

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

Pasantía en el Parque Ecológico Zacango, México

Modalidad: Pasantía

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

Valeria María Vargas Calvo

Campus Pbro. Benjamín Núñez, Heredia

2022

TRIBUNAL EXAMINADOR

Laura Sofía Bouza Mora, M. Sc.

Vicedecana Facultad Ciencias de la Salud

Julia Rodríguez Barahona, PhD.

Subdirectora Escuela de Medicina Veterinaria

Karen Lucía Vega Benavides, M.Sc.

Tutora

Huitzilihuitl Barrera Manzano, M.Sc.

Lector

Esteban Rodríguez Dorado, Lic.

Lector

Fecha: _____

DEDICATORIA

A mi mamá, Lilly, por siempre apoyarme para cumplir todos mis sueños.

A mi hermana, Fabiola, por todo creer en mí firmemente.

A mi abuelo, Carlos, por siempre estar orgulloso de mí.

A mi abuela, por siempre estar atenta y cuidarme.

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal del Parque Ecológico Zacango por recibirme con los brazos abiertos y permitirme vivir una de las mejores experiencias de mi vida.

Al Dr. Marcos Serrano, a la Dra. Juliana Leal, a la Dra. Natalia Vargas y al Dr. Jesús Frieventh por su disposición para enseñarme.

A todos los 08, Alondra, Areli, Itzel, Osvaldo, Andrea y Andrés por ser mi familia en México y apoyarme en todas las ocasiones.

Al Dr. Huitzilihuitl Barrera por su disponibilidad y disposición para ayudarme a cumplir mi sueño.

A la Universidad Nacional de Costa Rica por darme la formación como médico veterinario.

A mi comité asesor por apoyarme durante la realización de este proyecto.

A mis compañeros y amigos por ayudarme durante toda la carrera.

A mi mamá y hermana por apoyarme, escucharme y aconsejarme durante toda la carrera.

A David y Don Ricardo, por estar pendiente y apoyarme siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TRIBUNAL EXAMINADOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2. Justificación e importancia	5
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
2. METODOLOGÍA	8
2.1. Área de trabajo	8
2.1.1. Área clínica del Parque Ecológico de Zacango (PEZ)	9
2.2. Animales en estudio	10
2.3. Abordaje de los casos	11
2.4. Horario de trabajo	14
2.5. Registro de datos	14
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15

3.1. Casuística general	15
3.2. Restricción física y química	24
3.2.1. Restricción física	25
3.2.2. Restricción química	33
3.3. Examen Objetivo General	39
3.4. Herramientas diagnósticas	44
3.4.1. Imágenes diagnósticas	44
3.4.2. Pruebas de sangre	48
3.4.3. Otras pruebas de laboratorio	52
3.5 Caso clínico	56
3.5.1. Anamnesis	56
3.5.2. Abordaje del caso y pruebas diagnósticas	57
3.5.3. Manejo del caso y tratamiento	63
4. CONCLUSIONES	68
5. RECOMENDACIONES	69
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
7. ANEXOS	83
7.1. Anexo 1. <i>Nombre común y científico de las especies de mamíferos tratadas durante la pasantía según su orden y familia.</i>	83
7.2. Anexo 2. <i>Nombre común y científico de las especies de aves tratadas durante la pasantía según su orden y familia.</i>	85
7.3. Anexo 3. <i>Nombre común y científico de las especies de reptiles tratadas durante la pasantía según su orden y familia.</i>	86
7.4. Anexo 4. <i>Nombre común y científico de la especie de anfibio tratada durante la pasantía según su orden y familia.</i>	86
7.5. Anexo 5. <i>Ficha técnica del suplemento alimenticio suministrado a los carnívoros de PEZ.</i>	87

7.6. Anexo 6. <i>Formato para anotar los hallazgos del EOG de las aves pertenecientes a la colección de PEZ.....</i>	88
7.7. Anexo 7. <i>Formato para anotar los hallazgos del EOG de los mamíferos pertenecientes a la colección de PEZ.</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución por clase de los animales atendidos durante la pasantía.....	15
Figura 2. Distribución por orden taxonómico de los mamíferos con los que se trabajó en la pasantía.....	16
Figura 3. Distribución por orden taxonómico de las aves con las que se trabajó en la pasantía.....	17
Figura 4. Distribución por orden taxonómico de los reptiles y los anfibios con los que se trabajó en la pasantía.....	18
Figura 5. Distribución por clase de la cantidad de animales y número de casos con los que se trabajó en la pasantía.....	19
Figura 6. Distribución por clase del número de casos clínicos y de procedimientos de MP con los que se trabajó en la pasantía.....	20
Figura 7. Distribución de procedimientos de MP con los que se trabajó en la pasantía.....	21
Figura 8. Distribución de casos clínicos con los que se trabajó en la pasantía.....	233
Figura 9. Hemograma del mono rhesus (<i>Macaca mulatta</i>).....	50
Figura 10. Radiografías de la tigresa “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>). Radiografía ventrodorsal (A) y laterolateral (B).....	59
Figura 11. Realización de la proloterapia en la tigresa “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>).....	666
Figura 12. Tigresa “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>) caminando post proloterapia.....	67
Figura 13. Radiografías de la tigresa “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>). Radiografía ventrodorsal (A) y laterolateral (B).....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Restricción física de las aves con las que se trabajó en la pasantía.	26
Cuadro 2. Restricción física de los mamíferos con las que se trabajó en la pasantía.	28
Cuadro 3. Restricción química de los mamíferos con las que se trabajó en la pasantía. .	34
Cuadro 4. Aplicaciones de los entrenamientos diarios que se evidenciaron durante la pasantía.....	38
Cuadro 5. Hallazgos en el EOG de las distintas especies con las que se trabajó.	40
Cuadro 6. Hallazgos de las imágenes diagnósticas practicadas durante la pasantía.....	45
Cuadro 7. Parámetros fisiológicos de “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>) obtenidos durante la evaluación inicial.	57
Cuadro 8. Resultados de hemograma de “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>).	60
Cuadro 9. Resultados de Pruebas bioquímicas “Daniela” (<i>Panthera tigris</i>).....	61

ABREVIATURAS

AAZV: Asociación Americana de Veterinarios de Zoológicos

ACZM: Colegio Americano de Medicina Zoológica

ALP: Fosfatasa Alcalina

ALPZA: Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios

ALT: Alanina Aminotransferasa

AST: Aspartato Aminotransferasa

AZCAR: Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México A.C.

BUN: Nitrógeno Ureico

CEMVZEM: Colegio Estatal de Médicos Veterinarios Zootecnistas Estado de México A.C

CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CONCERVET: Consejo Nacional de la Certificación en Medicina Veterinaria y Zootecnia A.C.

EOG: Examen Objetivo General

GI: Gastrointestinal

HCM: Hemoglobina Corpuscular Media

IM: Intramuscular

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

M.Sc: Máster

MP: Medicina Preventiva

PEZ: Parque Ecológico Zacango

PhD: Doctorado

PO: Vía Oral

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Rx: Radiografía

SENASA: Servicio Nacional de Salud Animal

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

UAEMEX: Universidad Autónoma del Estado de México

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

UNA: Universidad Nacional

US: Ultrasonido

VCM: Volumen Corpuscular Medio

WAZA: Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios

ZIMS: Zoological Information Management System

RESUMEN

Se realizó una pasantía con una duración de más de 480 horas, en el Parque Ecológico de Zacango (PEZ) que pertenece a la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) del Estado de México, México. La misma se desarrolló en el área clínica del PEZ, encargada de velar por la salud de todos los animales de la colección y los que están bajo supervisión de la CEPANAF en otros parques, como el Parque Estatal Sierra Morelos, Centro Ceremonial Otomí y el Zoológico el Ocotil.

Se participó en la atención de 244 casos, de los cuales 151 correspondieron a mamíferos (61,9%), 89 a aves (39,5%), tres a reptiles (1,2%) y uno de anfibios (0,4%). Del total de casos antes mencionados 196 (80,3%) correspondieron a procedimientos de medicina preventiva y solo 48 (19,7%) fueron casos clínicos.

Se profundizó en el caso clínico de una tigresa cachorra del PEZ, la cual presentó paresia de los miembros posteriores repentinamente. A ésta se le realizaron diversos estudios y se determinó que la causa primaria era hiperparatiroidismo secundario nutricional. La paciente inició con un tratamiento al cual no respondió, posteriormente se realizó proloterapia y empezó a caminar.

Palabras clave: Pasantía, medicina de zoológico, fauna, diagnóstico, contención

ABSTRACT

An internship was developed during 480 hours in Zacango Ecological Park (PEZ), which belongs to the State Commission of Natural Parks and Fauna (CEPANAF) of the State of Mexico, Mexico. The internship took place in the clinical area of PEZ, which is responsible for ensuring the health of all animals in the collection and also the animals that are under the supervision of CEPANAF in other parks, such as the Sierra Morelos State Park, the Otomi Ceremonial Center and the Ocotac Zoo.

A total of 244 cases were attended, 151(61.9%) corresponded to mammals, 89 (39.5%) to birds, three (1.2%) to reptiles and one (0.4 %) to amphibians. The cases mentioned before corresponded 196 (80,3%) to preventive medicine cases and only 48 (19,7%) were clinical cases.

The work focused on the clinical case of a tigress cub of the PEZ, which suddenly presented hindlimb paresis. Various studies were carried out and it was determined that the primary cause was secondary nutritional hyperparathyroidism. The patient started with a treatment but she did not respond properly, later prolotherapy was performed and she started to walk.

Key words: Internship, zoological medicine, wildlife, diagnosis, contention

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Costa Rica es un país situado en América Central, con una extensión terrestre de 51 100 km², cifra que representa el 0,03% de la superficie terrestre (Aguilar-Orozco 2017; MINAE-SINAC-CONAGEBIO-FONAFIFO 2018). Este pequeño territorio posee un alto valor biológico, ya que alberga el 5% de la biodiversidad a nivel mundial (SENASA-SINAC 2014).

El territorio de Costa Rica ocupa el vigésimo puesto de las naciones más biodiversas con más de 90 000 especies descritas y al enfocarse en la cantidad de especies esperadas por área, el número se incrementa superando incluso las 500 000 especies, por esta razón se considera el país con mayor densidad de especies en el mundo (Obando 2007; Kohlmann 2011).

En Costa Rica se han descrito aproximadamente para el subfilo Vertebrata: 857 especies de aves, 226 de reptiles, 183 de anfibios, 239 de mamíferos, 135 de peces de agua dulce y una gran cantidad de peces marinos; estimándose un total de 28,2 especies de vertebrados (excluyendo peces) /1 000 km². Lo anterior evidencia la gran densidad de especies en el país, la cual supera por mucho a esta condición en Ecuador, el segundo país con mayor densidad de vertebrados, el cual cuenta con 9,2 especies/1 000 km² (Obando 2007; Kohlmann 2011).

La fauna de Costa Rica ha enfrentado múltiples desafíos y amenazas como aumentos de la población humana, urbanización y producción agropecuaria en un corto tiempo que han provocado altas tasas de deforestación, además, de la

contaminación, la cacería y tráfico ilegal de fauna silvestre (Rosero-Bixby y Palloni 1998). Por lo anterior, es esencial aumentar los esfuerzos para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones identificadas por contar con una dependencia directa de la biodiversidad (para su alimentación, agua, medios de vida) (MINAE-SINAC-CONAGEBIO-FONAFIFO 2018; Ruiz- Cordero 2020).

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación afirma que al menos 85 especies de aves, 15 de mamíferos, 81 de anfibios y 28 de reptiles se encuentran en estado vulnerable o amenazado según los criterios de la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y 17 especies de aves, 13 de mamíferos, dos de anfibios y ocho de reptiles podrían estar en alto riesgo de extinción o extintas (MINAE-SINAC-CONAGEBIO-FONAFIFO 2018).

En Costa Rica se han creado varias leyes con el fin de promover la conservación de la fauna, como la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7 317, esta ley se enfoca en regulaciones acerca del tráfico ilegal, la caza y al mismo tiempo controla los establecimientos que manejan vida silvestre como los zoológicos (Aguilar-Orozco 2017). Sin embargo; la falta de recursos limita su implementación.

En ocasiones ante la ausencia de recursos gubernamentales se recurre a dejar en manos de entidades particulares y organizaciones no gubernamentales como zoológicos, zocriaderos y centros de rescate a los animales silvestres (Drews 2002). Como consecuencia, estos centros pasan a ser sitios de conservación ex situ, que es un método de conservación de la biodiversidad que mantiene las

especies fuera de su hábitat natural, y es utilizada como complemento de la conservación *in situ* (dentro de su entorno natural) (Kasso y Balakrishnan 2013).

Los zoológicos y los centros de rescate han funcionado por muchos años como sitios de conservación *ex situ*, albergando de esta forma diversas especies de animales en peligro de extinción con la intención de reproducir y reintroducir ejemplares en sus nichos originales. Además, en estos sitios se investiga acerca de las patologías que sufren estos animales, así como los posibles tratamientos, la genética, el comportamiento y la reproducción de estas especies. La información generada en estos lugares es muy útil para apoyar la conservación *in situ* (Conde 2013).

El conocimiento que surge en estos lugares es de suma importancia ya que en estos sitios generalmente se educa al público en general acerca de temas de conservación. También existe interconexión entre estos centros y el gobierno, lo que a su vez potencia la investigación y por ende la información disponible de estas especies vulnerables (Ruiz- Cordero 2020).

Los médicos veterinarios en los zoológicos y en los centros de rescate tienen la posibilidad de formar parte del equipo de conservación. Adicionalmente, tienen el deber de brindar medicina preventiva y terapéutica a los animales silvestres que son encontrados, decomisados o que presentan alguna condición de salud. Esto con el fin de garantizar bienestar fisiológico, recintos adecuados, buena nutrición y salud a todos los animales cautivos (Deem 2007), así como desarrollar proyectos que ayuden a la conservación de estas especies.

Algunos de estos animales que son atendidos en estos centros de rescate pueden ser tratados y posteriormente puestos en libertad cuando su condición lo permite. Cuando estos poseen alguna condición que impide su liberación, los zoológicos y centros de rescate sirven como albergue. Para poder lograrlo estos lugares tienen la obligación de contar con personal técnico capacitado (Fallas 2012).

Ante la necesidad de contar con personal capacitado para centros de rescate y zoológicos, en los años setenta surge la medicina de zoológico como una especialidad de la veterinaria en Estados Unidos (ACZM 2018). Este tipo de medicina fue adoptada para ser aplicada a especies no tradicionales mantenidas en cautiverio en las que se incluyen especies silvestres, especies de zoológico, animales exóticos de compañía, mamíferos marinos y peces (Arguedas 2002).

Los médicos veterinarios especializados en medicina de zoológico estudian las enfermedades de interés para las especies amenazadas. Además, deben asegurar el bienestar animal de los animales silvestres en cautiverio y trabajar arduamente en la medicina de la conservación. También forman parte de la vigilancia de las enfermedades en los animales silvestres en su hábitat natural, con el fin de estudiar relación vida silvestre-animales, domésticos-humanos-ambiente, para abordar el tema la salud desde el concepto de UNA SALUD (Deem 2015; Ruiz-Cordero 2020).

Costa Rica cuenta con varios sitios que atienden fauna silvestre a lo largo de todo el país. Estos sitios contienen tanto especies de fauna autóctona como exótica, por lo que todos estos lugares como, por ejemplo, Ponderosa Adventure Park y Parque Zoológico Simón Bolívar, entre muchos otros que requieren de la

colaboración de un médico veterinario capacitado para asegurar el bienestar de sus animales (Ruiz- Cordero 2020).

1.2. Justificación e importancia

El contacto de la vida silvestre con los seres humanos ha ido aumentando conforme se ha incrementado la población, favoreciendo así, la fragmentación de los distintos hábitats; por lo cual el papel del médico veterinario es esencial en el propósito de apoyar los esfuerzos para la conservación de la fauna silvestre. Al ser este un profesional que se relaciona directamente con la salud humana, la salud animal y la salud ambiental, debe participar activamente en la planificación de la conservación, incluyendo los esfuerzos *ex situ* e *in situ* (Deem 2007, 2015).

Para participar en la planificación de la conservación de la fauna silvestre, es muy relevante que los médicos veterinarios estén capacitados en medicina zoológica y de vida silvestre. En su gran mayoría, estos profesionales al graduarse no tienen con los conocimientos necesarios para atender fauna silvestre y exótica. Lo anterior considerando, que los cursos impartidos en la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional brindan una limitada cantidad de conocimientos y experiencias sobre las especies silvestres y exóticas, en comparación con la demanda a la que enfrentan los egresados (Fallas 2012). Costa Rica no es la excepción, sino que son muy pocas las escuelas de medicina veterinaria en el resto del mundo que incluyen en su currículo académico la medicina zoológica y de vida silvestre (Aguirre 2009).

Como ya se mencionó, la presencia de médicos veterinarios es fundamental en la conservación de la vida silvestre; sin embargo, Costa Rica no cuenta con suficientes especialistas en el área o médicos veterinarios que se dediquen a la misma (Arguedas 2002). Lo anterior hace más que evidente la relevancia de la realización de pasantías y trabajos de investigación en centros de manejo de fauna silvestre y exótica. Estas actividades son muy importantes ya que ofrecen la posibilidad de desarrollar las destrezas necesarias para dar una mejor atención a las especies mantenidas en cautiverio y a los animales afectados por la expansión humana (Daszak et al. 2000).

En Costa Rica al menos el 25% de la población tiene una mascota no convencional en su hogar (Hernández 2015; Abarca 2016). La mayor parte de estas mascotas no tradicionales son aves psitácidas, cuyas necesidades biológicas son más complejas de lo que antes se consideraban, dificultando su correcto manejo en cautiverio sin una asesoría veterinaria adecuada (Warwick et al. 2018).

Es importante mencionar que los propietarios de este tipo de animales esperan una atención médica del mismo nivel que la que recibe un perro o un gato, por ende, la preparación y capacitación de los médicos veterinarios es esencial (Vega 2013; Aguilar-Orozco 2017). Al tratarse de pacientes con características biológicas muy diferentes, la capacitación en la medicina de animales de zoológico y de vida silvestre requiere de alta especialización (Ruiz- Cordero 2020).

La Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) es un organismo público descentralizado de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. Se encarga de desarrollar programas y acciones que permitan reducir el

deterioro de los ecosistemas, así como conservar, vigilar, controlar y administrar los parques y zoológicos, reservas y áreas naturales protegidas en México (CEPANAF 2021). Uno de los establecimientos de la CEPANAF es el Parque Ecológico Zacango que tiene una colección de 729 ejemplares de 131 especies, provenientes de diversas partes del mundo y los cuales son divididos en diferentes zonas (primates, carnívoros, herbívoros, africana, aves y crianza artificial) (CEPANAF 2021). Sin duda, realizar pasantías en este parque representa una gran oportunidad de ampliar los conocimientos en medicina zoológica y de vida silvestre, debido a que cuenta con programas de conservación de especies y una gran colección de animales de zoológico que deben ser atendidos con regularidad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar habilidades en las diferentes áreas de la medicina de animales de zoológico mediante una pasantía en el Parque Ecológico Zacango.

