. In: Willard MD, Tvedten H. *Small animal clinical diagnosis by laboratory methods*. 5. ed. St. Louis, Missouri. p 126-155.

- [BD] Becton Dickinson and Company [Internet]. 2003. BD Mycosel Agar, BD Sabouraud Agar with Chloramphenicol and Cycloheximide. [citado el 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://legacy.bd.com/europe/regulatory/assets/ifu/hb/ce/pa/es-pa-254417.pdf>
- Calderón G, Aguilar L. 2016. Resistencia antimicrobiana: microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. *Rev Med Cos Cen.* 73 (621): 757-763.
- Camacho, S. 2007. La ruta histórica de la educación veterinaria:1761 - 1940. *Laurus* [Internet]. [Citado el 10 de agosto de 2021]; 13 (23): 112-136. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76102307>.
- Caraballo A, Jaramillo A, Juliana L. 2007. Prevalencia de parásitos intestinales en caninos atendidos en el centro de veterinaria y zootecnia de la universidad CES. *Rev CES Med Vet y Zootecnia.* 2 (2): 24-31.
- [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. [Internet]. 2016. Recommendations for Veterinarians; How to Prevent Transmission of Intestinal Roundworms from Pets to People. [citado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000424/p0000424.asp>.
- [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. [Internet]. 2021. Transmission of Parasitic Diseases. [citado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/transmission/index.html>.

- Coppo J.A. 2019. Interpretación de análisis clínicos en perros y gatos. [Internet]. Universidad católica de Salta. 372p. [citado el 21 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=57apDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=análisis+clínicos+veterinarios&ots=Ng16FowCrY&sig=ADg3wdCtuPHFOZrrhUU7aaeXUNY#v=onepage&q=análisis%20clínicos%20veterinarios&f=false>
- Diagnóstico Albéitar [Internet]. 2022. Catálogo de servicios, bioquímica sanguínea. [citado el 24 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://diagnosticoalbeitar.com/>.
- Fernández L. 2009. Diagnóstico de parásitos gastrointestinales en caninos y felinos: estudio retrospectivo en dos laboratorios veterinarios. Heredia, C.R.: Proyecto de graduación (Licenciatura). Universidad Nacional.
- Fernández D, Oliveira JB, Calderón S, Romero JJ. 2008. Prácticas de diagnóstico y control de parásitos de caninos y felinos en 50 clínicas veterinarias del área metropolitana de Costa Rica. *Cienc. Vet.* 26 (2): 51-71.
- Gardner M, McVety D. editores. 2017. Treatment and care of the geriatric veterinary patient. Hoboken, NJ.
- González Mendoza J, Maguiña Vargas C, González Ponce FM. 2019. La resistencia a los antibióticos: un problema muy serio. *Acta Med Peru.* [Internet]. [citado el 13 de Mayo de 2022]. 36(2):145-51. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v36n2/a11v36n2.pdf>.

Igbokwe IO. [Internet]. 2011. Laboratory Investigations in Veterinary Practice. University of Maiduguri; [Citado el 25 de agosto de 2021]. Disponible desde: [https://www.researchgate.net/publication/314329364\\_Laboratory\\_investigation\\_in\\_veterinary\\_practice\\_full\\_text](https://www.researchgate.net/publication/314329364_Laboratory_investigation_in_veterinary_practice_full_text).

[IRIS] International Renal Interest Society. [Internet]. 2019. Iris staging of CKD. [citado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [http://www.iris-kidney.com/pdf/IRIS\\_Staging\\_of\\_CKD\\_modified\\_2019.pdf](http://www.iris-kidney.com/pdf/IRIS_Staging_of_CKD_modified_2019.pdf).

Kerr M. 2002. Veterinary laboratory medicine. Blackwell Science. Iowa. 353 p.

Lappin MR. 2014. Laboratory Diagnosis of Infectious Diseases. In: Nelson RM, Couto CG. Small animal internal medicine. Missouri: Elsevier. P. 1283-1292.

Malé F. 2021. Medicina interna, Imagenología y Cirugía en animales de compañía en Hospital de Especies Menores y Silvestres, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica; y Hospital Veterinario Hatillo S.A., San José, Costa Rica. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura). Universidad Nacional.

Mark JJ. [Internet]. 2020. A Brief History of Veterinary Medicine. World History Encyclopedia. [actualizado el 30 de abril de 2020; citado el 01 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.worldhistory.org/article/1549/a-brief-history-of-veterinary-medicine/>.

Markey BK, Leonard FC, Archambault M, Cullinane A, Maguire D. 2013. Clinical veterinary microbiology. Elsevier. 901 p.

Meneses A, Bouza LS. 2014. Manual de hematología y química clínica en medicina veterinaria. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional.