1.3.2. Objetivos Específicos

1.3.2.1. Realizar e interpretar las distintas herramientas diagnósticas en animales de zoológico.

1.3.2.2. Correlacionar los hallazgos del examen objetivo general (EOG), con posibles diagnósticos diferenciales en animales de zoológico.

1.3.2.3. Utilizar técnicas de restricción química y física seguras en animales de zoológico.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de trabajo

Se realizó una pasantía con una duración de más de 480 horas, en el Parque Ecológico Zacango (PEZ) que pertenece a la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) del Estado de México, México. La misma se desarrolló en el área clínica del PEZ, encargada de velar por la salud de animales de la colección del PEZ y los que están bajo supervisión de la CEPANAF en otros parques, como el Parque Estatal Sierra Morelos, Centro Ceremonial Otomí y el Zoológico el Ocotil. Se contó con la supervisión del equipo médico del área clínica y especialmente con la del Dr. Huitzilihuitl Barrera Manzano.

El PEZ está acreditado por la Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios (ALPZA) que es el organismo regional más importante que incluye a las más prestigiosas e influyentes instituciones zoológicas de Latinoamérica. Además, representa a la región en la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA) y también ante otros organismos como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (ALPZA 2020). Adicionalmente, cuenta con la acreditación de la Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México A.C. (AZCARM).

2.1.1. Área clínica del Parque Ecológico de Zacango (PEZ)

La clínica se encuentra dentro del PEZ al suroeste de la entrada principal. La misma tiene fácil acceso a la carretera interna del PEZ y cuenta con una entrada accesoria distinta a la entrada principal. La clínica está dividida en tres partes:

Primero la planta baja, donde está ubicado el laboratorio, que está dividido en tres áreas: citología, parasitología y bacteriología. Además, tiene con un consultorio, un área de farmacia y una bodega de consumibles. A la vez, un quirófano equipado con máquinas de anestesia inhalatoria y equipo de monitorización; y con área de recuperación dividida en tres: grandes mamíferos, pequeños mamíferos y aves. Adicionalmente, una sala de necropsias.

La segunda parte, es la planta superior, área donde viven los pasantes del PEZ y donde se encuentran las oficinas del personal de la clínica.

La tercera parte es el área de cuarentena, ubicada en un edificio separado a 600 metros de la clínica. Esta posee varios recintos para distintas especies.

Por otra parte, el servicio veterinario tiene siete médicos veterinarios. El Dr. Huitzilihuitl Barrera que posee una Maestría en Medicina de la Conservación de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Adicionalmente, el Dr. Barrera es miembro de la Asociación Americana de Veterinarios de Zoológicos (AAZV) y del Colegio Estatal de Médicos Veterinarios Zootecnistas Estado de México A.C (CEMVZEM). Además, está certificado ante el Consejo Nacional de la Certificación en Medicina Veterinaria y Zootecnia A.C. (CONCERVET) en el área de Fauna Silvestre.

La Dra. Juliana Leal es especialista en Medicina y Cirugía en Fauna Silvestre de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Dr. Marcos Serrano egresado de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX), miembro del CEMVZEM y certificado ante el CONCERVET en el área de Fauna Silvestre. La Dra. Andrea Díaz egresada de la UAEMEX y miembro del CEMVZEM.

Además, forman parte del equipo de médicos, la Dra. Natalia Vargas egresada de la UNAM, el Dr. Osvaldo Ramírez egresado de la Universidad Mesoamericana y la Dra. Daniela Parrales egresada de la UAEMEX.

Hay dos cuidadores del zoológico Juan de Dios Vega y José Manuel Esquivel quienes son los encargados de alimentar y limpiar las áreas de los animales que se encuentren en la clínica o en cuarentena.

2.2. Animales en estudio

En el PEZ se trabajó con diversas especies de aves, mamíferos, reptiles y una de anfibios. La gran mayoría (80%)_ de estos animales estaban clínicamente sanos. Los mismos fueron sometidos a protocolos de medicina preventiva, realizándose exámenes y procedimientos de rutina.

Cuando algún ejemplar se encontró clínicamente enfermo, se le realizaron diversas pruebas para diagnosticar su patología. Basados en lo anterior, se instauró el tratamiento correspondiente, que en algunos casos correspondió a procedimientos quirúrgicos. Los animales que presentaban alguna patología diagnosticada, se mantuvieron en tratamiento y su condición fue evaluada diariamente. Se trabajó también con animales que fueron decomisados por la

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y posteriormente puestos en custodia en el PEZ.

Adicionalmente, se laboró con especímenes del Parque Estatal Sierra Morelos (conejos, cuyos y venados cola blanca), del Centro Ceremonial Otomí (patos) y del Zoológico el Ocotál (lobos mexicanos y patos). Gran parte de las labores realizadas con estos animales fueron exámenes objetivos generales, manejos para traslados y toma de muestras sanguíneas.

2.3. Abordaje de los casos

En el PEZ los casos fueron abordados por el grupo de médicos veterinarios del área clínica con apoyo de los pasantes y la toma de decisiones se basó en el criterio de estos profesionales. Se trabajó con los animales del PEZ, del Parque Estatal Sierra Morelos, del Centro Ceremonial Otomí y del Zoológico el Ocotál que en apariencia se encuentran sanos, llevando a cabo procedimientos de rutina como parte de los programas de prevención de distintas enfermedades establecidos por el zoológico.

Cuando se iba a iniciar el abordaje de un caso clínico, se revisaba en ZIMS el historial clínico de cada animal o de los distintos grupos de animales. En algunos casos también se buscaba la dosis de medicamentos que han sido utilizados en esa especie o en especies similares en otro zoológico. Además, los resultados de distintos exámenes laboratoriales como hemograma y química sanguínea se podían comparar con las bases de datos del sistema para determinar si había alteraciones.

Se colaboró con el programa de Medicina Preventiva (MP) recolectando muestras de heces, haciendo exámenes coproparasitológicos y administrando desparasitantes. También, se apoyó en distintas necropsias y realizando, además, el examen físico a diferentes aves y mamíferos.

En el PEZ se efectuaron rondas diarias por las distintas áreas para verificar el estado de los animales de la colección, de esta forma se identificaron las posibles anomalías aunado a las observaciones de los cuidadores de cada espécimen. Basados en lo anterior, se determinó si los animales necesitaban un manejo para realizar más pruebas (que ameritaría restricción química y/o física) o si con solo suministrarle un tratamiento por vía oral (PO) o intramuscular (IM) era suficiente.

La mayoría de los manejos hechos en el PEZ se hicieron en el recinto de los distintos animales. Para hacer los manejos se necesitó de restricción, ya sea de tipo física o química. Se colaboró con la administración de medicamentos y la captura en los casos en los que fuese necesario la restricción física mientras que, en los casos de restricción química, se asistió con el monitoreo anestésico y administración de distintas drogas como antagonistas y antiinflamatorios no esteroideos. La mayor parte de los equipos de la clínica son móviles, lo que facilitó ampliamente llevar los manejos de una mejor forma. También es importante mencionar que en algunas oportunidades si fue necesario movilizar los animales a la clínica.

En los casos que requirieron imágenes diagnósticas (radiografías y ultrasonidos) los animales en su mayoría fueron movilizados a la clínica, mediante restricción física o química. En estos casos se apoyó en la toma de las imágenes, interpretación y relación con una posible patología. En los procedimientos

quirúrgicos, se asistió en prequirúrgico con el cálculo y administración de anestésicos; en el transquirúrgico con el monitoreo anestésico, redosificación y colocación de sonda nasogástrica en los casos que fue necesario, y en el postquirúrgico en la aplicación de antagonistas de los medicamentos utilizados y en velar que el animal tuviese parámetros estables y fuese capaz de caminar.

En las mañanas se entregaron los distintos medicamentos para que fueran administrados por el servicio de bienestar animal en los entrenamientos de condicionamiento operante. También se ayudó a medicar a los animales que estaban en la clínica y con las limpiezas de heridas de todos los animales de la colección que lo ameritaban. Adicionalmente, se colaboró con la extracción de semen de rinoceronte una vez a la semana.

Se ayudó con el cuidado de un mono aullador huérfano, al cual se le debía suministrar leche cada tres horas y velar por que el tapete en el que encontraba se mantuviera caliente, para conservar la temperatura del animal. También se apoyó en la organización y limpieza de algunas áreas como la sala de necropsias, la farmacia, la bodega de consumibles y algunos recintos como el de los lobos, coyotes y leones.

La mayoría de los datos de los manejos y medicaciones realizadas en el día quedaron documentados en los expedientes físicos de cada animal, en el reporte médico diario y en el programa digital Zoological Information Management System (ZIMS).

2.4. Horario de trabajo

En PEZ se trabajó principalmente de lunes a viernes de 9:00 a.m. a 6:00 p.m. y se laboró algunos sábados.

2.5. Registro de datos

Se llevó una bitácora digital diariamente en la cual se documentaron los casos vistos en el PEZ y las visitas en el Parque Estatal Sierra Morelos, el Centro Ceremonial Otomí y el Zoológico el Ocotal. En la bitácora se registraron datos como especie, sexo, edad, motivo de manejo y procedimientos adicionales realizados a cada animal o grupo de animales. La misma fue certificada por el Dr. Huitzilihuitl Barrera Manzano.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Casuística general

Durante las 12 semanas de la pasantía se participó en la atención de un total de 513 animales, incluyendo individuos pertenecientes al Parque Ecológico Zacango, Parque Estatal Sierra Morelos, Zoológico El Ocotal y Centro Ceremonial Otomí. En su mayoría, se trabajó con mamíferos, estos representaron un total de 271 animales (53%), seguido por 221 aves (43%), 14 anfibios (3%) y siete reptiles (1%) (Figura 1).

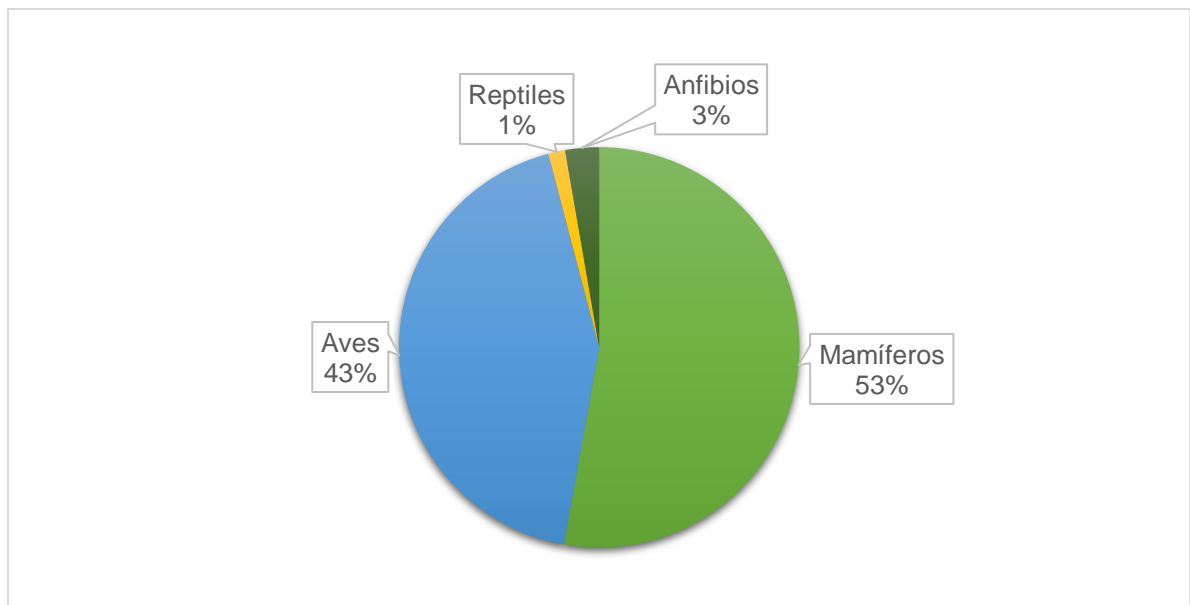


Figura 1.

Distribución por clase de los animales atendidos durante la pasantía.

La distribución de pacientes encontrada concuerda con la casuística de otros estudios realizados, donde los mamíferos y aves son los grupos de animales exóticos y silvestres que más se atienden en este tipo de instituciones (Martín 2008; Hernández 2015; Aguilar-Orozco 2017; Jiménez et al. 2017).

Con respecto a los mamíferos, se atendieron 271 animales de nueve órdenes diferentes. La mayor cantidad perteneció al orden Artiodactyla con un total de 157 pacientes (58%), dentro de estos los más representados fueron las cabras, los ciervos axis y los venados cola blanca. En segundo lugar, se atendieron animales del orden Rodentia (43/271, 16%), seguido de Carnivora (26/271, 10%) y Lagomorpha (24/271, 9%), lo que coincide con que estos órdenes ocupan las primeras posiciones en la distribución encontrada por Aguilar-Orozco (2017) (Figura 2). El listado completo de los órdenes atendidos de la clase mamíferos puede ser visto en el Anexo 1.

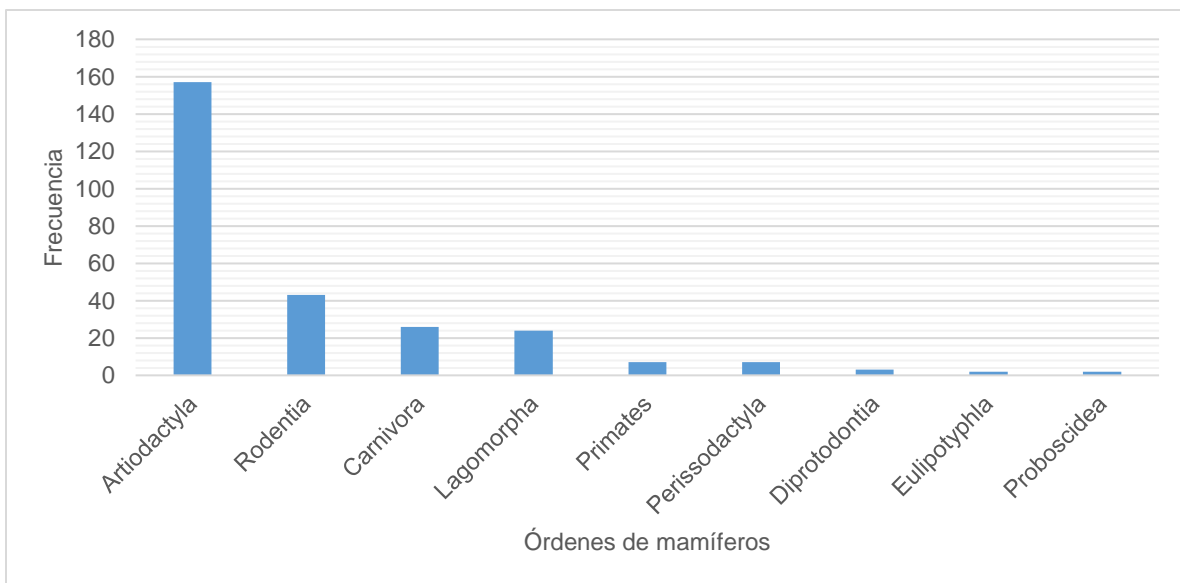


Figura 2.

Distribución por orden taxonómico de los mamíferos con los que se trabajó en la pasantía.

Con relación a las 221 aves atendidas, el orden al cual pertenecieron la mayoría de las mismas, fue Psittaciformes (101/221, 46%), esto es un hallazgo

esperable, debido a que los psitácidos son de las aves más traficadas y mantenidas en cautiverio alrededor del mundo (Martín 2008; Pires y Petrossian 2015). En segundo lugar, estuvieron los Anseriformes (72/221, 33%), este hallazgo difiere a los resultados encontrados en otras pasantías, en donde el segundo orden con más representación fueron las Passeriformes (Aguilar-Orozco 2017; Ruiz-Cordero 2020) esto se debe a la gran cantidad de patos que hay en la colección de PEZ y que los animales pertenecientes a este orden son los que se monitorean principalmente en Zoológico El Ocotil y Centro Ceremonial Otomí (Figura 3). El listado completo de las especies atendidas de la clase aves puede ser visto en el Anexo 2.

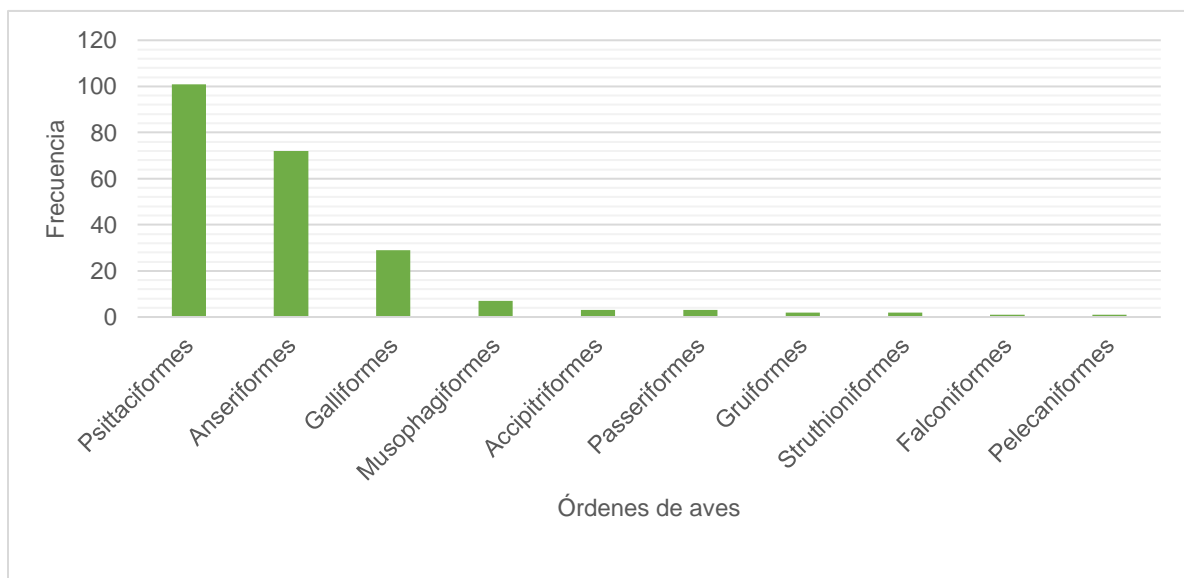


Figura 3.

Distribución por orden taxonómico de las aves con las que se trabajó en la pasantía.

Del total de reptiles, se destacó el orden correspondiente a Squamata debido a que la mayor cantidad de pacientes pertenecían a esta clasificación taxonómica lo que coincide con los trabajos realizados por Aguilar-Orozco (2017) y Campos-

Picado (2018). En cuanto a los anfibios solo se trabajó con la especie *Ambystoma dumerilii* (Figura 4). El listado completo de las especies atendidas de la clase reptiles y anfibios puede ser visto en los Anexos 3 y 4.

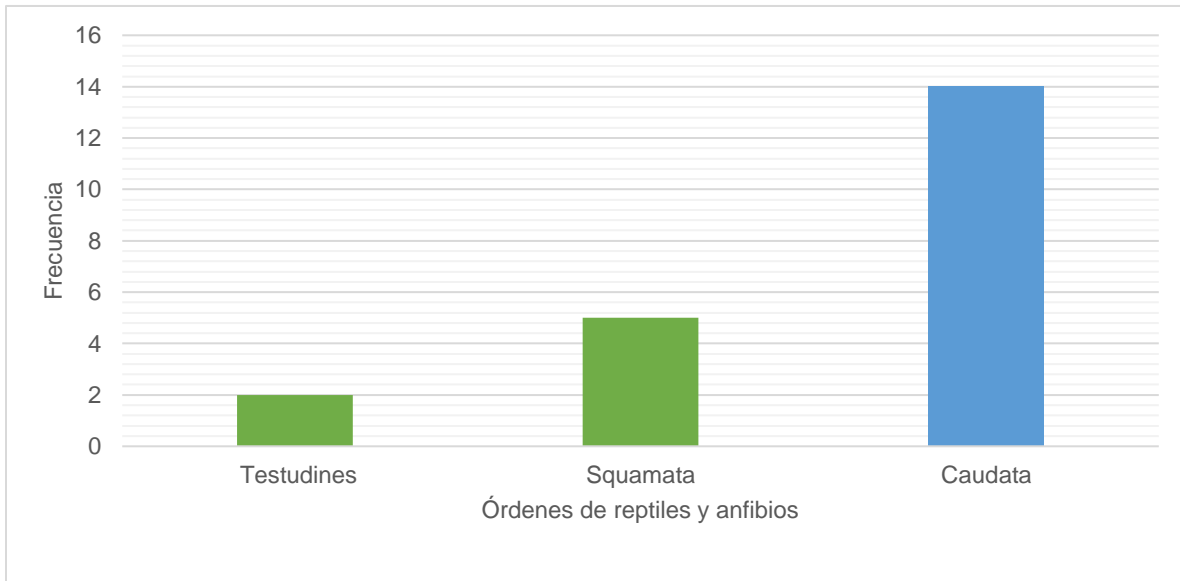


Figura 4.

Distribución por orden taxonómico de los reptiles y los anfibios con los que se trabajó en la pasantía.

El total de animales (513) que fueron atendidos, se clasificaron en 244 procedimientos, esto en virtud de que en muchas ocasiones se realizaba un manejo con varios animales de la misma especie, el mismo día. Del total de casos, se observa que la mayor cantidad corresponden a mamíferos, lo que se correlaciona con su condición de grupo taxonómico con más representación (cantidad de animales) (Figura 5).

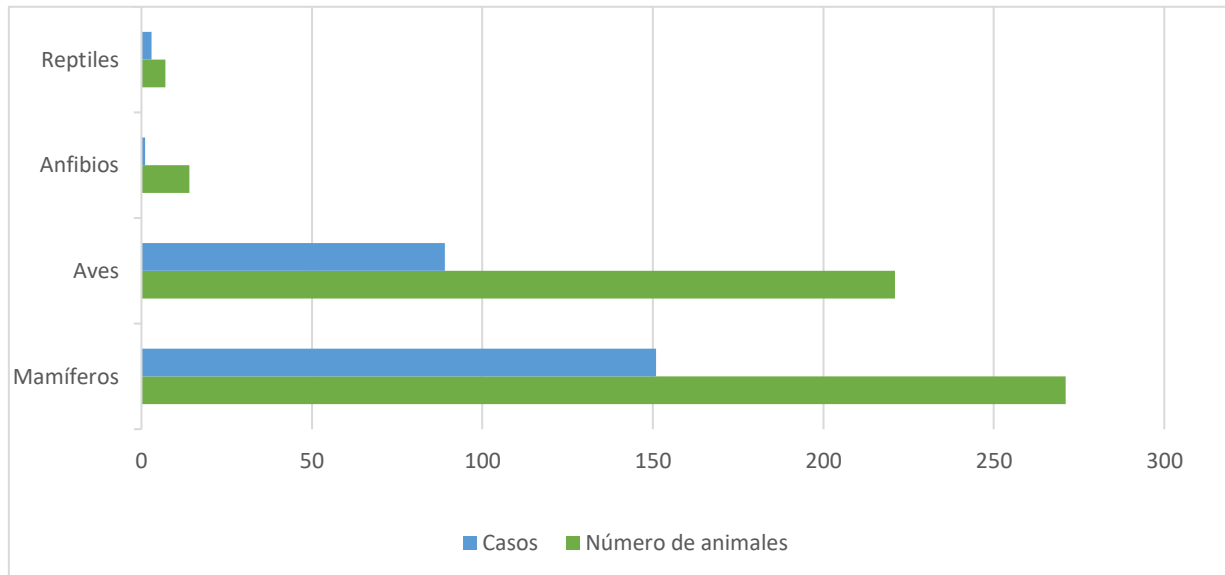


Figura 5.

Distribución por clase de la cantidad de animales y número de casos con los que se trabajó en la pasantía.

Los procedimientos realizados, se clasificaron en casos clínicos o procedimientos de medicina preventiva (MP). La mayor parte de estos fueron de medicina preventiva (196/244, 80%), tanto en mamíferos como en aves y anfibios, lo que concuerda con otros trabajos similares en donde el motivo principal por el cual se trabajó con animales silvestres en cautiverio fue la prevención de enfermedades (Campos- Picado 2018) (Figura 6).

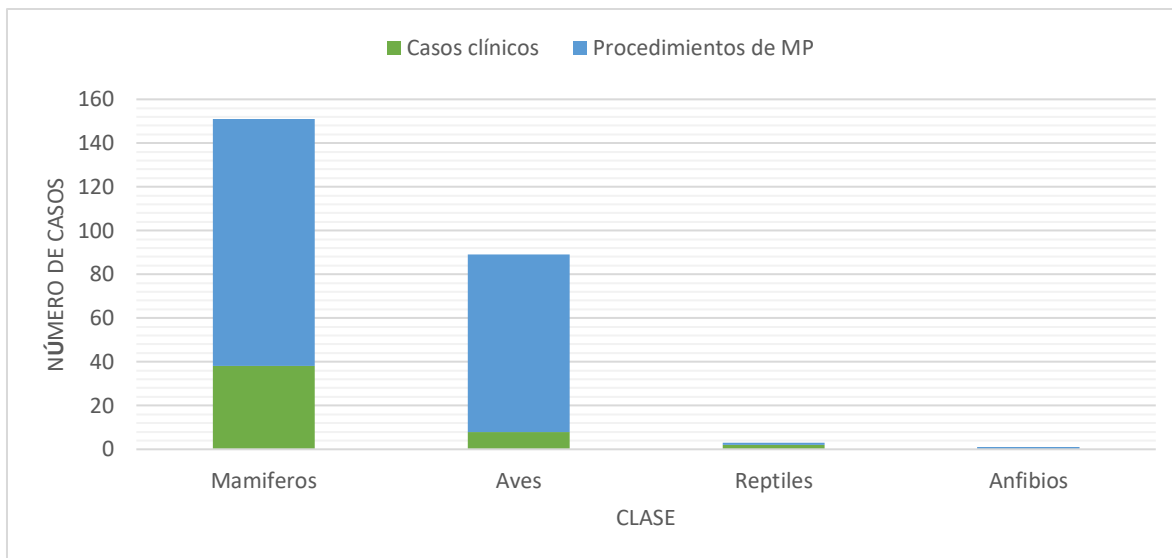


Figura 6.

Distribución por clase del número de casos clínicos y de procedimientos de MP con los que se trabajó en la pasantía.

El mayor porcentaje de procedimientos realizados dentro de medicina preventiva, correspondieron a exámenes coproparasitológicos con un 33% (65/196). En segundo lugar, fueron los recortes funcionales y desparasitaciones con un 17% (33/196). Seguidamente, estuvieron los exámenes objetivos generales (EOG) con un 16% (31/196). Los hallazgos antes mencionados, son congruentes con el estudio realizado previamente por Campos- Picado (2018), donde la mayor parte de los procedimientos de medicina preventiva fueron los exámenes coprológicos, revisiones físicas y desparasitaciones; sin embargo, el porcentaje de recorte funcional difiere ya que en el estudio antes citado ocupa el quinto lugar.

Posteriormente, se situaron las vitaminaciones con un 13% (25/196) y con un dos por ciento (4/196) los exámenes de sangre (hemograma y pruebas bioquímicas) y las necropsias (5/196) (Figura 7).

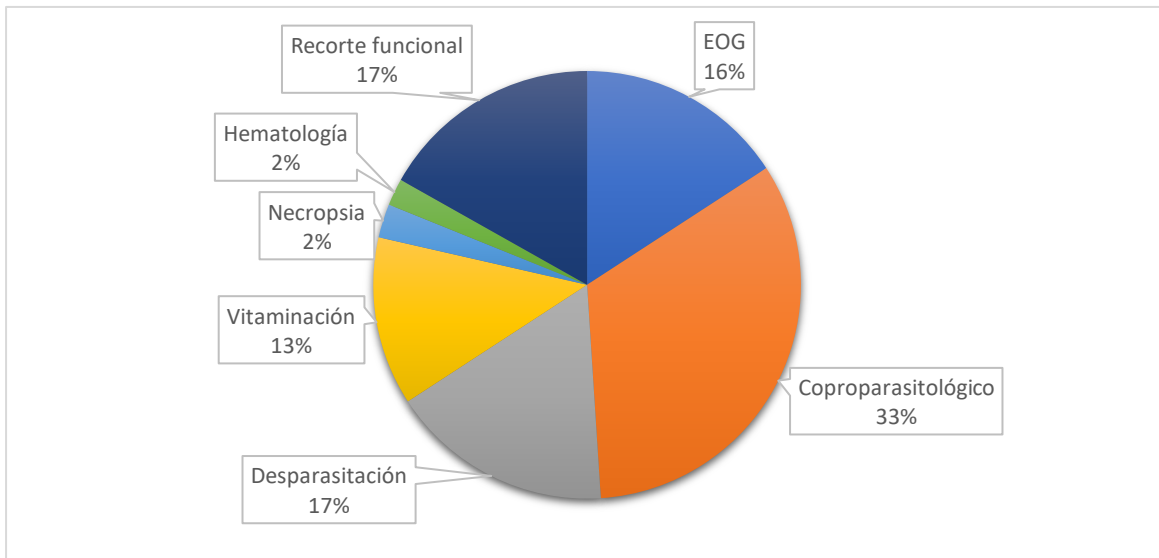


Figura 7.

Distribución de procedimientos de MP con los que se trabajó en la pasantía.

De los casos clínicos trabajados durante la pasantía, la mayor parte se debieron a alteraciones ortopédicas con un 38% (18/48), que fueron principalmente claudicaciones, pododermatitis y fracturas. Es importante mencionar que se realizaron dos cirugías ortopédicas debido a que los especímenes presentaban fracturas. Lo antes mencionado, no coincide con lo reportado en el trabajo de Aguilar-Orozco (2017), donde la mayoría de casos clínicos, se debieron a la atención de animales huérfanos.

En segundo lugar, se presentaron las alteraciones en el sistema tegumentario (14/48, 29%) que fueron lesiones causadas por congéneres y otras relacionadas con un recinto inadecuado. Este resultado tampoco concuerda con los reportados por Aguilar-Orozco (2017), ya que los casos clínicos en segundo lugar se relacionaron con manejo.

Los porcentajes restantes correspondieron a problemas metabólicos (5/48, 11%) en este caso diabetes; gastrointestinales (GI) (3/48, 6%) relacionados a cólicos e hipomotilidad; oftálmicos (2/48, 4%), por ejemplo, se presentó el caso de una úlcera corneal; nerviosos (2/48, 4%) en el caso de un jaguar con incoordinación; respiratorios (2/48, 4%) en varios gazapos; urinarios (1/48, 2%) en un gato y control reproductivo de un hipopótamo con melengestrol (1/48, 2%).

Lo mencionado en el párrafo anterior, coincide con el trabajo de Campos-Picado (2018) donde la tercera causa de abordaje clínico fue por problemas relacionados a la nutrición de los animales. Sin embargo, la distribución para los porcentajes restantes, no coincide con la reportada en estudios similares como los de Aguilar-Orozco (2017) y Campos- Picado (2018) (Figura 8).

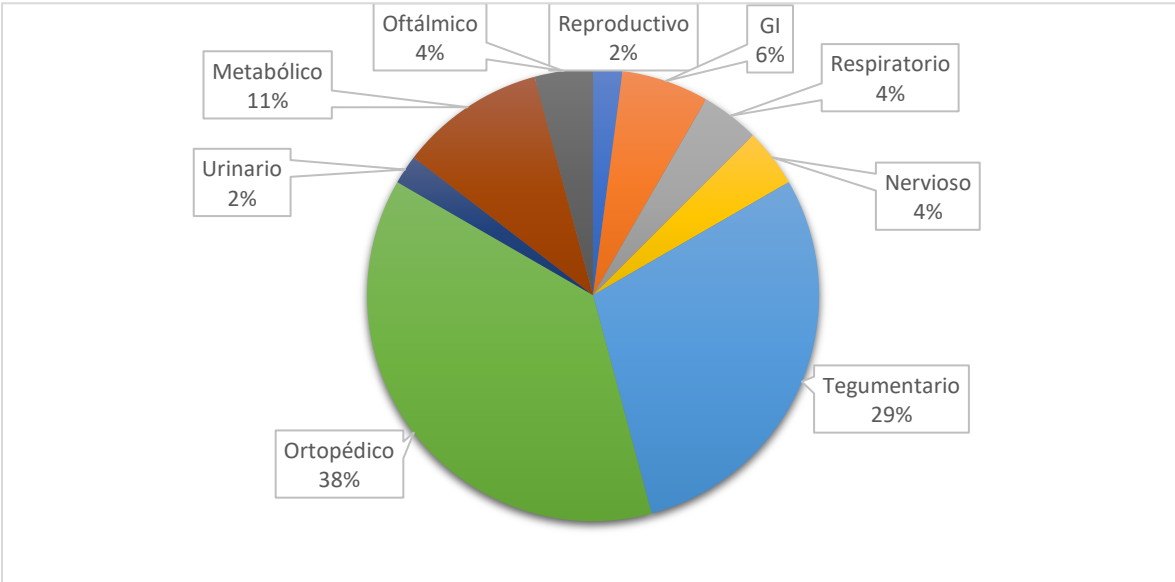


Figura 8.

Distribución de casos clínicos con los que se trabajó en la pasantía.

3.2. Restricción física y química

Para realizar un examen físico completo y llevar a cabo diversos procedimientos, fue necesario que se hiciera una restricción tanto física como química adecuada. En el PEZ se trabajó con una gran diversidad de especies. Dentro de estas especies hay unas muy habituadas al contacto humano, mientras que otras representaban un riesgo mayor al manejarlas. La selección de una apropiada inmovilización varió mucho según la especie a tratar, la condición en la que se encontraba el paciente, las herramientas disponibles en ese momento y el tipo de procedimiento que se iba a realizar (Fowler 2008).

Es importante recalcar que se le llama restricción a aquello que va desde un confinamiento en un recinto no natural, hasta la completa reducción de la actividad muscular y la limitación de movimientos voluntarios (Fowler 2008; Aguilar-Orozco 2017). En animales silvestres, es sólo mediante este proceso que se logra con mayor seguridad la realización de procedimientos de medicina preventiva y el manejo correcto de animales enfermos y lastimados (Fowler 2008).

Según Fowler (2008) para seleccionar el tipo de restricción, deben tomarse en cuenta cuatro principios básicos: primero la seguridad del personal, segundo la seguridad del animal, tercero el procedimiento a realizar y cuarto la recuperación. También se debe tomar en consideración el tamaño del animal y su mecanismo de defensa (West et al. 2007). Bajo los conceptos mencionados con anterioridad, aunado a la experiencia profesional, se seleccionó el tipo de manejo de cada animal con el que se trabajó (Aguilar-Orozco 2017).

3.2.1. Restricción física

La restricción física utiliza diferentes herramientas psicológicas, como la disminución de percepción sensorial, el confinamiento, algunos implementos de extensión y el aumento de fuerza (que va desde barreras físicas hasta la inmovilización temporal del espécimen mediante fuerza) (Fowler 2008; Aguilar-Orozco 2017). Estas técnicas se utilizaron para animales de bajo riesgo con el fin de realizar el EOG completo, tomar distintas muestras, medicar, tomar imágenes médicas, movilizar animales de un recinto a otro e inducir anestésicamente a algunos mamíferos.

Las herramientas más utilizadas, fueron los implementos de extensión en este caso los “Y poles” y los paños. Las toallas fueron para sujetar a los animales y también para hacer disminución sensorial con un vendaje de ojos en ciertas aves y mamíferos. En algunos casos también se aplicó la disminución de la intensidad de la luz en la habitación, que se relaciona con la percepción sensorial. La fuerza física se utilizó para la manipulación de ciertos animales como, por ejemplo, el antílope eland, que debía ser sostenido firmemente de sus cuernos para evitar que se levantara mientras se le daba su medicación.

Como parte de la restricción física, es esencial saber cómo se hace la sujeción adecuada de cada uno de los especímenes. A continuación, se describe como se debe realizar en cada animal con el que se trabajó en la pasantía. Primeramente, como sujetar a las aves de los distintos órdenes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Restricción física de las aves con las que se trabajó en la pasantía.