Micucci, H.A. 2010. 50 años en el Laboratorio Clínico. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana [Internet]. [Citado el 08 de Agosto de 2021]; 44 (4): 711-722. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53517617013>

Ministerio de salud, Instituto costarricense de investigación y enseñanza en nutrición y salud, Caja Costarricense de Seguro Social, Instituto nacional de estadística y censos, Instituto costarricense sobre drogas. [Internet]. 2013. Encuesta nacional de nutrición 2008-2009. [citado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Encuesta%20Nacional%20de%20Nutrici%C3%B3n.%20Fasc%C3%ADculo%205.%20Par%C3%A1sitos%20intestinales.pdf>.

[OMS] Organización Mundial de la Salud, [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [OIE] Organización Mundial de Sanidad Animal. [Internet]. 2021. La resistencia a los antimicrobianos y el marco de cooperación de las naciones unidas para el desarrollo sostenible. [citado el 12 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/346796>.

Osborne CA, Stevens JB. 1999. Urinalysis: A clinical guide to compassionate patient care. Estados Unidos.

- Sáenz C. 2013. Parásitos gastrointestinales con carácter zoonótico y evaluación de algunos parámetros del estado de salud en perros de áreas recreativas de Costa Rica. Heredia, C.R.: Tesis (Licenciatura). Universidad Nacional.
- Schenck P. [Internet]. 2019. Hiperlipidemia canina: Causas y manejo nutricional. [citado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.rednacionaldeveterinarias.com.uy/articulos/nefrourologia/Hiperlipidemia.pdf>.
- Scott-Moncrieff JC. 2015. The thyroid gland. In: Feldman EC, Nelson RW, Reusch CE, Scott-Moncrieff JC. Canine and feline endocrinology. 4 ed. St. Louis, Missouri. P 77-211.
- Serra V. 2017. La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana. Rev haban cienc méd. [Internet]. [citado el 13 de Mayo de 2022].16 (3): 402-419. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2017000300011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2017000300011).
- Solís D. 2017. Evaluación clínica y de laboratorio para la identificación de hongos causantes de micosis zoonóticas en felinos domésticos de Costa Rica. Heredia, C.R.: Práctica dirigida (Licenciatura). Universidad Nacional.
- Soto Rodríguez G. 2014. Pasantía en el Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela Medicina Veterinaria, Universidad Nacional. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura). Universidad Nacional.

- Tagesu A. 2018. Veterinary laboratory guidance. *Int J Vet Sci Res.* 1: 031-044. Doi: <http://dx.doi.org/10.17352/ijvsr.s1.105>.
- Thrall MA. 2012. Hematology of Common Domestic Species: Erythrocyte Morphology. In Trall MA, Welser G, Allison RW, Campbell TW, editores. *Veterinary hematology and clinical chemistry.* 2. ed. Iowa. p 61-67.
- Tvedten H, Thomas JS. 2012. General laboratory concepts. In: Willard MD, Tvedten H. *Small animal clinical diagnosis by laboratory methods.* 5. ed. St. Louis, Missouri. p 1-11.
- Tvedten H. 2012. Cytology of Inflammatory or Neoplastic Masses. In: Willard MD, Tvedten H. *Small animal clinical diagnosis by laboratory methods.* 5. ed. St. Louis, Missouri. p 339-342.
- Vela Jiménez, J.F. 2012. La medicina veterinaria: pasado, presente y futuro. *Rev. Med. Vet.* [Internet]. [Citado el 25 de agosto de 2021]; 4: 7-8. Disponible desde: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542012000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542012000200001)
- Vindas E. 2021. Pasantía en medicina interna de especies de compañía y bovinos, en el Hospital de Especies Menores y Silvestres de la Universidad Nacional, Costa Rica y en explotaciones ganaderas en la región Huetar Norte, Costa Rica. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura). Universidad Nacional.

- Weiser G, Allison RW. 2012. Perspectives in laboratory data interpretation and disease diagnosis. In: Thrall MA, Weiser G, Allison RW, Campbell TW, editores. Veterinary hematology and clinical chemistry. 2. ed. Iowa. P 40-50.
- Weiser G. 2012. Sample collection, processing, and analysis of laboratory service options. In: Thrall MA, Weiser G, Allison RW, Campbell TW, editores. Veterinary hematology and clinical chemistry. 2. ed. Iowa. P 34-39.
- Weiss DJ, Tvedten H. 2012. The Complete Blood Count, Bone Marrow Examination, and Blood Banking. In: Willard MD, Tvedten H. Small animal clinical diagnosis by laboratory methods. 5. ed. St. Louis, Missouri. p 12-37.
- Willard MD, Twedt DC. 2012. Gastrointestinal, pancreatic, and hepatic disorders. In: Willard MD, Tvedten H. Small animal clinical diagnosis by laboratory methods. 5. ed. St. Louis, Missouri. p 191-234.
- World Animal Protection [Internet]. 2016. Estudio nacional sobre tenencia de perros en Costa Rica 2016; [citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://issuu.com/wspalatam/docs/estudioperros-web-singles>.
- Zajac AM, Conboy GA. 2012. Veterinary clinical parasitology. 8.ed. Iowa. p 4-12.

## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo 1. Razas de caninos de las muestras remitidas.

Raza	Total	Raza	Total
SRD	225	Basset hound	3
French Poodle	89	Rottweiler	3
No indica	65	Schnauzer miniatura	3
Schnauzer	49	Husky	2
Dachshund	41	Jack Russell Terrier	2
Labrador	41	Pequinés Maltés	2
Golden Retriever	39	Shiba Inu	2
Chihuahua	38	Bernés de la montaña	1
Beagle	26	Bichón	1
Pastor Alemán	24	Bullterrier	1
Yorkshire Terrier	20	Cavalier king charles spaniel	1
Bulldog Francés	18	Chow Chow	1
American Stafford	14	Dálmata	1
Doberman	14	Dogo	1
Maltés	14	Fila Brasileño	1
Pastor Australiano	13	Fox Terrier	1
Shih tzu	13	Labradoodle	1
Boxer	11	Lhasa apso	1
Gran Danés	11	Mastin Napolitano	1
Pomerania	10	Ovejero Alemán	1
Doberman Pinscher	8	Pointer	1
Pug	8	Sabueso Español	1
Siberian Husky	7	Scottish Terrier	1
WHWT	7	Shar Pei	1
Border Collie	6	<b>Total de muestras</b>	<b>890</b>
Boston Terrier	6		
Bulldog Inglés	6		
Cocker spaniel	6		
Bull Terrier	4		
Corgi	4		
Pastor Belga	4		
Rhodesian Ridgeback	4		
Samoyedo	4		
Weimaraner	4		
American Bully	3		

**8.2. Anexo 2. Perfiles bioquímicos que se realizan en el laboratorio. Tomado de: Diagnóstico Albéitar 2022.**

<b>Perfil</b>	<b>Mediciones</b>
<b>Perfil completo</b>	Glucosa, urea, creatinina, colesterol, triglicéridos, bilirrubina total, bilirrubina conjugada, bilirrubina no conjugada, ALT, AST, ALP, GGT, CK, amilasa, Proteínas totales, albúmina, globulinas, relación A/G, Calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, bicarbonato, anión gap, diferencia iones fuertes, osmolalidad.
<b>Perfil hepático</b>	Glucosa, urea, colesterol, triglicéridos, bilirrubina total, bilirrubina conjugada, bilirrubina no conjugada, ALT, AST, ALP, GGT, CK y albúmina.
<b>Perfil renal</b>	Glucosa, urea, creatinina, amilasa, albúmina, calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, bicarbonato, anión gap, diferencia de iones fuertes, osmolalidad.
<b>Perfil prequirúrgico</b>	Glucosa, urea, creatinina, ALT, albúmina, sodio, cloro, potasio, bicarbonato, anión gap, diferencia de iones fuertes, osmolalidad.
<b>Perfil endocrino</b>	Glucosa, colesterol, HDL/LDL, triglicéridos, fosfatasa alcalina, diferenciación de fosfatasa alcalina, ALT y T4 libre.
<b>Perfil geriátrico</b>	Glucosa, urea, creatinina, colesterol, ALT, ALP, albúmina, calcio, fósforo.
<b>Perfil geriátrico felino</b>	Glucosa, urea, creatinina, colesterol, ALT, ALP, GGT, albúmina, calcio, fósforo y T4 total.
<b>Perfil equino</b>	Glucosa, urea, creatinina, AST, GGT, CK, Proteínas totales, albúmina, globulinas, Calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, bicarbonato, anión gap, DIF, osmolalidad.
<b>Panel lipídico</b>	Colesterol, HDL, LDL, Triglicéridos.
<b>Hemostasia</b>	Tiempo de protrombina, tiempo de tromboplastina, Dímero D.

**8.3. Anexo 3. Analitos individuales, pruebas de serología, antígenos y mediciones hormonales realizadas en el Laboratorio. Tomado de: Diagnóstico Albéitar 2022.**

	<b>Mediciones</b>
<b>Analitos individuales</b>	Glucosa, Urea (BUN), Creatinina, ALT, AST, ALP, GGT, CK, Bilirrubina total, bilirrubina conjugada, Colesterol, HDL, Triglicéridos, Calcio, Fósforo, Magnesio, Proteínas totales, Albúmina, Bicarbonato, Electrolitos (Na, Cl, K), Amilasa, Lipasa pancreática canina, Lipasa pancreática felina, Fenobarbital, Ácidos biliares, SDMA, Fructosamina, Relación cortisol/Creatinina en orina.
<b>Pruebas de serología</b>	LeVF/VIF, 4Dx Plus, <i>Ehrlichia canis</i> , Coronavirus felino, Toxoplasma.
<b>Detección de antígenos</b>	Panleucopenia felina (Heces), Parvovirus canino (Heces), Parvovirus canino/Coronavirus canino/ Giardia (Heces), Distemper canino.
<b>Hormonas</b>	T4 total, T4 libre, TSH, Progesterona, Cortisol.