Especie	Orden	Restricción física	Procedimiento
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Accipitriformes	Se hace restricción visual y física al envolver el animal en una toalla. Después, se procede a sostener con una mano la cabeza y con la otra las patas. Es importante tener cuidado con las garras y el pico.	EOG como parte de la cuarentena.
<i>Caracara cheriway</i>	Falconiformes		Medicación y cambio de vendaje.
<i>Eupsittula nana</i>	Psittaciformes	Se realiza restricción visual y física al envolver el animal en una toalla. Luego se procede a sostener con una mano la cabeza y con la otra las patas. Es importante tener cuidado el pico.	Medicación y limpieza.
<i>Ara militaris</i>			EOG, vitaminación y desparasitación.
<i>Eclectus roratus</i>			EOG, vitaminación y desparasitación.
<i>Icterus chrysater</i>	Passeriformes	Se ejecuta restricción visual y física al envolver el animal en una toalla. Seguidamente, se procede a sostener con una mano la cabeza y con la otra las patas. Es importante tener cuidado con el pico y en no ejercer mucha presión para no limitar la respiración.	EOG, vitaminación y desparasitación.
<i>Tauraco erythrolopus</i>	Musophagiformes		EOG, vitaminación y desparasitación.
<i>Cairina moschata</i> y <i>Anas platyrhynchos</i>	Anseriformes	Se atrapan los animales utilizando redes y posteriormente, se colocan los dedos de una mano por debajo de las alas y la otra en el abdomen del ave.	Vitaminación, desparasitación y sexado.
<i>Numida meleagris</i>	Galliformes	Se hace restricción visual y física al envolver el animal en una toalla. Con una mano se agarran las dos patas utilizando los dedos y el animal se coloca bajo el brazo de la misma mano.	Desparasitación como parte de la cuarentena.
<i>Pavo cristatus</i>			
<i>Phasianus colchicus</i>			

La sujeción que se realizó en las aves de los órdenes Accipitriformes y Falconiformes coincide con la reportada en diversos textos. (Fowler 2008; Mitchell y Tully 2009; Shury 2014; Miller y Fowler 2014; Ruiz-Cordero 2020). La única diferencia es que Fowler (2008) recomienda inclinar el ave hacia abajo, de manera

que la espalda del animal quede paralelo al suelo, con el fin de facilitar el control de la cabeza y de las alas con una mano.

Las aves de los órdenes Psittaciformes, Passeriformes y Musophagiformes se deben ser manejadas como se cita en el Cuadro 1, debido a que esta sujeción coincide con la recomendada por diversos autores (Fowler 2008; Mitchell y Tully 2009; Shury 2014; Miller y Fowler 2014; Ruiz-Cordero 2020). Es importante recalcar, que las aves del orden Psittaciformes deben ser tomadas de la cabeza formando un anillo con los dedos pulgar e índice, alrededor del cuello justo debajo de la mandíbula. Mientras que las del Orden Passeriformes y Musophagiformes deben ser sujetadas usando el dedo índice y corazón para extender su cuello. (Fowler 2008; Mitchell y Tully 2009; Shury 2014; Miller y Fowler 2014; Ruiz-Cordero 2020).

Las aves del Orden Anseriformes se deben sujetar con una sola mano manteniendo las dos alas plegadas al cuerpo o como se mencionó en el Cuadro 1, colocando los dedos de una mano por debajo de las alas sosteniendo la porción proximal del húmero y colocando la otra mano en el abdomen del ave. Las dos formas son correctas y funcionan para manejar a estos animales según la literatura consultada (Fowler 2008; Shury 2014; Miller y Fowler 2014; Ruiz-Cordero 2020).

Para las Galliformes se describen diversas técnicas, la primera de estas agarrando las patas con los dedos y se coloca la espalda del ave contra una superficie y con una mano se sostiene del tórax (sin ejercer mucha presión). La segunda, que consistente en agarrar las patas como en la técnica anterior, pero con la diferencia de que el ave se coloca bajo el brazo de la misma mano que sostiene

las patas. Ambas son recomendadas y lo primordial es evitar que el ave agite las alas. (Fowler 2008; Shury 2014; Miller y Fowler 2014; Ruiz-Cordero 2020).

A continuación, se describe como sujetar a los mamíferos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Restricción física de los mamíferos con las que se trabajó en la pasantía.

Espece	Orden	Restricción física	Procedimiento
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Carnivora	Se atrapan usando redes. Se sostiene con una mano la cabeza y se realiza restricción visual con una toalla.	Medicación y evaluación de herida.
<i>Canis lupus bailegi</i>		Se restringe el espacio en que se encuentran usando telas y "y poles". Posteriormente se hace restricción visual con paños y disminución de la luz, en donde se encuentran. Seguidamente se restringen con bozales y cubreojos.	EOG, vitaminación, desparasitación y toma de muestras.
<i>Canis latrans</i>		Se utilizan "y poles" para disminuir el espacio del animal, posteriormente se hace restricción visual con un paño y se coloca el bozal.	Medicación y curación de heridas.
<i>Panthera tigris</i>		Se usan "y poles" para disminuir el espacio del animal y luego se hace restricción visual con un paño.	Medicación.
<i>Tragelaphus oryx</i>	Artiodactyla	Se agarra el animal de los cuernos, utilizando ambas manos una en cada cuerno.	Medicación y toma de radiografías.
<i>Capra aegagrus hircus</i>			Recorte funcional y medicación.
<i>Ammotragus lervia</i>		Se sujeta el animal de los cuernos, lazándolos.	Recorte funcional.
<i>Ovis aries musimon</i>			Recorte funcional, vitaminación y desparasitación
<i>Chinchilla lanigera</i>	Rodentia	Con una mano se sujeta la piel del cuello y con la otra se da soporte a la parte trasera del animal.	Desparasitación

<i>Cavia porcellus</i>		Se coloca una mano en el pecho del animal y la otra en la parte trasera.	EOG
<i>Atelerix albiventris</i>	Eulipotyphla	Se ponen en una tina con poca agua, para que utilicen las patas y se puedan manipular.	Limpieza y medicación.
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lagomorpha	Se sujetan de la cabeza con una mano y con la otra mano se sostienen los miembros posteriores.	Medicación y EOG.
<i>Macaca mulatta</i>	Primates	Se atrapa utilizando redes y posteriormente con una mano se asegura la cabeza y con la otra se toman los brazos.	Medición de glucosa y medicación

Los carnívoros, se manejan de distintas formas dependiendo de la edad y su tamaño. Por ejemplo, las crías de felinos se pueden manipular fácilmente utilizando una toalla, mientras que otros animales según su tamaño ameritan redes, trampas, jaulas de compresión o solo se pueden restringir usando contención química debido a que representan un gran riesgo (Fowler 2008; Miller y Fowler 2014).

Los carnívoros pequeños como *Urocyon cinereoargenteus* se pueden restringir físicamente utilizando redes según la literatura como se hizo en la pasantía. Para los grandes cánidos como *Canis lupus bailegi* y *Canis latrans* se usan diferentes herramientas según el recinto en el que se encuentren (ALPZA, 2012). Los coyotes (*Canis latrans*) manejados durante la pasantía se encontraban en un espacio reducido por lo cual lo apto era el uso de guardamanos (barra firme con lazo en su extremo final), una red, o un “y pole”; lo que coincide con lo realizado.

Con respecto, a los lobos mexicanos (*Canis lupus bailegi*) estos al encontrarse en un área abierta se manejaron de una forma distinta. Según ALPZA (2016) el personal debe formar una línea y moverse de manera coordinada, de tal

forma que logre guiar al animal a una esquina o al lugar más conveniente para la captura. Si no se puede trabajar con el animal en lugar deseado, el mismo puede ser capturado con una red. En el manejo realizado, si se formó una línea con el personal para guiar a los lobos en un área abierta que previamente había sido reducida con las telas para facilitar el manejo, lo que coincide con lo recomendado por las guías de manejo de grandes caninos de ALPZA.

Cuando los animales ya se encontraban en el área de manejo, fueron restringidos visualmente de manera colectiva utilizando un paño y se hizo disminución de la luz del recinto en donde se encontraban. Posteriormente, con ayuda de los “y poles”, se sujetó físicamente a cada animal y se procedió a la colocación de los cubre ojos y los bozales.

Los bozales, como se menciona en la literatura, pueden ser útiles para manejar los lobos al igual que los “Y pole”. Estos últimos, se utilizan colocando el ángulo del extremo en Y contra la parte posterior del cuello del animal, justo en frente de los hombros, aplicando una presión media contra el suelo, se debe tener cuidado para evitar ejercer presión sobre la laringe o tráquea. Los “Y pole” se usan después de que el animal ha sido asegurado con un guardamanos o red, sin embargo, en el manejo realizado no fue así, lo que implica un mayor riesgo para el personal (ALPZA,2016).

Los tigres (*Panthera tigris*) fueron restringidos con toallas como recomienda Fowler (2008) debido a que eran cachorros y presentaban problemas para desplazarse. Sin embargo, en el manual de manejo de tigres de ALPZA se recomienda la restricción química para grandes félidos que tengan más de 12

semanas de edad, porque son demasiado fuertes y peligrosos para la contención manual (ALPZA, 2016).

Los animales del orden Artiodactyla se pueden restringir físicamente de distintas formas, la gran mayoría requieren algún tipo de callejones, áreas de recolección, corredores, toboganes, espacios reducidos y corrales de espera. Estos reconocen las barreras y se pueden guiar para pasar a través de las distintas estructuras, esta técnica es efectiva con cérvidos y antílopes. Los ruidos para asustar a los animales son bastante buenos para lograr que se muevan a cajas de transporte, por ejemplo (Fowler 2008; Miller y Fowler 2014). Lo previamente mencionado es lo recomendado según la literatura; sin embargo, no fue lo que se realizó debido a que no se contaba con la infraestructura necesaria. Una de las mayores desventajas, es que los animales eran sometidos a estrés al estar persiguiéndolos, por lo que la implementación de este tipo de mangas de manejo se debería tomar en consideración.

Los cuyos y chinchillas del orden Rodentia se sujetan de distintas formas. Las chinchillas se agarran, según lo descrito en Cuadro 2, debido a que coincide con los textos consultados o también se puede tomar el animal formando un anillo con la mano alrededor del cuello (Shury 2014; Mitchell y Tully 2009). Con respecto a los cuyos, la literatura reporta que se debe colocar una mano en el pecho del animal y la otra en la parte trasera para soportar su peso, como se realizó en la pasantía (Mitchell y Tully 2009; Miller y Fowler 2014).

Los animales del orden Lagomorpha, se sujetan de la cabeza con una mano y con la otra mano se sostiene el cuerpo, principalmente los miembros posteriores.

Esto coincide con la forma en que se realizó la sujeción de estos animales durante la práctica. También puede hacerse restricción visual con un paño según la literatura, lo que se podría implementar para reducir el estrés (Mitchell y Tully 2009; Shury 2014).

El erizo africano, que pertenece del orden Eulipotyphla, se encoge cuando se siente amenazado, lo que dificulta su manejo. Por lo antes mencionado, existen varias técnicas para examinarlos, por ejemplo, colocar el erizo con la cabeza hacia abajo, cerca de una superficie, para que el animal se estire e intente alcanzar el suelo, esto puede tomar tiempo y práctica. Otra técnica para desenrollarlo, se basa en frotar fuertemente las púas hacia atrás del dorso, lo que requiere bastante práctica. Además, se puede intentar colocar el animal en un recipiente con el agua de menos de 2 cm de profundidad, como se realizó en el PEZ (Flores- Reynoso 2006). Los primeros dos métodos requieren más práctica y tiempo, por lo que la tercera opción fue la practicada durante la pasantía.

Los primates se contienen físicamente mediante redes cuando pesan menos de 15 kg y por seguridad del personal, se recomienda realizar restricción química en animales más grandes (Shury 2014). Lo antes citado, confirma que animales como los monos rhesus (*Macaca mulatta*) deben ser manipulados con redes como se realizó en el PEZ.

3.2.2. Restricción química

La restricción química es la más utilizada en medicina de zoológico, esta simplifica el trabajo con especies que son difíciles de manejar. Se realiza para sedar o anestesiarse animales, por lo que conlleva un riesgo anestésico, que varía según cada caso, el protocolo seleccionado, la técnica de administración de los medicamentos y la monitorización que se lleve del paciente. Si se asegura un procedimiento adecuado, se logra obtener un resultado bastante seguro y útil (Sathya et al. 2016; Fowler, 2008).

Este tipo de restricción fue usada para realizar un posicionamiento correcto en algunas radiografías de mamíferos y también para realizar ultrasonidos de una mejor forma, esto en animales que se consideran difíciles de manejar o que no están entrenados. Además, se utilizó para realizar cirugías, traslados de fauna, recortes funcionales en algunos casos y toma de muestras. Los protocolos se variaron según el tipo de especie, estado de salud, procedimiento a realizar y su duración (Aguilar-Orozco 2017) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Restricción química de los mamíferos con las que se trabajó en la pasantía.

Especie	Orden	Protocolo anestésico	Procedimiento
<i>Panthera onca</i>	Carnivora	Dexmedetomidina+ ketamina Antagonista: Atipamezol	Toma de muestras, radiografía y ultrasonido.
<i>Panthera tigris</i>		Butorfanol+ midazolam+ ketamina	Toma de muestras y radiografía.
<i>Antilope cervicapra</i>	Artiodactyla	Tiletamina+ zolazepam+ xilacina+ haloperidol Antagonista: Tolazolina	Traslado, vitaminación y desparasitación.
<i>Tragelaphus oryx</i>		Butorfanol+ medetomidina+ ketamina Antagonista: Atipamezol	Extracción de muestras, traslado para cirugía ortopédica.
<i>Odocoileus virginianus</i>		Tiletamina+ zolazepam+ xilacina+ haloperidol Antagonista: Tolazolina	Traslado, toma de muestras, vitaminación y desparasitación
<i>Cervus canadensis</i>		Etorfina+ xilacina Antagonistas: Tolazolina y naltrexona	Recorte funcional y toma de muestras.
<i>Macaca mulatta</i>	Primates	Dexmedetomidina+ ketamina Antagonista: Atipamezol	Toma de muestras, radiografía y ultrasonido.

En la restricción química de los carnívoros, específicamente hablando de la familia de los felinos, se han utilizado una variedad de fármacos. Las combinaciones de medicamentos que se utilizan con más frecuencia incluyen un disociativo (ketamina o tiletamina) y un agonista alfa dos (xilacina, medetomidina o dexmedetomidina), benzodiazepina (diazepam, zolazepam o midazolam), opioide (butorfanol) o una combinación de estos (Miller y Fowler 2014).

En el caso del jaguar (*Panthera onca*) se ha reportado el uso principalmente de tiletamina con zolazepam (que genera una recuperación lenta de la anestesia), ketamina con xilacina y ketamina con medetomidina o dexmedetomidina (ALPZA, 2016). Las dos últimas combinaciones se pudieron haber usado, sin embargo, se prefirió la ketamina con dexmedetomidina debido a que este protocolo ya había sido usado en varias ocasiones en el animal. El antagonista utilizado es el que está reportado en la literatura para la medetomidina o dexmedetomidina (Miller y Fowler 2014).

Para los tigres (*Panthera tigris*) se usa principalmente una combinación de ketamina, medetomidina y midazolam, ya que brinda una anestesia segura y reversible en los tigres. También se utilizan tiletamina y zolazepam, que tienen la desventaja de que no se pueden revertir de manera efectiva y, por lo tanto, la duración de la anestesia se puede prolongar. Adicionalmente, se puede utilizar ketamina con xilacina, cuya desventaja radica en que la dosis que se requiere de ketamina es mayor, lo que implica un mayor volumen de fármaco para administrar y que las convulsiones durante los procedimientos anestésicos son más frecuentes con esta combinación (ALPZA, 2016). El protocolo utilizado de ketamina, butorfanol y midazolam también se recomienda, con la salvedad de que solo se debe usar para felinos pequeños o débiles, como en este caso, que se usó para contener químicamente a una cachorra de tigre que no era capaz de desplazarse (Miller y Fowler 2014). Por lo antes descrito, solo la primera combinación podría haber sido utilizada en lugar del protocolo escogido.

La restricción química de tigre, realizada durante la pasantía, pudo haber sido antagonizada con flumazenil (midazolam) y naltrexona (butorfanol). Sin embargo, la aplicación flumazenil no es necesaria cuando se utiliza en este protocolo y no se antagonizó el butorfanol debido a su efecto analgésico (Miller y Fowler 2014).

Para los animales del orden artiodactyla, se utilizan diversas combinaciones para contener químicamente a los animales. En el caso de los ciervos, como los wapitíes (*Cervus canadensis*) y los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), son muy propensos a sufrir miopatía, hipertermia y traumatismos, por lo que cualquier procedimiento anestésico debe planificarse cuidadosamente, teniendo en cuenta el método de captura, la temperatura ambiente, la fisiología de especie y estado clínico del individuo.

En el caso de los venados cola blanca, el protocolo de tiletamina, zolazepam y xilacina se ha utilizado y se recomienda en la literatura, porque provee un efectivo nivel de anestesia y permite mantener las frecuencias cardiopulmonares dentro de los rangos fisiológicos, lo que respalda la elección de este protocolo durante la pasantía. Con respecto a los wapitíes, Miller y Fowler (2014) recomiendan el uso de carfentanilo con xilacina, protocolo que difiere del utilizado (etorfina con xilacina). No obstante, en un estudio en el que se comparan las combinaciones de medicamentos antes mencionados, se observa que al utilizar etorfina con xilacina la recuperación de anestesia es más rápida y la profundidad y calidad de la misma es mejor (Howard et al. 2004).

Con los blackbuck (*Antilope cervicapra*) se utilizó el mismo protocolo aplicado a los venados cola blanca, esto difiere con lo reportado por Miller y Fowler (2014)

donde se recomienda usar carfentanilo, etorfina o ketamina con azaperona y medetomidina. Es importante recalcar, que en los manejos de los blackbucks y los venados cola blanca, se usó haloperidol al final del manejo, debido que funciona como un tranquilizante y permite que los animales no se estresen tanto en el traslado (Miller y Fowler 2014).

Según la literatura, los medicamentos comúnmente usados para la anestesia de los antílopes eland (*Tragelaphus oryx*) son carfentanilo, tiafentanilo, etorfina o ketamina con azaperona todos estos en combinación con xilacina, lo que no coincide con el protocolo utilizado (Miller y Fowler 2014).

Para la restricción química que se hizo en los monos rhesus (*Macaca mulatta*) según Miller y Fowler (2014) se recomienda utilizar ketamina sola o ketamina en combinación con medetomidina o dexmedetomidina; lo que coincide con lo realizado en PEZ, en donde se usó la combinación de ketamina con dexmedetomidina. Cabe recalcar que los efectos de la medetomidina o la dexmedetomidina pueden antagonizarse mediante la administración de atipamezol, como se utilizó en la pasantía.

Al trabajar con especies del género *Macaca*, se debe tener especial cuidado de no entrar en contacto directo con mucosas, heridas expuestas y fluidos debido al riesgo de zoonosis del virus del Herpes B, el cual resulta letal para el ser humano en la mayoría de los casos. Debido a esto, se recomienda siempre que el paciente se encuentre bajo anestesia y se utilice equipo de protección al realizar cualquier procedimiento con este tipo de animales (Shury 2014; Miller y Fowler 2014).

En todos los casos se utilizaron múltiples agentes para la inducción y mantenimiento anestésico, lo que permitió obtener una anestesia mucho más balanceada, utilizando menores dosis de cada droga, reduciendo en un mayor grado los efectos secundarios (Longley 2010). Al finalizar de los procedimientos se utilizaron antagonistas, según los medicamentos utilizados (naltrexona, tolazolina y atipamezol). Los protocolos anestésicos fueron seleccionados según las recomendaciones de Miller y Fowler (2014) y la base de datos del programa digital ZIMS.

El entrenamiento diario es parte esencial de muchos programas exitosos de manejo en zoológicos, porque con estos, el animal se logra habituar a realizar una actividad sin que esta produzca mayor estrés y se evita hacer procedimientos más agresivos como la anestesia, que en animales geriátricos o enfermos puede ser aún más riesgoso, las aplicaciones de estos se evidencian en el Cuadro 4 (Fowler 2008; Aguilar-Orozco 2017).

Cuadro 4. *Aplicaciones de los entrenamientos diarios que se evidenciaron durante la pasantía.*

Especie	Orden	Condicionamiento operante	Procedimiento
<i>Hippopotamus amphibius</i>	Artiodactyla	Se realizan entrenamientos diarios para que los animales sigan permitiendo que les realicen diversos procedimientos.	Medicación.
<i>Ceratotherium simum</i>	Perissodactyla		Extracción de semen.
<i>Elephas maximus</i>	Proboscidea		Medicación y recorte funcional.
<i>Panthera leo</i>	Carnivora		Extracción de muestras.

En el caso de los elefantes, estos han sido entrenados para la toma de muestras de sangre, revisión de la boca, recorte funcional y administración de medicamentos por vía oral, lo que facilita ampliamente su manejo. También en los rinocerontes gracias a sus entrenamientos, es posible obtener muestras de semen sin que el animal este sedado. Además, es posible obtener muestras de sangre en los leones sin necesidad de una anestesia. Lo anterior, pone en evidencia la gran utilidad e importancia de poseer este tipo de entrenamientos en los centros de manejo de fauna silvestre y exótica.

3.3. Examen Objetivo General

La examinación física periódica es parte importante de la prevención y detección temprana de enfermedades. El PEZ realiza exámenes físicos completos a cada miembro de la colección, por lo menos una vez al año y hace revisiones a los animales que se encuentran en el área de cuarentena, previo a que se incorporen a la colección (Campos- Picado 2018).

El examen objetivo general (EOG) realizado en el PEZ se basó en los principios utilizados en especies convencionales, pero se tomaron en consideración las diferencias anatómicas y fisiológicas de cada especie. Se le realizó un EOG a cada animal que ingresaba a la colección o a los animales que, por alguna circunstancia, ameritaban de un manejo. La anamnesis de los animales se obtuvo de los expedientes físicos de los mismos, de la información de ZIMS y de los cambios que notaron los cuidadores. Fue realizada la examinación física de distintas aves, mamíferos y reptiles (Cuadro 5).

Cuadro 5. Hallazgos en el EOG de las distintas especies con las que se trabajó.

Clase	Especie	Hallazgos EOG	Diagnóstico
Aves	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Ninguno	El animal se encuentra aparentemente sano.
Mamíferos	<i>Capra aegagrus hircus</i>	Cojera	Claudicación causada por un trauma.
	<i>Canis lupus baileyi</i>	Presencia de heces en la cola	Parasitosis.
	<i>Panthera tigris</i>	Cojera	Hiperparatiroidismo secundario nutricional.
	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Dificultad respiratoria	Enfermedad respiratoria bacteriana.
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Ninguno	El animal se encuentra aparentemente sano.
	<i>Chinchilla lanigera</i>	Presencia de heces en la cola	Parasitosis.
Reptiles	<i>Alouatta palliata</i>	Masa circunscrita cerca de la región mandibular	Absceso bacteriano.
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Masa irregular en la piel del cuello	No se ha diagnosticado la causa de la lesión.

Se realizó el EOG a tres aguilillas (*Parabuteo unicinctus*) que se encontraban en el área de cuarentena, cuando se hace esta examinación en aves, se debe tomar en cuenta que, aunque no muestren signos clínicos que indiquen enfermedad en la examinación a distancia, podrían estar enmascarando las mismas, ya que es parte de su instinto protector para evadir la atención de los depredadores, haciendo difícil la detección de enfermedades en etapas tempranas (Doneley 2016; Campos-Picado 2018). Las aguilillas no presentaron ninguna alteración en el EOG; sin embargo, es necesario seguir haciendo examinaciones periódicas minuciosas para detectar las posibles patologías. En aves el examen físico fue realizado según lo descrito por Doneley (2016) y el formato del PEZ para aves (Anexo 6).

Con respecto a los mamíferos, se les realizó el EOG a varios animales entre ellos 10 cabras (*Capra aegagrus hircus*), siete lobos mexicanos (*Canis lupus baileyi*), tres tigres (*Panthera tigris*), 14 conejos (*Oryctolagus cuniculus*), 15 venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), una chinchilla (*Chinchilla lanigera*) y un mono aullador (*Alouatta palliata*). El EOG de los mamíferos se realizó como describen

Mitchell y Tully (2009) y Miller y Fowler (2014). En el anexo 7 se puede observar la hoja utilizada en el PEZ para mamíferos.

Mediante estos EOG, se lograron detectar alteraciones, como por ejemplo, en uno de los lobos mexicanos se observó la cola manchada, lo que llevó a tomar una muestra de heces, conduciendo así a un diagnóstico de parasitosis (causada por *Toxocara* spp.) y posterior tratamiento (con febantel, prazicuantel y pirantel). De igual forma se procedió con las chinchillas (diagnosticadas con coccidiosis y tratadas con toltrazuril). Cabe recalcar, que la diarrea puede tener múltiples causas; específicamente en lobos, puede ser causada por la enfermedad inflamatoria intestinal (Miller y Fowler 2014). Para determinar los posibles diagnósticos diferenciales, como en esta situación la enfermedad inflamatoria intestinal, un dato importante es la cronicidad de la enfermedad, lo que conduce a la importancia de tener una buena anamnesis.

Durante las rondas diarias se detectó la cojera de una de las cabras, por lo que se procedió a realizar un EOG completo. La claudicación grado 1 se relacionó con el hecho de que el animal había sido golpeado por el macho y se brindó un tratamiento (con meloxicam). Al día siguiente, ya el animal se desplazaba con normalidad. Es importante, que cuando una cabra presente una claudicación, se le haga una revisión física completa, ya que la misma se puede relacionar a muchas patologías. En este caso algunos de los diagnósticos diferenciales son la osteomielitis, la artritis - encefalitis caprina y las fracturas; estas enfermedades tienen otros signos clínicos que podrían ser detectados en el EOG, lo que recalca

que, se debe prestar especial atención a cualquier alteración en la examinación física (Pugh y Baird 2012).

En el caso de los tigres que también presentaban cojera, al no responder al tratamiento con meloxicam, se realizaron una serie de pruebas complementarias (como hemograma, química sanguínea, radiografía y análisis nutricional) que conducen al diagnóstico definitivo, que en este caso fue de hiperparatiroidismo secundario nutricional; algunos de los diagnósticos diferenciales descartados para llegar a este diagnóstico fueron traumas ocasionados por alguno de los otros animales del recinto y artropatías (ALPZA, 2016). No obstante, es importante tomar en consideración lo descrito en el párrafo anterior, para tener un panorama claro de los diagnósticos diferenciales.

Al realizar el EOG a 3 conejos se determinó que presentaban una disnea marcada y secreción mucopurulenta en las narinas, lo que condujo a determinar que los mismos tenían dificultad respiratoria. Entre las patologías respiratorias más comunes en conejos, se destaca la pasteurelosis, que debe diferenciarse de mixomatosis atípica y de la enfermedad vírica hemorrágica del conejo. Por lo antes mencionado, los conejos que presentaron dificultad respiratoria en PEZ, pudieron haber experimentado cualquiera de estas enfermedades. Si se toma en cuenta la mortalidad de las patologías señaladas previamente, el diagnóstico se inclina hacia pasteurelosis, debido a que las otras enfermedades tienen una mortalidad bastante alta, en contraste con la mortalidad observada en los pacientes tratados durante la pasantía (Marguerie 2019). Sin embargo, se deben hacer más pruebas para contar

con un diagnóstico definitivo, las mismas no fueron realizadas por falta de presupuesto.

En el caso de la mona aulladora, en el EOG se observó que tenía una lesión cutánea, se decide hacer una punción y al analizar el contenido se observa que son detritos celulares con bacterias. La bacteria implicada pudo haber sido un estreptococos beta hemolítico, que es una bacteria común en los abscesos de piel en monos, pero también este tipo de lesiones puede relacionarse a linfomas cutáneos (Withrow y Vail 2007; Miller y Fowler 2014). De acuerdo con lo anterior, se recalca la importancia de complementar el EOG, con procedimientos como punción con aguja fina. Al igual que en el caso de los conejos, no se hicieron pruebas para llegar al agente etiológico implicado, debido a la falta de presupuesto.

El EOG en reptiles no se realizó de forma rutinaria, debido a que en el hepertario de PEZ cuentan con su propio servicio médico. Consecuentemente, solo se realizó el EOG a dos tortugas (*Kinosternon scorpioides*) que viven en la clínica, las cuales poseen lesiones en la piel, estas lesiones según Mader y Divers (2014) pueden ser causadas por el virus del papiloma o el pox virus; sin embargo, la causa de la lesión aún no ha sido diagnosticada por falta de recursos económicos. El EOG de los reptiles se realizó como describen Mitchell y Tully (2009), Mader y Divers (2014) y Miller y Fowler (2014).

3.4. Herramientas diagnósticas

3.4.1. Imágenes diagnósticas

Las imágenes médicas de calidad, tienen un papel importante en el diagnóstico de los distintos pacientes, dada su alta precisión diagnóstica y a que son métodos poco invasivos (Gavin y Bagley 2009). Cabe recalcar que, para lograr una exitosa interpretación de estas imágenes, es necesario reconocer las anomalías y sus posibles causas, además de distinguir si es necesario o no la realización de pruebas diagnósticas adicionales (Dennis et al. 2010).

Durante la pasantía se practicaron dos tipos de imágenes diagnósticas, la radiografía (Rx) y el ultrasonido (US). Los US fueron realizados en PEZ y las Rx en Invetec, Hospital Veterinario Raúl Reynoso y PEZ. Es importante mencionar que en otros trabajos similares se usaron más tipos de imágenes diagnósticas como la tomografía axial computarizada (Aguilar-Orozco 2017; Ruiz-Cordero 2020). Lo antes señalado, representa una desventaja para PEZ, debido a que las imágenes obtenidas por medio del US y las Rx tienen una capacidad diagnóstica inferior, si se comparan con la tomografía axial computarizada (Miller y Fowler, 2014).

Se hicieron radiografías de mamíferos y reptiles; mientras que los ultrasonidos solo fueron realizados en mamíferos. Las Rx se constituyeron en la herramienta de imágenes diagnóstica más practicada. Los hallazgos encontrados mediante las imágenes diagnósticas se detallan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. *Hallazgos de las imágenes diagnósticas practicadas durante la pasantía.*

Imagen diagnóstica	Especie	Hallazgos
Radiografía	<i>Tragelaphus oryx</i>	Fractura conminuta en el radio y la ulna del miembro anterior derecho.
	<i>Panthera onca</i>	No se observan alteraciones en las Rx de la columna lumbar.
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Fractura con callo óseo en el húmero del miembro anterior izquierdo.
	<i>Macaca mulatta</i>	Cardiomegalia y un patrón bronquial.
	<i>Panthera tigris</i>	Disminución de la densidad ósea y fractura en el fémur (en dos de los tres tigres).
	<i>Iguana iguana</i>	Fractura con callo óseo en el fémur del miembro posterior izquierdo.
Ultrasonido	<i>Panthera onca</i>	No se observan alteraciones en el US.
	<i>Macaca mulatta</i>	Riñones con poca definición con respecto a la forma.

Los estudios radiográficos se realizaron en ocho animales distintos. En la mayoría de las ocasiones se utilizaron para diagnosticar posibles fracturas, como en el caso del antílope eland (*Tragelaphus oryx*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el de dos tigres (*Panthera tigris*). Los hallazgos de la Rx del antílope llevaron a la decisión de realizar una cirugía ortopédica, aunque no es una cirugía comúnmente reportada en este tipo de animales, debido a baja tasa de éxito de la misma (Miller y Fowler 2014). Al venado cola blanca, no se le brindó ningún tratamiento debido a que la mayor parte de la fractura ya estaba cicatrizada.

En las Rx de los tres tigres, se observó una disminución de la densidad ósea y se identificaron fracturas patológicas en dos de los animales. En uno de ellos, la fractura ya contaba con un callo óseo, por lo cual se decidió no intervenir; mientras que, en el otro caso si se intervino quirúrgicamente. Estas Rx condujeron a que se realizaran más pruebas, como la medición de electrolitos séricos y se diagnosticaran

a estos felinos con hiperparatiroidismo secundario nutricional. La patología anteriormente mencionada explica la disminución de la densidad ósea observada en la Rx (la radio densidad de los huesos se ve muy similar a la del tejido blando) y la fragilidad ósea, que condujo a las fracturas patológicas (Won 2004).

Además, se hicieron Rx para determinar el pronóstico del caso en diversos animales, lo que concuerda con uno de los usos según Mader y Divers (2014). Un ejemplo de lo anterior, es una iguana (*Iguana iguana*) a la cual se le realizaron Rx para evaluar el pronóstico de su fractura.

Las Rx de tórax cuentan con muchas aplicaciones, como evaluar los pulmones (patrones pulmonares), la vasculatura pulmonar, la silueta cardiaca, la presencia de metástasis pulmonar, el colapso traqueal, entre otras (Holloway y McConnel 2016; Gómez 2019). Estas aplicaciones fueron utilizadas en la pasantía, en el mono rhesus (*Macaca mulatta*) donde se logró evaluar la silueta cardiaca y un patrón pulmonar; lo que pone en evidencia, que las Rx son una herramienta diagnóstica muy útil. Este animal en particular no presentó ninguna alteración observada en estas radiografías, las mismas fueron realizadas de forma preventiva, para sacar el mayor provecho de la sedación realizada y las herramientas disponibles en ese momento.

Las radiografías de la columna sirven para diagnosticar variaciones de las vértebras y/o los espacios intervertebrales. Según los cambios que se presenten, estos se asocian con patologías, como espondilosis deformante. En el caso de las radiografías realizadas al jaguar (*Panthera onca*), no se encontraron alteraciones,

por lo cual es necesario realizar más pruebas diagnósticas, para determinar la causa de su cuadro clínico.

Se realizaron dos US abdominales durante la pasantía. El primero en un jaguar melánico (*Panthera onca*) de 18 años, hembra, castrada. Durante las observaciones diarias se notó que el animal presentaba incoordinación, estaba inapetente y tenía incontinencia urinaria, por lo que se decide hacer una contención química. Como parte del manejo se realizó un ultrasonido. En el ultrasonido se encontró que todos los órganos presentaban ecogenicidad y el tamaño adecuado. Por lo que no se pudo relacionar el US con los hallazgos de las observaciones diarias. El animal posterior a la contención química mejoró su sintomatología, pero tiempo después tuvo una recaída y se le practicó una eutanasia, en la necropsia no hubo hallazgos que se relacionaran con los síntomas. Adicionalmente, no se realizaron estudios histopatológicos por la falta de presupuesto.

El segundo US se realizó en un mono rhesus (*Macaca mulatta*) de 11 años, hembra, entera, que presentaba sangrado desde hace 15 días y en una ocasión se observó muy abundante cuando orinó. Se realizó contención química para evaluación urinaria y reproductiva. En el US los riñones presentaban poca definición con respecto a la forma, pero no tenían cambios en corteza, ni zonas anecoicas. Según Dennis et al. (2010), cuando el riñón tiene un tamaño normal y un contorno irregular puede ser por infarto renal o trauma, por lo cual este hallazgo, no está directamente relacionado con la sintomatología del animal. Además, la pared vesical al US no se encontraba engrosada y la vejiga contaba con presencia de orina, que se extrajo por cistocentesis (orina se observa sin alteraciones aparentes).

Al no encontrar alteraciones en el US del sistema urinario y correlacionarlo con una citología vaginal, se determina que el sangrado se debe a celo prolongado.

Es importante recalcar, que los sangrados uterinos anormales en macacos se asocian con anomalías estructurales como pólipos endometriales e hiperplasia endometrial. Las imágenes obtenidas por medio del US, funcionan como una excelente herramienta de diagnóstico, para determinar las posibles causas (Chaudhari et al. 2016). Por lo antes mencionado, el manejo realizado en el mono rhesus fue el correcto; sin embargo, si un operador más entrenado hubiese realizado el US, posiblemente se habría percatado de alguna anomalía estructural en el útero, debido a que esta herramienta diagnóstica es operador dependiente (Anson et al. 2013).

3.4.2. Pruebas de sangre



Se realizaron pruebas de sangre como análisis complementarios durante el diagnóstico de los pacientes según la especie y el cuadro que presentaban. Los animales a los que más se le realizaron estas pruebas fueron los mamíferos de PEZ.

La prueba que más se realizó fue el hemograma, el cual incluía análisis de apariencia de plasma, hematocrito, hemoglobina, conteo de eritrocitos, VCM, CHCM, reticulocitos, conteo de trombocitos, conteo diferencial por tipo celular: neutrófilos (mamíferos) o heterófilos (aves y reptiles), linfocitos, monocitos, basófilos y eosinófilos, tanto porcentuales como conteo absoluto y observación de anomalías morfológicas.







Además, se realizaron pruebas bioquímicas en sangre, cuyos paneles también variaron según la especie y el cuadro sintomatológico que presentaba el paciente. Entre los análisis que se realizaron se incluían: glucosa, urea, Alanina Aminotransferasa (ALT), Aspartato Aminotransferasa (AST), Fosfatasa Alcalina (ALP), proteínas totales, albúmina, globulinas, calcio, fósforo, creatinina y nitrógeno ureico.

Se le realizó el hemograma a un antílope eland (*Tragelaphus oryx*), un jaguar (*Panthera onca*), un mono rhesus (*Macaca mulatta*) y dos grullas coronadas (*Balearica regulorum*). Este análisis se complementó con pruebas bioquímicas en tres tigres (*Panthera tigris*) y siete lobos mexicanos (*Canis lupus baileyi*). La gran mayoría de los animales no presentaron alteraciones al compararlo con la base de datos de ZIMS, salvo las pruebas bioquímicas de los tigres (se detalla en el caso clínico) y en el hemograma del mono rhesus.

El hemograma del mono rhesus se observa una disminución del conteo de glóbulos rojos, basofilia, hipocromía, macrocitos y equinocitos (Figura 9).

GAN	Identificación Preferencial	Taxonomía	Estado de salud cuando se recolecta	Género	Fecha de Nacimiento	Edad
 TCF17-00070	77	Macaca mulatta/Rhesus macaque	Normal (30/07/2020) 	Hembra	16/05/2011	10 Y10M 24D

Requerimientos de prueba & Resultados de las pruebas

Prueba	Resultados	Resultados previstos (basado en el mejor partido disponible) Tipo: Min- Max Media [Mediana] N (Animales)	Evaluación	Excl. de RI	Hallazgo clínico	Revisado <input type="checkbox"/>
HCT	28.84 %	Global sp RI: 28.1 - 48.3 38.7 [38.5] N = 62 (47 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
HGB [a]	96.133 g/L	Global sp RI: 91 - 144 121 [122] N = 50 (43 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
RBC [m]	3.97 *10 ⁶ cells/ μ L	Global sp RI: 4.14 - 7.67 5.51 [5.46] N = 50 (42 animales)	 Bajo/menor	No	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MCH [c]	24.21 pg	Global sp RI: 19.7 - 24.5 22.6 [22.7] N = 41 (35 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
MCV [c]	72.64 fL	Global sp RI: 62.2 - 77.1 71.1 [71.8] N = 42 (36 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
MCHC [c]	333.33 g/L	Global sp RI: 300 - 339 318 [317] N = 43 (37 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
Est. WBC count	4.95 *10 ⁹ cells/L	Datos insuficientes	~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
Neutrophil % [a]	61 %	Global sp RI: 13.6 - 90.7 55.0 [56.0] N = 45 (35 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
Lymphocyte % [a]	27 %	Global sp RI: 2.8 - 83.0 38.5 [34.0] N = 44 (34 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
Monocyte % [a]	4 %	Global sp RI: 0.0 - 11.2 3.1 [3.0] N = 65 (47 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
Eosinophil % [a]	5 %	Global sp RI: 0.0 - 12.0 3.4 [2.7] N = 40 (32 animales)	 ~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>
Basophil % [a]	3 %	Global sp RI: 0.0 - 0.2 0.0 [0.0] N = 42 (29 animales)	 Alto/ mayor	No	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Band % [a]	0 %	Datos insuficientes	~	No	~	<input checked="" type="checkbox"/>

La prueba requiere detalles

Datos requeridos	09/04/2022
Requerido por	Juliana Leal Nieves
Fecha y Hora de Inicio del Análisis	09/04/2022 14:00
Analizado por	Natalia Vargas Cabrera
Equipo de Análisis	~
Muestra Insuficiente	No

Calidad de la Muestra

color	~
Intensidad del Color	~
Claridad/Exactitud	~
consistencia , regularidad, coherencia	~
Características adicionales	~
Degradado	No

Notas/Comentarios

CASO 22-041

CASO 22-041

MORFOLOGIA: HIPOCROMIA 3+, MACROCITOS 2+, EQUINOCITOS 1+

Detalle de la muestra (GNS: S-TCF22-003792)

Fecha/Hora de Colecta	09/04/2022 10:30	Método de Colecta	Flebotomía
Tipo de muestra	Sangre Entera	Colectado por	Servicio Médico Veterinario
fuelle anatómica /tejido	Posterior tibial vein	Motivo	~
Aditivo/Preservativos	~	Excluir de intervalos de referencia	No

Figura 9.

Hemograma del mono rhesus (*Macaca mulatta*).

Las alteraciones morfológicas en los eritrocitos observadas en el hemograma del mono rhesus, como la hipocromía, se relacionan con anemias por deficiencia de hierro, mientras que los macrocitos se presentan cuando se da una eritropoyesis acelerada (Meneses- Guevara y Bouza- Mora 2015). Lo anterior, se puede correlacionar con los sangrados que estaba presentando el animal previo al manejo. Según Voight y Swist (2011) los equinocitos se relacionan con enfermedades hepáticas y renales, que en este caso no se pueden relacionar con algún hallazgo, porque no se hicieron pruebas bioquímicas y en el US realizado no se encontraron alteraciones evidentes en los órganos previamente mencionados.

La disminución en el conteo de los glóbulos rojos también se puede relacionar con el sangrado uterino anormal. La basofilia según Meneses- Guevara y Bouza- Mora (2015) puede relacionarse con hipotiroidismo, asma, enfermedad inflamatoria purulenta, hiperlipoproteinemia o por administración de estrógenos o heparina. Sin embargo, como en el párrafo anterior, tampoco se puede asociar con algún hallazgo.

La prueba de hemoglobina glicosilada es también conocida como prueba de A1c, esta proporciona información sobre los niveles promedio de glucosa en la sangre, en los últimos dos o tres meses. Se usa para diagnosticar la diabetes tipo 2 y prediabetes (ADA, 2022). Según Gong et al. (2013) la diabetes en monos rhesus (*Macaca mulatta*) se diagnostica con la prueba de A1c cuando el resultado de la medición es mayor a 4,1%. La prueba antes mencionada, fue la que se realizó a los monos rhesus en un laboratorio externo, ya que se sospechaba que eran diabéticos. Uno de los monos resultó diabético (prueba de hemoglobina A1c superior a 4.1%)

y los otros animales tuvieron resultados altos, pero dentro del rango normal, que va de (2 a 4%) (Gong et al. 2013). Lo previamente citado confirma que el abordaje para el diagnóstico de diabetes fue el correcto. A estos animales se les hizo un cambio de dieta, sin embargo, aún no se ha instaurado un tratamiento como tal.

3.4.3. Otras pruebas de laboratorio

Se hicieron exámenes de heces con el método de flotación con sulfato de zinc, esto en las aves y mamíferos de PEZ. Cabe recalcar que, como parte del programa de medicina preventiva de PEZ, se realizan este tipo de pruebas a todos los animales de la colección, dos veces al año. Adicionalmente, cuando un animal ingresa a la colección, se le hacen coprológicos seriados como parte de su proceso de cuarentena.

Durante la pasantía se realizaron un total de 65 exámenes coproparasitológicos, de los cuales 27 (27/65, 42%) pertenecían a mamíferos y 38 (38/65, 58%) a aves. De todos los exámenes coproparasitológicos realizados, 33 resultaron positivos (33/65, 51%) a distintos parásitos gastrointestinales.

Las aves parasitadas durante la estancia en PEZ fueron tres pavos reales (*Pavo cristatus*), dos gallinas de guinea (*Numida meleagris*) y dos faisanes de collar (*Phasianus colchicus*). Estas galliformes resultaron positivas a *Capillaria* spp, lo que coincide con los hallazgos parasitológicos de otra pasantía, en la cual dos pavos reales estaban parasitados por *Capillaria* spp (Campos- Picado 2018). Estos parásitos también han sido reportados como comunes en la literatura, por cual es

esperable encontrarlos en las muestras obtenidas de los ejemplares de este orden (Miller y Fowler 2014).

Los mamíferos con los que se trabajó fueron parasitados por una gran variedad de parásitos. La cebra de grant (*Equus quagga boehmi*) y los antílopes acuáticos (*Kobus ellipsiprymnus*) fueron parasitados por *Strongyloides* spp. Según Miller y Fowler (2014) entre los nemátodos gastrointestinales más comunes de los bóvidos en cautiverio, en este caso el antílope acuático, están *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Nematodirus*, *Strongyloides* y *Trichuris*; lo que evidencia que haber encontrado antílopes acuáticos positivos a *Strongyloides* es un hallazgo esperable. Mientras que, en équidos no domésticos como la cebra, es común encontrar *Parascaris equorum*, *Strongylus* spp., *Strongyloides* spp. y *Oxyuris* spp; lo que también concuerda con lo encontrado en el PEZ (Miller y Fowler 2014).

El dromedario (*Camelus dromedarius*) presentó una parasitosis por *Trichuris* spp. Lo cual es un resultado esperable, debido a que los parásitos GI que afectan estos animales son *Nematodirus battus*, *Trichuris tenuis* y *Trichuris ovis* (Miller y Fowler 2014).

El lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) y una tigresa (*Panthera tigris*) resultaron positivos a *Toxocara* spp. En el caso del lobo, según la literatura todas las enfermedades parasitarias conocidas en perros domésticos los afectan, por lo que encontrar *Toxocara* spp. en este animal es un hallazgo esperable (Singh-Dhaliwal y Dutt Juyal 2013; Miller y Fowler 2014). El resultado del examen coproparasitológico de la tigresa concuerda con la literatura, debido a que los felinos

son reservorios de parásitos como *Toxocara* spp. (Singh- Dhaliwal y Dutt Juyal 2013; Miller y Fowler 2014).

El lince rojo (*Lynx rufus*) presentó una parasitosis causada por *Ancylostoma* spp. que concuerda con lo reportado por Seguel y Gottdenker (2017).

Un punto por recalcar es que los parásitos mencionados en los dos párrafos anteriores, *Toxocara canis*, *Toxocara cati* y *Ancylostoma* spp. son parásitos zoonóticos (Singh- Dhaliwal y Dutt Juyal 2013). Lo antes mencionado, es relevante debido a que representan un posible riesgo de infección para los cuidadores y para los médicos veterinarios.

Las chinchillas (*Chinchilla lanigera*) presentaron coccidiosis durante la pasantía, lo cual es congruente con los parásitos que afectan esta especie según lo reportado por Miller y Fowler (2014).

En la mayoría de los animales parasitados, no se observaron signos de enfermedad, pero se decidió desparasitar. Basados en el fundamento de que, en cautiverio, el equilibrio que tienen los animales silvestres y exóticos con algunos parásitos (comensalismo), se ve afectado. Este desequilibrio causa que estos parásitos lleguen a ser patógenos. Además de que estos (los animales en cautiverio), están expuestos a parásitos distintos a los encontrados en la naturaleza (SENASA - SINAC 2014; Campos- Picado 2018).

Es importante que los planes de medicina preventiva incluyan un programa para el control parasitario, que incluya el monitoreo rutinario de parásitos, muestreando animales individuales o grupos y adecuando el calendario de las

examinaciones y tratamientos de rutina según las necesidades individuales de la especie, el tipo de recinto y su historia natural. También es importante mencionar que en algunos casos se puede realizar rotación de pasturas, como fue el caso del dromedario (*Camelus dromedarius*) donde restringió el acceso a un área de su recinto, para disminuir la carga parasitaria (Fowler y Miller 2014; Campos- Picado 2018).

Se realizaron urianálisis como pruebas complementarias durante el diagnóstico de los pacientes, estos se realizaron solamente en mamíferos. Este análisis incluía leucocitos, urobilinógeno, bilirrubina, pH, gravedad específica, glucosa, cetonas, nitritos, proteína, sangre y análisis del sedimento. Los mismos no presentaron alteraciones, salvo en el caso de un mono rhesus (*Macaca mulatta*).

En el urianálisis realizado al mono rhesus, se presentó glucosuria, este hallazgo se puede relacionar con animales tratados con sueros glucosados y en diabetes mellitus, en este caso era porque el animal presentaba hiperglicemia (Meneses- Guevara y Bouza- Mora 2015).

3.5 Caso clínico

3.5.1. Anamnesis

La paciente es una tigresa de bengala (*Panthera tigris*), llamada Daniela, hembra, cachorra (cuatro meses), nacida en cautiverio, de 20 kg, ingresada al área clínica del zoológico tras presentar una claudicación severa.

La cachorra nació en cautiverio en El Parque del Pueblo, Nezahualcóyotl, el 09 de noviembre de 2021, junto con otros dos tigres. A las dos semanas de edad, (el 23 de noviembre) se separó a Daniela de sus dos hermanos. Estos se fueron al PEZ para ser criados artificialmente mientras que Daniela se mantuvo con su madre por dos meses. La madre disminuyó la producción láctea cuando se separaron los cachorros, lo que generó una ingesta insuficiente de leche por parte de la cachorra. Ante esta situación, se decidió realizar un destete temprano y se cambia la dieta por alimento sólido. A los tres meses cuando ya estaba consumiendo carne, se traslada al PEZ para que conviviera con sus hermanos. La dieta de Daniela al llegar al PEZ consistió en carne roja y pollo, esto se suplementaba con un multivitamínico que contenía minerales y taurina una vez por semana (Anexo 5).

El 7 de marzo, se observó la tigresa con una claudicación grado II, por lo cual se le administró meloxicam a 0,3mg/kg. La misma se mantuvo en observación en los días posteriores y se notó una mejora. El 12 de abril se notó que el animal tenía severos problemas para caminar, por lo que se decide administrarle de nuevo meloxicam a 0,2mg/kg y dejarla en observación en la casa de noche, para que se mantuviera en reposo. Ese día tenía una claudicación tan severa que no se

desplazó para alimentarse. Al día siguiente ya presentaba paresia de los miembros posteriores, por lo que se remite para realizarle un estudio radiográfico.

3.5.2. Abordaje del caso y pruebas diagnósticas

El 13 de abril, la cachorra fue contenida físicamente en la casa de noche utilizando restricción visual empleando una toalla y dos “y pole”, esto con el fin de meterla a la caja transportadora. Se movilizó en esta caja desde su casa de noche a la clínica y de la clínica de PEZ se trasladó a Invetec (clínica de del Dr. Arredondo), para realizarle el estudio radiográfico.

Al llegar a Invetec, se evaluó si se desplazaba, situación que no sucedió. Posteriormente se sedó a Daniela, utilizando un protocolo anestésico que consistió en butorfanol (0,15 mg/kg), midazolam (0,2 mg/Kg) y ketamina (3mg/kg) y se redosificó con butorfanol (0,15 mg/kg), midazolam (0,1 mg/Kg) y ketamina (1,5 mg/kg dos veces) para realizar un EOG, un examen ortopédico, un examen neurológico, una RX y obtener una muestra de sangre. Los opioides en este caso el butorfanol, generan gran analgesia por lo que el examen ortopédico realizado puede ser no confiable.

Una vez sedada la cachorra se realizó un EOG completo en cual se observó que sus parámetros fisiológicos estaban normales (Cuadro 7).

Cuadro 7. *Parámetros fisiológicos de “Daniela” (Panthera tigris) obtenidos durante la evaluación inicial.*

Actitud	Membranas mucosas	Frecuencia Cardíaca	Frecuencia Respiratoria	Hidratación	Llenado capilar	Temperatura
Alerta	Rosadas	132	24	Normal	1 segundo	36, 7 °C

Posteriormente, se procedió a realizar un examen neurológico para ubicar la lesión. Se observó hiporreflexia en la prueba de reflejo rotuliano del miembro posterior derecho y arreflexia en el miembro posterior izquierdo. La cachorra presentó arreflexia en la prueba de sensibilidad profunda del miembro posterior izquierdo, pero sí reaccionó en los otros miembros.

Se realizó un examen ortopédico donde la cachorra presentó resistencia y dolor a la hora de flexionar y extender los miembros pélvicos, especialmente el izquierdo, al igual que en abducción y aducción y en las rotaciones internas y externas para evaluar la articulación coxofemoral. Adicionalmente, se realizó la prueba de cajón a la que resultó positiva; sin embargo, en animales jóvenes puede producirse un pequeño grado de movimiento que es considerado normal (Meana 2020).

Se realizaron tres tomas radiográficas, laterolateral derecha, laterolateral izquierda y ventrodorsal del área pélvica. En las radiografías se observó una pérdida de la densidad ósea generalizada y la disminución de los espacios intervertebrales. En la vista ventrodorsal, se observó una fractura patológica con mala configuración anatómica en el cuello femoral izquierdo, donde se apreció la formación de un callo óseo. En las vistas laterales se observó lordosis en L5, L6 y L7 y escalonamiento de L6 con vértebras sacras, columna vertebral con pérdida de densidad ósea generando obliteración de bordes con tejido muscular y graso (Figura 10).



Figura 10.

Radiografías de la tigresa “Daniela” (Panthera tigris). Radiografía ventrodorsal (A) y laterolateral (B).

Las muestras de sangre obtenidas se utilizaron para hacer un hemograma y pruebas bioquímicas. En los resultados del hemograma no se observó ninguna alteración (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados de hemograma de “Daniela” (*Panthera tigris*).

Parámetros	Resultado	Unidades	Rango de referencia ZIMS
Hematocrito	0.44	L/L	0.289 - 0.529
Hemoglobina	138	g/L	93 – 166
Eritrocitos	7	*10 ¹² cells/L	4.96 - 9.65
MCH	19.71	pg	16.8 - 21.7
MCV	62.86	fL	49.0 - 67.4
MCHC	313.64	g/L	278 – 374
Plaquetas	11.02	*10 ⁹ cells/L	6 – 14
Leucocitos	11.02	*10 ⁹ cells/L	5.5-19.5
Neutrófilos totales	79.7	%	58.3 - 91.7
Linfocitos	12.7	%	4.5 - 35.4
Monocitos	6.9	%	0.1 - 8.1
Eosinófilos	0.7	%	0.0 - 8.0
Basófilos	0.0	%	0.0 - 0.4
Neutrófilos en banda	0.0	%	0.0 - 83.0

En las pruebas de bioquímica realizadas, se detectó que la fosfatasa alcalina estaba elevada, lo que es un hallazgo esperable en un cachorro debido a la actividad osteoblástica (German y Hall 2012). Además, se observó un desbalance en la relación calcio: fósforo, esta era de 2:1,8 y debía de ser de 2: 1,5 según ALPZA (2016) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados de Pruebas bioquímicas “Daniela” (*Panthera tigris*).

Analito	Resultado	Unidades	Rango de referencia ZIMS
Albumina	37	g/L	23-40
Proteínas totales	69	g/L	61 – 82
Glucosa	6.41	mmol/L	4.11- 7.95
Fosfatasa alcalina	182	U/L	7 – 73
ALT	60	U/L	31 – 196
Colesterol	4.11	mmol/L	3.50 - 9.87
BUN	10.5	mmol/L	5.5 – 18.9
Creatinina	49	mmol/L	44-159
Calcio	2.44	mmol/L	2.1 - 2.8
Fósforo	2.17	mmol/L	1.16 - 2.75
Globulina	32	g/L	23 – 50
Relación A: G	1.2	Relación	0.1 - 1.8
Relación BUN/Crea	48	Relación	20.6 - 102.2
Bilirrubina total	3.0	µmol/L	0.3 - 6.8

Basados en la historia clínica, que indica que solo se le daba suplemento alimenticio que contenía el calcio y vitamina D una vez a la semana y debía darse diariamente, aunado a que consumía principalmente carne de res, se generó un desbalance en la relación calcio: fósforo que se manifestó en las pruebas bioquímicas y en los hallazgos radiológicos. Lo anterior causó que la tigresa padeciera de hiperparatiroidismo secundario nutricional.

El hiperparatiroidismo secundario nutricional es causado por bajas concentraciones de calcio en la dieta y altas de fósforo, mientras que la deficiencia de vitamina D también puede estar involucrada, como en este caso (Won 2004). La deficiencia de calcio en la dieta hace que disminuyan los niveles de calcio séricos,

lo que a su vez genera un aumento de la secreción de la parathormona (PTH). Al aumentar la PTH se genera que el cuerpo absorba más calcio del tracto gastrointestinal y hueso, lo que a su vez incrementa la excreción de fósforo en orina. Lo anterior causa alteraciones severas en el sistema esquelético, como las que se observan en las Rx de la tigresa, en donde la radio densidad de los huesos se ve muy similar a la del tejido blando (Won 2004).

Según reportan Krook y Whalen (2010), este tipo de hiperparatiroidismo causado por hipocalcemia inducida por la baja ingesta de calcio y/o exceso de fósforo, es reversible, si se da una dieta balanceada al animal. Los animales con este padecimiento, presentan un dolor óseo intenso relacionado con fracturas como en el caso de Daniela. Es importante mencionar que los animales carnívoros en la naturaleza no padecen esta enfermedad ya que al comer sus presas ingieren su carne, los huesos y las vísceras. El hueso en este caso suministra el calcio necesario en su dieta.

Los animales jóvenes corren un mayor riesgo de desarrollar hiperparatiroidismo, debido a que tienen una mayor demanda de calcio, porque se encuentran en crecimiento (Parker et al. 2015). Algunos de los signos clínicos que presentan los animales con esta patología son: claudicación, resistencia a ponerse de pie, resistencia a caminar y dolor esquelético, signos que presentaba la tigresa. Además, puede haber inflamación de las uniones costocondrales y las metáfisis (Parker et al. 2015). También pueden producirse fracturas óseas patológicas por algún traumatismo relativamente leve como le ocurrió a Daniela. Adicionalmente, la deformidad de las extremidades puede ser evidente y la compresión vertebral puede

provocar paresia o parálisis, provocando un severo daño neurológico (Moarrabi et al. 2008).

El desarrollo de enfermedades ortopédicas secundarias a deficiencias nutricionales puede sospecharse en función del historial dietético como se hizo en este caso. La prueba complementaria más útil es la radiografía, en esta se puede observar una disminución de la densidad ósea y corticales delgadas, con o sin fracturas (Parker et al. 2015). En condiciones normales, es necesaria una pérdida mineral de al menos un 30%, para que las lesiones por hiperparatiroidismo secundario nutricional sean visibles en la radiografía (Hazewinkel y Mott 2019).

3.5.3. Manejo del caso y tratamiento

El 13 de abril, se instauró el primer tratamiento que consistía en la administración de 1 mL de dimetil sulfóxido con lidocaína intravenoso diluido en 9 mL de solución salina. Además, se decidió administrarle 100 mL de manitol al 25% intravenoso (IV).

Por dos días seguidos se continuó con este tratamiento, realizando contención física para poder sedar a la paciente. Para la sedación se utilizó butorfanol (0,15 mg/kg), midazolam (0,2 mg/Kg) y ketamina (4mg/kg).

También se realizó un cambio en la dieta, la principal fuente de proteína pasó a ser pollo, se le empezó una dosis de tres gramos del suplemento nutricional para carnívoros, todos los días y se llevaba diariamente al asoleadero.

En un estudio realizado por Won (2004) en una tigresa de tres meses con hiperparatiroidismo secundario nutricional, se instauró un tratamiento que consistía

en confinar el animal en una caja y suplementarle en la dieta calcio y vitamina D; el mismo resultó en una recuperación rápida de la tigresa. Este tratamiento difiere al indicado en el PEZ, en cual se le dio a la tigresa múltiples fármacos como manitol y dimetil sulfóxido con lidocaína.

El dimetilsulfóxido es un antiinflamatorio, analgésico y mio relajante que está indicado para el dolor musculoesquelético y la lidocaína que es un anestésico local (AEMPS 2014). Por las propiedades antes descritas y que el hiperparatiroidismo secundario nutricional se ha relacionado con dolor esquelético; la administración de estos medicamentos fue útil en el abordaje del caso (Parker et al. 2015).

Además, se decidió administrarle 100 mL de manitol al 25% IV. Este medicamento está indicado para disminuir la presión intracraneal. La presión intracraneal elevada, se puede evaluar indirectamente; cuando el paciente tiene la consciencia disminuida y presenta hipertensión arterial con bradicardia (Escobar Tudela 2021). En el caso de la tigresa, no mostraba ni bradicardia, ni tenía un estado mental que concordara con el posible aumento de la presión intracraneal. Por lo previamente mencionado, no se le debió haber administrado manitol.

La tigresa no mostró mejoría, por lo que se tomó la decisión de probar con la proloterapia el día 16 de abril. La proloterapia es un tratamiento basado en inyecciones para el dolor musculoesquelético crónico (Reeves et al. 2016). Consiste en inyectar repetidamente compuestos proliferantes que tienen el efecto universal de incitar la irritación del tejido local, lo que conduce a una afluencia de células inflamatorias, la proliferación de fibroblastos con el subsiguiente depósito de

colágeno y la neulolisis temporal de los nociceptores periféricos (DeChellis y Cortazzo 2019).

Las soluciones que se emplean comúnmente son la dextrosa y la lidocaína, esto con el fin de reiniciar el proceso natural de curación del cuerpo, provocando una inflamación aguda controlada y la liberación de factores de crecimiento y, en última instancia, la deposición de colágeno (Dagenais et al. 2007).

Hasta la fecha, el mecanismo exacto de la proloterapia sigue siendo difícil de determinar, los protocolos de inyección carecen de estandarización y difieren en cuanto a los volúmenes y la concentración de los proliferantes utilizados, la frecuencia de las inyecciones y la técnica de inyección (DeChellis y Cortazzo 2019). En este caso, se siguió el protocolo brindado por el Dr. Rodrigo Colina, que consiste en utilizar una solución con: 6 mL de solución de agua estéril, 3mL de solución glucosada al 50%, 1mL de lidocaína y 2 mL de suero del animal.

El día 16 de abril, se sedó la paciente con un protocolo de butorfanol (0,3 mg/kg), midazolam (0,138 mg/Kg), ketamina (5mg/kg) y propofol (1mg/kg) para realizar la proloterapia. Primeramente, se rasuró toda el área lumbosacra, luego se hizo la desinfección de la zona con alcohol y yodo. Posteriormente se tomaron las muestras de suero para poder elaborar la solución requerida para la proloterapia. Se inició la terapia desde L1 hasta L7, utilizando las apófisis espinosas como guía, a dos centímetros hacia lateral de estas apófisis (espinosas) se introdujo la aguja hasta tocar las apófisis transversas, posterior a esto se subió la aguja aproximadamente unos 0,2 centímetros, para inyectar 1,5 mL de la solución previamente descrita, esto se realizó a cada lado de las vértebras (Figura 11).



Figura 11.

*Realización de la proloterapia en la tigresa "Daniela" (*Panthera tigris*).*

Al día siguiente la tigresa comenzó a caminar, este efecto duró por cinco días y de nuevo la tigresa dejó de caminar. Por lo que el día 27 de abril, se decidió repetir la proloterapia, en este caso con mepivacaína en lugar de lidocaína. Los efectos fueron mucho más duraderos en este caso, al 7 de mayo todavía la tigresa lograba caminar (último día en PEZ).

Es importante tomar en cuenta que, si se le hubiese dado un abordaje al caso como el reportado por Won (2004), sin el uso de la proloterapia, la paciente pudo haber respondido al tratamiento; sin embargo, probablemente hubiese tenido un tiempo recuperación más largo. La proloterapia permitió que la tigresa lograra

desplazarse de nuevo en un corto tiempo, lo que brinda un indicio de que los animales con un cuadro similar pueden ser sometidos a esta terapia; sin dejar de lado que, aunque estos animales puedan caminar deben de permanecer en reposo por al menos dos o tres semanas (Figura 12) (Sturgess 2013).



Figura 12.

Tigresa “Daniela” (Panthera tigris) caminando post proloterapia.

El día 07 de junio del 2022, se realizaron de nuevo estudios radiográficos, en los que se observó una densidad ósea mayor, si se compara con las tomas hechas el día 13 de abril del 2022. Lo mencionado con anterioridad, implica que el cambio de dieta está ayudando a mejorar la densidad ósea, como era esperado (Figura 13).

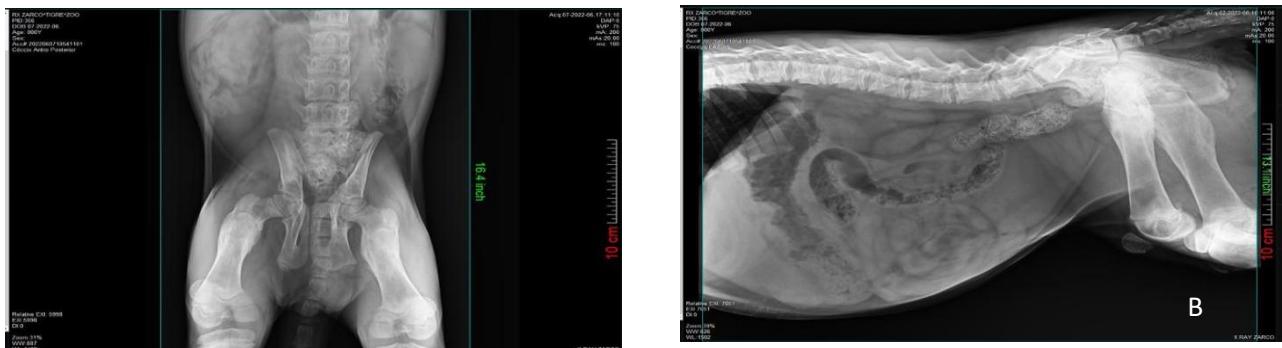


Figura 13.

Radiografías de la tigresa “Daniela” (Panthera tigris). Radiografía ventrodorsal (A) y laterolateral (B).

4. CONCLUSIONES

4.1 Se desarrollaron habilidades en distintas áreas de la medicina de animales de zoológico como: medicina preventiva, medicina interna, anestesiología, biología, nutrición y cirugía. Lo cual es sumamente valioso, debido a que durante la carrera los conocimientos en esta área son limitados.

4.2 Durante la pasantía se lograron utilizar distintas herramientas diagnósticas e interpretar los resultados de las mismas, en los cuales se debe tomar en cuenta las particularidades de cada especie.

4.3 A lo largo de la estancia en PEZ se realizaron múltiples exámenes objetivos generales en una gran variedad de grupos taxonómicos, lo que me permitió correlacionar las alteraciones en la salud de los diferentes especímenes, con distintos diagnósticos diferenciales.

4.4 Se utilizaron distintas técnicas de contención física y química en los animales de la colección, que me permitieron adquirir experiencia supervisada en el manejo seguro de los mismos.

5. RECOMENDACIONES

5.1 A las instituciones que trabajan con especies exóticas o silvestres en cautiverio

Es esencial que las instituciones con animales silvestres o exóticos en cautiverio cuenten con protocolos de medicina preventiva apropiados para las especies que están dentro de su colección, que se les brinde a las mismas una dieta adecuada y que los recintos cumplan con las necesidades biológicas de las distintas especies.

Hay muchas especies en cautiverio de las cuales hay muy poca información, por lo cual es primordial que estas instituciones desarrollen proyectos de investigación para recolectar datos y se logre así, un mejor entendimiento de estas especies.

5.2 A la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional

Al ser Costa Rica uno de los países con mayor diversidad de fauna a nivel mundial, se debe dar una mayor importancia en la malla curricular a la enseñanza de la medicina y manejo de especies exóticas y silvestres. Lo que se puede lograr con cursos optativos en estas áreas e involucrando a los estudiantes y profesionales en proyectos de investigación.

5.3 Al gobierno de Costa Rica

Es importante que se apoyen los proyectos de conservación (*insitu* y *exsitu*) y que se creen más espacios para educar a la población en general acerca de estos temas. También es necesario generar espacios de atención médica para la fauna silvestre en distintos lugares del país y apoyar a los proyectos que ya están establecidos.

5.3 Al público en general

La población tiene que tomar conciencia sobre el daño que causa tener animales silvestres y exóticos en cautiverio. Adicionalmente, es de vital importancia que la población sepa que los zoológicos en muchos casos son centros de conservación, educación, investigación, rescate, rehabilitación y liberación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca H. 2016. Fauna silvestre en condiciones de cautividad doméstica en Costa Rica: problemática y soluciones. *Biocenosis*.19 (2): 31–37.
- [AEMPS] Agencia Española de Medicamentos y Productos [Internet]. 2014. Madrid (España): AEMPS. [citado el 1 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.aemps.gob.es/>
- Aguilar-Orozco MG. 2017. Medicina de los animales exóticos y silvestres en el Departamento de Animales Exóticos y Silvestres del Veterinary Teaching Hospital de la Universidad de Illinois en Urbana Campaing y en el Servicio Veterinario del Brookfield Zoo Veterinary de Brookfield, Illinois. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Aguirre A. 2009. Essential veterinary education in zoological and wildlife medicine: a global perspective. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* [Internet]. [citado el 9 de setiembre de 2021]; 28 (2): 605–610. Disponible en : https://www.researchgate.net/publication/41403450_Essential_veterinary_education_in_zoological_and_wildlife_medicine_A_global_perspective doi: 10.20506/rst.28.2.1901
- [ACZM] American College of Zoo Veterinarians. [Internet]. 2018. Oregon (Estados Unidos): ACZM. [citado el 14 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.aczm.org/>

- Anson A, Millán L, Novellas R, Soler-Laguía M, García-Real I, Barreiro-Lois A. [Internet]. 2013. Radiología y ecografía qué nos pueden aportar. Barcelona (España): Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales (AVEPA). [citado el 14 de julio de 2022]. Disponible en: https://www.avepa.org/pdf/proceedings/RADIOLOGIA_ECOGRAFIA_PROC EEDING2013.pdf
- [ALPZA] Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios. [Internet]. 2016. Manuales para cuidado animal de la asociación de zoológicos y acuarios (AZA) traducidos al español por ALPZA. Santiago (Chile): ALPZA. [actualizado el 2 de febrero del 2020; citado el 14 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.alpza.com/manuales-de-cuidado-animal-de-aza-en-esp>
- [ALPZA] Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios [Internet]. 2020. Santiago (Chile): Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios (ALPZA). [actualizado el 2 de febrero del 2020; citado el 6 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.alpza.com/que-es-alpza>
- Arguedas R. 2002. Medicina veterinaria de animales silvestres en cautiverio. Heredia, C.R.: Práctica dirigida (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Campos-Picado D. 2018. Medicina y cirugía aplicada en animales silvestres de vida libre y cautiverio en el zoológico simón bolívar y cirugía en animales de compañía en prácticas. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.
- [CEPANAF] Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. [Internet]. 2021. México DF (México): CEPANAF. [citado el 17 de setiembre de 2021]. Disponible en: <http://cepanaf.edomex.gob.mx/>

- Chaudhari UK, Imran M, Manjramkar DD, Metkari SM, Sable NP, Gavhane DS, Katkam RR, Sachdeva G, Thakur MH, Kholkute SD. 2016. Use of ultrasound imaging for the diagnosis of abnormal uterine bleeding in the bonnet macaque (*Macaca radiata*). *Laboratory Animals* [Internet]. [citado el 14 de julio de 2022]; 51 (1): 65-74. Disponible en: <https://scihub.se/10.1177/0023677216637304> doi:10.1177/0023677216637304
- Conde D. 2013. Role of zoological gardens. In: MacLeod N, Archibald JD, Levin P, editores. *Grzimek's Animal Encyclopedia: Extinction*. 2. ed. Detroit: Cengage Learning. p. 207-215.
- Cushing AC, Ramsay EC, Newman SJ, Hespel AM, Sula MM. 2019. Hypergammaglobulinemia and myeloma in five tigers (*Panthera tigris*): clinicopathological findings. *J Zoo Wildl Med* [Internet]. [citado el 1 de junio de 2022]; 50 (1): 219-224. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31120681/> doi: 10.1638/2018-0068.
- Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife—threats to biodiversity and human health. *Science*. [Internet]. [citado el 19 de setiembre de 2021]; 287(5452):443-449. Disponible en: <https://scihub.se/10.1126/science.287.5452.443> doi:10.1126/science.287.5452.44
- Dagenais S, Yelland MJ, Del Mar C, Pirozzo S, Schoene ML. 2007. Prolotherapy injections for chronic low-back pain: a systematic review. *The Cochrane database of systematic reviews* [Internet]. [citado el 24 de mayo de 2022]; 2 (1): 1-28. Disponible en: <https://scihub.st/https://doi.org/10.1002/14651858.CD004059.pub3> doi:10.1002/14651858.cd004059.pub3

- DeChellis DM, Cortazzo MH. 2011. Regenerative medicine in the field of pain medicine: Prolotherapy, platelet-rich plasma therapy, and stem cell therapy-theory and evidence. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management* [Internet]. [citado el 1 de junio del 2022];15(2), 74–80. Disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-a78b6f43-394b-34a8-823b-be11b595dae6> doi:10.1053/j.trap.2011.05.002
- Deem SL. 2007. Role of zoo veterinarian in the conservation of captive and free-ranging wildlife. *Int. Zoo Yb.* (41): 3 – 11.
- Deem SL. 2015. Conservation medicine to one health: the role of zoologic veterinarians. In: Miller E y Fowler M, editores. *Fowler's Zoo and wild animal medicine*. 8. ed. Missouri: Elsevier. p. 699-702.
- Dennis R, Kirberger R, Barr F, Wrigley R. 2010. *Handbook of small animal radiology and Ultrasound. Techniques and Differential Diagnoses*. 2. ed. Edinburgh (UK): Churchill Livingstone Elsevier. p. 1-39.
- Doneley B. 2016. *Avian medicine and surgery in practice: companion and aviary birds*. 2. ed. Florida (EEUU): CRC Press. p. 450- 455.
- Drews C. 2002. *Rescate de fauna en el neotrópico, iniciativas y perspectivas*. Heredia (CR): Editorial Universidad Nacional. 10 p.
- Escobar- Tudela. 2021. *Evaluación del incremento de la presión intracraneal en caninos politraumatizados en la clínica veterinaria EVET de la ciudad de Cochabamba*. Cochama, Bolivia: Trabajo final de graduación (Licenciatura) Universidad Mayor de San Simón.

- Fallas-Paniagua S. 2012. Pasantía: Clínica y Cirugía aplicada en animales silvestres en “The Raptor Center” y “The Wildlife Rescue and Rehabilitation Center” en Minnesota, Estados Unidos. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Flores-Reynoso E. 2006. Manual para el manejo veterinario del erizo pigmeo africano (*Atelerix albiventris*) en cautiverio. México DF, México. Tesis (Licenciatura) Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arguedas R. 2002. Medicina veterinaria de animales silvestres en cautiverio. Heredia, C.R.: Práctica dirigida (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Fowler M. 2008. Restraint and handling of wild and domestic animals. 3. ed. Singapore: Blackwell Publishing. p. 10-470.
- Gavin PR, Bagley RS. 2009. Practical small animal magnetic resonance imaging. Iowa (EEUU): WileyBlackwell. 363 p.
- German AJ, Hall E. 2012. Evaluación laboratorial de la enfermedad hepática. In Villiers E, editor. Manual diagnóstico de laboratorio en pequeños animales. Barcelona (España): Lexus. p. 258-259.
- Gómez E. 2019. Medicina interna, cirugía de tejidos blandos, diagnóstico por imágenes, emergencias y cuidados intensivos en especies de compañía, en el Hospital Especies Menores y Silvestres de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, Costa Rica y en el Centro Veterinario México, México. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.

- Gong L, Zeng W, Yang Z, Chen Z, Cheng A, Shen Y, Yang Y. 2013. Comparison of the clinical manifestations of type 2 diabetes mellitus between rhesus monkey (*Macaca mulatta lasiotis*) and human being. *Pancreas* [Internet]. [citado el 14 de julio de 2022]; 42 (3): 537–542. Disponible en: <https://scihub.se/10.1097/mpa.0b013e3182732501> doi:10.1097/mpa.0b013e3182732501
- Hazewinkel H, Mott J. [Internet]. 2019. Principales desequilibrios nutricionales implicados en las enfermedades osteoarticulares. Madrid (España): vetacademy.com; [actualizado el 18 de noviembre del 2019; citado el 1 de junio del 2022]. Disponible en: <https://vetacademy.royalcanin.es/wp-content/uploads/2019/11/Cap-11-Principales-desequilibrios-nutricionales-implicados-en-las-enfermedades-osteoarticulares.pdf>
- Hernández T. 2015. Clínica y cirugía aplicada en menores y mascotas exóticas en el Centro Médico Veterinario Martínez y Vargas. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Holloway A, McConnell J. 2016. Radiography and radiology a foundation manual. Gloucestershire (UK): British Small Animal Veterinary Association: 394 p.
- Howard LL, Kearns KS, Clippinger TL, Larsen RS, Morris PJ. 2004. Chemical immobilization of rhesus monkey (*Macaca mulatta*) with carfentanil–xylazine or etorphine–xylazine. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. [Internet]. [citado el 9 de julio de 2022]; 35(3), 312–319. Disponible en: <https://scihub.se/10.1638/03-090> doi:10.1638/03-090
- Jiménez M, Vega K, Pereira M, Hagnauer I. 2017. Emergencias más frecuentes en animales silvestres. *Ciencias Veterinarias*. 36 (3): 37.

- Kasso M, Balakrishnan M. 2013. Ex situ conservation of biodiversity with particular emphasis to Ethiopia. *ISRN Biodiversity*. [Internet]. [citado el 9 de setiembre de 2021]; 985037 (2013): 1-11. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/985037/cta/> doi: 10.1155/2013/985037
- Kohlmann B. 2011. Biodiversity Conservation in Costa Rica – An Animal and Plant Biodiversity Atlas. In: Pavlinov I, editor. *Research in Biodiversity – Modals and Applications*. Londres (UK): InTech. p. 204-222.
- Krook L, Whalen JP. 2010. Nutritional secondary hyperparathyroidism in the animal kingdom: report of two cases. *Clinical Imaging* [Internet]. [citado el 1 de junio de 2022]; 34(6), 458–461. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21092876/> doi:10.1016/j.clinimag.2010.08.01
- Ley de Conservación de Vida Silvestre – No. 7313. 1992. Imprenta Nacional, San José, C.R.
- Mader DR, Divers SJ. 2014. *Current Therapy in Reptile Medicine & Surgery*. Missouri: Elsevier. 100- 462 p.
- Madruga GM, Crivellenti LZ, Borin- Crivellenti S, Cintra CA, Gomes LG, Spiller PR. 2017. Comparative use of dimethyl sulphoxide (DMSO) in different animal species. *VETMED* [Internet]. [citado el 13 de julio de 2022]; 62(04), 179–185. Disponible en: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/176_2015-VETMED.pdf doi: 10.17221/176/2015-VETMED

- Marguerie M, Mascaros P, Selva L, Corpa JM. [Internet]. 2019.Principales patologías respiratorias en conejos. Valencia (España): asescu.com; [citado el 13 de julio de 2022] Disponible en: <https://asescu.com/wp-content/uploads/2019/12/SanidadyBioseguridad194.pdf>
- Martín M. 2008. Medicina veterinaria en mascotas exóticas. Heredia, C.R.: Tesis (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Meana J. [Internet]. 2020. Ruptura de ligamento cruzado anterior, una revisión de la causa de cojera más común en el perro. Madrid (España): PucholHospitalVeterinario.com; [actualizado el 8 de julio del 2020; citado el 1 de junio del 2022]. Disponible en: <https://veterinarios.hospitalveterinariopuchol.com/rotura-del-ligamento-cruzado-anterior/>
- Meneses- Guevara A, Bouza- Mora L. 2015. Manual de hematología y química clínica en medicina veterinaria. 1.ed. Heredia: Editorial Universidad Nacional. p.67-73.
- Miller RE, Fowler ME. 2014. Fowler's zoo and wild animal medicine. 8. ed. Missouri (EEUU): Elsevier Saunders.
- Miller RE, Fowler ME. 2019. Fowler's zoo and wild animal medicine current therapy. 9. ed. Missouri (EEUU): Elsevier Saunders. 793 p.

[MINAE-SINAC-CONAGEBIO-FONAFIFO] Ministerio de Ambiente y Energía, Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad, Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. 2018. Resumen Sexto Informe Nacional de Costa Rica ante el Convenio de Diversidad Biológica. San José: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - Apoyo técnico para que las Partes Elegibles desarrollen el Sexto Informe Nacional para el CDB (6NR-LAC) Costa Rica.

Mitchell MA, Tully TN. 2009. Manual of Exotic Pet Practice. Missouri (EEUU): Saunders Elsevier. 546 p.

Moarrabi A, Mosallanejad B, Khadjeh G, Noori B. 2008. Nutritional secondary hyperparathyroidism in cats under six-month-old of ahvaz. Iran J Vet Surg [Internet]. [citado el 1 de junio de 2022]; 03(1):59-65. Disponible en: http://www.ivsajournals.com/article_3216.html

Longley L. 2010. Small animal exotic pet medicine. 1. ed. Missouri(EEUU): Elsevier Saunders.

Obando V. 2007. Biodiversidad de Costa Rica en cifras. Heredia: INBio.26 p.

Parker VJ, Gilor C, Chew DJ. 2015. Feline hyperparathyroidism: pathophysiology, diagnosis and treatment of primary and secondary disease. J Feline Med Surg [Internet]. [citado el 1 de junio del 2022]; 17(5):427-39. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25896242/> doi: 10.1177/1098612X15581134

- Pires S, Petrossian G. 2015. Understanding parrot trafficking between illicit markets in Bolivia: an application of the CRAVED. *Int J Comp Appl Crim Justice* [Internet]. [citado el 24 de mayo de 2022] 40 (1): 63-77. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/274372712_Understanding_parrot_trafficking_between_illicit_markets_in_Bolivia_an_application_of_the_CRAVED_model doi: 10.1080/01924036.2015.1028951
- Pugh DG, Baird AN. 2012. *Sheep and goat medicine*. 2.ed. Missouri (EEUU): Elsevier Saunders.p. 291-323.
- Reeves KD, Sit RW, Rabago DP. 2016. Dextrose prolotherapy: a narrative review of basic science, clinical research, and best treatment recommendations. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. citado el 1 de junio de 2022]; 27(4):783-823. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27788902/> doi: 10.1016/j.pmr.2016.06.001.
- Rosero-Bixby L, Palloni A. 1998. Population and deforestation in Costa Rica. *Popul Environ*. 20 (2): p. 149–185.
- Ruiz J. 2020. Pasantía en el servicio de medicina zoológica del hospital veterinario de docencia de Louisiana State University, Estados Unidos. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Sathya C, Strehl-Heldreth D, Fiorello C, Harms C. 2016. Best practice guidelines for field based surgery and anesthesia of free ranging wildlife. *Anesthesia and analgesia. J Wild Dis*. 52 (1): p.14-27

- Seguel M, Gottdenker N. 2017. The diversity and impact of hookworm infections in wildlife. *International Journal for Parasitology* [Internet]. [citado el 13 de julio de 2022]; 6 (3):177–194. Disponible en: <https://scihub.se/10.1016/j.ijppaw.2017.03.007> doi:10.1016/j.ijppaw.2017.03.007
- [SENASA - SINAC] Servicio Nacional de Salud Animal y Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 2014. Manual de buenas prácticas para el manejo de ex-situ de animales silvestres. San José, Costa Rica.
- Shrivastav AB, Singh, KP. 2012. Tigers blood: haematological and biochemical studies. *Indian Journal of Animal Sciences*. [Internet]. [citado el 13 de julio de 2022]; 84 (10) 1061-1064. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299858377_Tigers_Blood_Haematological_and_Biochemical_Studies/link/5c6fdcdb92851c695036e0b8/download doi: 10.5772/50360.
- Singh-Dhaliwat BB, Dutt-Juyal P. 2013. Parasitic zoonoses. 1. ed. New Delhi: Springer. p. 13.
- Shury T. 2014. Capture and physical restraint of zoo and wild animals. In: West G., Heard D., Caulkett N, editores. *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*. 2.ed. Oxford (UK): Wiley Blackwell. p. 131-144.
- Sturgess K. 2013. *Feline internal medicine*. 2.ed. Oxford: Wiley Blackwell. p. 92-263.
- Vega R. 2013. *Medicina de mamíferos exóticos y especies menores*: Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover. Heredia, C.R.: Pasantía (Licenciatura) Universidad Nacional.

- Warwick C, Steedman C, Jessop M, Arena P, Pilny A, Nicholas E. 2018. Exotic pet suitability: Understanding some problems and suing a labeling system to aid animal welfare, environment, and consumer protection. *J Vet Behav* [Internet]. [citado el 14 de setiembre del 2021]; 25: 17-26. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1558787818300364> doi: 10.1016/j.jveb.2018.03.015
- West G, Heard D, Caulkett N. 2007. Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia. 2. ed. Oxford: Blackwell.
- Withrow S, Vail D. 2007. Small animal clinical oncology. 4. ed. Canada: Elsevier.
- Won DS, Park C. 2004. A Case of nutritional secondary hyperparathyroidism in a siberian tiger Cub. *Journal of Veterinary Medical Science* [Internet]. [citado el 1 de junio de 2022]; 66(5), 551–553. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1292/jvms.66.551> doi: 10.1292/jvms.66.551

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1.

Nombre común y científico de las especies de mamíferos tratadas durante la pasantía según su orden y familia.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Artiodactyla	Hippopotamidae	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hipopótamo
	Bovidae	<i>Capra aegagrus hircus</i>	Cabra
		<i>Antilope cervicapra</i>	Black buck
		<i>Bison bison</i>	Bisonte
		<i>Tragelaphus oryx</i>	Antílope eland
		<i>Oryx gazella</i>	Órix del Cabo
		<i>Connochaetes taurinus</i>	Ñu azul
		<i>Bubalus bubalis</i>	Búfalo de agua
		<i>Bos mutus</i>	Yak
		<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Antílope acuático
		<i>Syncerus caffer caffer</i>	Búfalo cafre
		<i>Oryx dammah</i>	Cimitarra
		<i>Ammotragus lervia</i>	Borrego auodad
		<i>Bos taurus</i>	Vaca
		<i>Ovis aries musimon</i>	Borrego muflón
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar
	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Cerdo
	Camelidae	<i>Camelus dromedarius</i>	Dromedario
		<i>Lama glama</i>	Llama
		<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco
	Cervidae	<i>Cervus nippon</i>	Ciervo sika
		<i>Axis axis</i>	Axis
<i>Cervus elaphus</i>		Ciervo rojo	
<i>Dama dama</i>		Gamo	
<i>Cervus canadensis</i>		Wapití	
<i>Odocoileus virginianus</i>		Venado cola blanca	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar
		<i>Felis catus</i>	Gato doméstico
		<i>Panthera tigris</i>	Tigre de bengala
		<i>Panthera leo</i>	León
		<i>Lynx rufus</i>	Lince rojo
	Canidae	<i>Canis lupus baileyi</i>	Lobo mexicano
		<i>Canis latrans</i>	Coyote
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
Perissodactyla	Rhinocerotidae	<i>Ceratotherium simum</i>	Rinoceronte blanco
	Equidae	<i>Equus caballus</i>	Caballo
		<i>Equus quagga boehmi</i>	Cebra de grant
		<i>Equus asinus</i>	Burro
Proboscidea	Elephantidae	<i>Elephas maximus</i>	Elefante asiático
Lagomorpha	Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo
Rodentia	Caviidae	<i>Cavia porcellus</i>	Cuyo
	Chinchillidae	<i>Chinchilla lanigera</i>	Chinchilla
Eulipotyphla	Erinaceidae	<i>Atelerix albiventris</i>	Erizo africano
Primates	Hominidae	<i>Pan troglodytes</i>	Chimpancé
	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador
	Cercopithecidae	<i>Macaca mulatta</i>	Mono rhesus
Diprotodontia	Macropodidae	<i>Macropus rufus</i>	Canguro rojo

7.2. Anexo 2.

Nombre común y científico de las especies de aves tratadas durante la pasantía según su orden y familia.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguillillas
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila
		<i>Eupsittula canicularis</i>	Loro atolero
		<i>Ara macao</i>	Guacamaya roja
		<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde
		<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla
		<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeza azul
		<i>Amazona viridigenalis</i>	Loro tamaulipeco
		<i>Psittacara mitratus</i>	Loro mirtrado
		<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca
		<i>Pionus maximiliani</i>	Loro maximiliano
		<i>Pionus senilis</i>	Loro cabeza de viejo
		<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cucha
	<i>Psittacus erithacus</i>	Loro africano	
	<i>Eupsittula nana</i>	Loro pecho sucio	
	Psittaculidae	<i>Melopsittacus undulatus</i>	Loro australiano
<i>Platycercus spp.</i>		Rosella	
<i>Eclectus roratus</i>		Electus	
Cacatuidae	<i>Eolophus roseicapilla</i>	Cacatúa rosada	
	<i>Nymphicus hollandicus</i>	Ninfa	
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca
	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Calandria
Struthioniformes	Struthionidae	<i>Struthio camelus</i>	Avestruz
	Dromaiidae	<i>Dromaius novaehollandiae</i>	Emú

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Galliformes	Phasianidae	<i>Pavo cristatus</i>	Pavo real
		<i>Chrysolophus pictus</i>	Faisán dorado
		<i>Syrnaticus reevesii</i>	Faisán lady
		<i>Lophura diardi</i>	Faisán espalda de fuego
		<i>Lophura nycthemera</i>	Faisán plateado
		<i>Phasianus colchicus</i>	Faisán de collar
	Numididae	<i>Numida meleagris</i>	Gallina de guinea
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato criollo
		<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar
		<i>Anser anser</i>	Ganso
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza
Gruiformes	Gruidae	<i>Balearica regulorum</i>	Grulla coronada
Musophagiformes	Musophagidae	<i>Tauraco erythrolophus</i>	Turaco

7.3. Anexo 3.

Nombre común y científico de las especies de reptiles tratadas durante la pasantía según su orden y familia.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga casquito
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana
Squamata	Pythonidae	<i>Python regius</i>	Pitón bola

7.4. Anexo 4.

Nombre común y científico de la especie de anfibio tratada durante la pasantía según su orden y familia.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Caudata	Ambystomatidae	<i>Ambystoma dumerilii</i>	Ajolotes

7.5. Anexo 5.

Ficha técnica del suplemento alimenticio suministrado a los carnívoros de PEZ.

Mazuri® Carnivore Supplement

57UX

With vitamin B₁₂ & Taurine

(Available at our TestDiet Unit (765)966-1885/info@testdiet.com)

Description

For all carnivorous species in need of added taurine. To supplement raw meat diets.

Product Form

Meal

Catalog #0008081

Approximate Nutrient Composition

Taurine, %	9.9
Calcium, %	35.8
Iodine, ppm.....	4.6
Thiamin, ppm.....	13
Riboflavin, ppm.....	10
Niacin, ppm	40
Pantothenic Acid, ppm	60
Folic Acid, ppm.....	3.0
Pyridoxine, ppm.....	9.8
Vitamin B ₁₂ , mcg/kg.....	100
Vitamin A, IU/kg.....	449,000
Vitamin D ₃ (added), IU/kg.....	3,000
Vitamin E, IU/kg.....	300
Vitamin K (as menadione), ppm.....	1.5

Ingredients

Calcium carbonate, taurine, monosodium glutamate, vitamin A acetate, dl-alpha tocopheryl acetate (source of vitamin E), menadione dimethylpyrimidinol bisulfite (vitamin K), vitamin B₁₂ supplement, calcium pantothenate, nicotinic acid, thiamin mononitrate, pyridoxine hydrochloride, riboflavin, calcium iodate, cholecalciferol (vitamin D₃), folic acid.

Directions for use

Supplement at a rate of 3 to 5 grams Mazuri Carnivore Supplement, 57UX, per 100 pounds body weight per day (1 to 1 2/3 teaspoons per 100 pounds of body weight per day or 1/4 to 1/2 teaspoon per 25 pounds of body weight per day). Supplementation level is somewhat dependent on the raw meat diet. Diets which include whole animals and/or organ meat may be supplemented with 3 grams per 100 pounds body weight per day. Diets which are primarily composed of skeletal muscle should be supplemented with 5 grams per 100 pounds body weight per day.

Average Feed Weights


Measurement	Kg of Diet
1 tsp	2.93
1 tbsp	8.91
¼ cup	32.4
½ cup	64.2
1 cup	131.9

Quality Controlled by PMI Nutrition International, a subsidiary of America's oldest and largest animal nutrition company.

Nutrient composition is based on the latest ingredient analysis information. Since nutrient composition of natural ingredients varies, analyses will vary accordingly.


7.6. Anexo 6.

Formato para anotar los hallazgos del EOG de las aves pertenecientes a la colección de PEZ.



SEPARAF
Servicio Estatal de Parques
Naturales y de la Fauna

SOIP AVES



ESPECIE: _____ **ID:** _____ **SEXO:** [†] _____ **FECHA:** _____

Subjetivo (HC, anamnesis, motivo de manejo)

Objetivo			
Estado mental		Peso	
C		FR	CC
Pulso		Oídos	Mucosas
Cavidad oral (coanas)		Ojos	Región cloacal
Palpación celómica		Sacos aéreos	
Tegumento (plumas)		Superficies podales	
Examen ortopédico			
Examen neurológico			
Medicamentos			
Muestras			

Interpretación

Plan


MVZ. _____

Cédula: _____

Firma: _____


7.7. Anexo 7.

Formato para anotar los hallazgos del EOG de los mamíferos pertenecientes a la colección de PEZ.



EPANAF
Misión Estatal de Parques
Naturales y de la Fauna

SOIP MAMIFEROS



ESPECIE:
ID:
SEXO:
FECHA:

Subjetivo (HC, anamnesis, motivo de manejo)

Objetivo

Estado mental	Peso	CC	
FC	FR	T°	
Pulso	RD	RT	
Narinas	Hidratación	PP	
Ojos	Oídos	DP	
Linfonodos	Superficies podales	Campos pulmonares	
Región urogenital	Cavidad oral (mucosas, TLLC)		
Palpación abdominal	Tegumento		
Examen ortopédico			
Examen neurológico			
Medicamentos			
Muestras			

Interpretación

Plan

MVZ.
Cédula:
Firma: