

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS

**DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LA GLÁNDULA
HIPÓFISIS Y ADRENALES EN LA LLAMA**

PRESENTADA POR:

Br. SAIDA PUMA AYMA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE MÉDICO VETERINARIO**

ASESORES:

MSc. JULIO ENRIQUE RAMIREZ HUANCA

Dr. PEDRO WALTER BRAVO MATHEUS

FINANCIADO POR: PROGRAMA

YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ -

UNSAAC

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor JULIO ENRIQUE RAMIREZ HUANCA
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LA
GLÁNDULA HIPÓFISIS Y ADRENALES EN LA LLAMA

Presentado por: SAIDA PUMA AYMA DNI N° 72079497
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de MEDICO VETERINARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 07 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 27 de ENERO de 20 26

Firma

Post firma JULIO ENRIQUE RAMIREZ HUANCA

Nro. de DNI 41268168

ORCID del Asesor 1: 0000-0003-2011-4294

ORCID del Asesor 2: 0000-0002-4257-9394

PEBRO WALTER BRAVO MATHEUS DNI. 23954705

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:549833571

SAIDA PUMA AYMA

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LA GLÁNDULA HIPÓFISIS Y ADRENALES EN LA LLAMA.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:549833571

Fecha de entrega

27 ene 2026, 7:04 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

27 ene 2026, 7:16 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LA GLÁNDULA HIPÓFISIS Y ADRENALES EN LA LLAMA.docx

Tamaño del archivo

6.1 MB

68 páginas

13.527 palabras

74.126 caracteres

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
10 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por su amor y su amabilidad, que me permite sonreír frente a todos mis logros que son resultado de su asistencia, y cuando caigo y me pone a prueba, aprendo de mis fallas y me doy cuenta que los pone en frente mío para que crezca como ser humano, y se expanda de distintas formas. Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan sustancial de mi vida, sino en todo instante ofreciéndome lo mejor e intentando encontrar lo destacado para mi persona.

A mis padres y hermanos por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre Julio Bruno Puma Llasccanoa por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre Vilma Ayma Mamani por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco.

A la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, que me formo
profesionalmente.

A los docentes de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria Sicuani, por
transmitir en mi persona sus conocimientos.

A mis asesores, Ph.D. Pedro Walter Bravo Matheus y Mg. Sc. Julio Enrique
Ramirez Huanca, por su guía, por su paciencia, sabiduría y apoyo
incondicional a lo largo de este camino académico.

Al proyecto de investigación “Implementación de la microscopia virtual para
mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje” por financiar la presente tesis.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
III. MARCO TEÓRICO	5
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Antecedentes	5
3.2. Aspectos generales de la llama	6
3.3. Sistema endocrino en animales	7
3.4. Naturaleza y función de las hormonas	8
3.5. Glándula hipófisis	9
3.5.1. Anatomía de la glándula hipófisis	9
3.5.2. Parte distal	9

3.5.3.	Parte intermedia.....	11
3.5.4.	Parte nervosa	11
3.6.	Glándula adrenal	12
3.6.1.	Anatomía de las glándulas adrenales	12
3.6.2.	Corteza de las glándulas adrenales	13
3.6.3.	Médula de las glándulas adrenales	15
4.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	16
4.1.	Ámbito de estudio.....	16
4.2.	Materiales.....	16
4.3.	Metodología.....	18
4.3.1.	Obtención de la muestra y fijación	18
4.3.2.	Deshidratación e inclusión.....	18
4.3.3.	Corte	19
4.3.4.	Tinción	19
4.3.5.	Montaje.....	19
4.3.6.	Lectura e interpretación	19
4.3.7.	Captura de imágenes.....	20
4.3.8.	Edición de imágenes.....	20
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1.	Hipófisis.....	21
5.1.1.	Parte distal	21
5.1.2.	Parte intermedia.....	23
5.1.3.	Parte nervosa	26
5.2.	Glándula adrenal	29
5.2.1.	Cápsula	30
5.2.2.	Corteza	33
5.2.3.	Médula.....	40
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
6.	Conclusiones y recomendaciones	44

6.1.	Conclusiones.....	44
6.2.	Recomendaciones.....	45
VII.	REFERENCIAS.....	46
VIII	ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dibujos esquemáticos de secciones medio sagitales de la hipófisis cerebral	9
Figura 2 Hipófisis de la llama a menor aumento.....	21
Figura 3 Parte distal y parte intermedia de la hipófisis de la llama	22
Figura 4 Parte distal de la hipófisis de la llama a mayor aumento.....	23
Figura 5 Parte distal e intermedia de la hipófisis de la llama	24
Figura 6 Parte intermedia de la hipófisis de la llama.....	24
Figura 7 Parte intermedia de la hipófisis de la llama a mayor aumento	25
Figura 8 Parte intermedia y nervosa de la hipófisis de la llama	25
Figura 9 Parte nervosa de la hipófisis de la llama	26
Figura 10 Parte nervosa de la hipófisis de la llama tinción tricrómica	27
Figura 11 Parte nervosa de la hipófisis de la llama a mayor aumento.....	27
Figura 12 Vista panorámica de la glándula adrenal de la llama.	30
Figura 13 Cápsula de la glándula adrenal de la llama	31
Figura 14 Detalle de la cápsula en la glándula adrenal de la llama	31
Figura 15 Fibras de tejido conectivo en la cápsula adrenal de la llama.....	32
Figura 16 Zona glomerular de la corteza adrenal de la llama.....	34
Figura 17 Células de la zona glomerular de la corteza adrenal de la llama	34
Figura 18 Zona fasciculada de la corteza adrenal de la llama	35
Figura 19 Células de la zona fasciculada de la corteza adrenal de la llama.....	36
Figura 20 Zona reticular en la corteza adrenal de la llama	36
Figura 21 Zona reticular y límite con la médula adrenal en la llama.....	37
Figura 22 Médula adrenal en la llama	40
Figura 23 Detalle de las células cromafines en la médula adrenal de la llama	41
Figura 24 Manguito cortical en la médula adrenal de la llama.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de hormonas producidas en la parte distal	10
Tabla 2 Resumen de hormonas producidas en la parte neural.....	12
Tabla 3 Resumen de hormonas producidas en la corteza adrenal.....	14
Tabla 4 Resumen de hormonas producidas en la médula adrenal	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de formol tamponado	523
Anexo 2. Preparación de alcoholes	523
Anexo 3. Esquema del proceso de deshidratación, aclaramiento e inclusión	534
Anexo 4. Esquema del proceso de la tinción de Hematoxilina – eosina	545
Anexo 5. Esquema del proceso de tinción de Tricómico de Masson	556
Anexo 6. Galería fotográfica 1	567
Anexo 7. Galería fotográfica 2	578

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Histología y Patología Veterinaria de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. El objetivo fue describir la histología de la glándula hipófisis y de las glándulas adrenales en la llama (*Lama glama*). Se emplearon 10 llamas, machos y hembras de cuatro a doce meses de edad, aparentemente sanas. Tras la eutanasia, se colectaron las glándulas de interés y el material fue procesado mediante la técnica de inclusión en parafina. Se aplicaron los protocolos de coloración con Hematoxilina–Eosina y Tricrómico de Masson. Las láminas histológicas fueron evaluadas con un microscopio óptico (Nikon Eclipse 100®), apoyándose en atlas de histología veterinaria y literatura científica especializada para la descripción microanatómica. La hipófisis presentó tres porciones bien definidas: la parte distal, con células cromóforas, acidófilas y basófilas; la parte intermedia, compuesta por células melanotrópicas claras y oscuras; y la parte nervosa, integrada por axones amielínicos cuyas terminaciones dilatadas corresponden a los cuerpos de Herring donde se almacenan hormonas. La glándula adrenal mostró una organización clásica: cápsula (tejido conectivo), corteza (con zonas glomerulosa, fasciculada y reticular, con características particulares en cada zona y presencia de capilares) y médula, conformada por células claras y oscuras, además de venas medulares. En conclusión, la morfología histológica observada es similar a la descrita en otros mamíferos domésticos próximos, como la alpaca y el camello, aportando información relevante para el conocimiento de la especie *Lama glama*.

Palabras clave: Glándula adrenal, Glándula hipófisis, Histología, Llama.

ABSTRACT

The study was conducted at the Laboratory of Histology and Veterinary Pathology of the Professional School of Veterinary Medicine at the Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. The objective was to describe the histological characteristics of the pituitary gland and adrenal glands in the llama (*Lama glama*). Ten apparently healthy llamas, both males and females aged four to twelve months, were used. Following euthanasia, the glands of interest were collected, and the tissues were processed using the paraffin-embedding technique. Hematoxylin–Eosin and Masson’s Trichrome staining protocols were applied. Histological slides were examined under a light microscope (Nikon Eclipse 100®), supported by veterinary histology atlases and specialized scientific literature for microanatomical description. The pituitary gland exhibited three well-defined regions: the pars distalis, containing chromophobe, acidophil, and basophil cells; the pars intermedia, composed of light and dark melanotrophs; and the pars nervosa, consisting of unmyelinated axons whose dilated terminal swellings correspond to Herring bodies, where hormones are stored. The adrenal gland displayed the classical organization: a connective tissue capsule; a cortex with zona glomerulosa, zona fasciculata, and zona reticularis (each showing distinct characteristics and abundant capillaries); and a medulla composed of light and dark chromaffin cells, along with medullary veins. In conclusion, the histological morphology observed in *Lama glama* is comparable to that described in closely related domestic mammals such as the alpaca and the camel, contributing valuable information to the anatomical knowledge of this species.

Keywords: *pituitary, adrenal gland, histology, llama.*

INTRODUCCIÓN

El sistema endocrino es responsable de la síntesis y secreción de mensajeros químicos conocidos como hormonas. Las hormonas pueden diseminarse por todo el cuerpo a través del torrente sanguíneo, donde pueden actuar sobre órganos diana específicos o afectar una amplia gama de órganos y tejidos. Otras hormonas actúan localmente y a menudo llegan a su lugar de acción a través de una microcirculación especializada. Junto con el sistema nervioso, las hormonas coordinan e integran las funciones de todos los sistemas fisiológicos (Young et al., 2014).

La hipófisis posee un papel importante en la regulación de funciones físicas importantes y el bienestar general. Es conocida como la "glándula maestra" del cuerpo porque su secreción regula la actividad de la mayoría de las otras glándulas secretoras de hormonas. Detecta las necesidades del cuerpo y envía señales a diferentes órganos y glándulas de todo el cuerpo para regular su función y mantener un ambiente adecuado. Secreta una variedad de hormonas en el torrente sanguíneo que actúan como mensajeros para transmitir información desde la hipófisis a células distantes, regulando su actividad (Marieb & Hoehn, 2012). Estructuralmente posee una adenohipófisis y una neurohipófisis (Klein, 2014), pero desde un punto de vista histológico está dividida en partes y estas difieren entre especies animales con la especie humana (Takeuchi, 2001).

Las glándulas adrenales son glándulas endocrinas pequeñas y aplanadas. En los mamíferos, la glándula adrenal contiene dos tipos funcionalmente diferentes de tejido endocrino que tienen orígenes embriológicos claramente diferentes; en algunos animales inferiores, estos dos componentes existen como glándulas endocrinas separadas. Los dos componentes de la glándula adrenal son la corteza adrenal y la médula adrenal (Young et al., 2014). Generalmente se acepta que la función de las glándulas adrenales está estrechamente asociada con la actividad metabólica relacionada con la productividad de los animales de granja (Jelinek & Konecny, 2011).

Los estudios anatómicos en estas y otras glándulas endocrinas se han realizado en diversas especies animales (Bloodworth & Wers, 1968; Jelinek & Konecny, 2011; Samuel et al., 1979; Takeuchi, 2001), cuyos resultados revelan características comunes y características particulares de las glándulas

endocrinas como la glándula hipófisis y las glándulas adrenales entre las especies animales. Estos resultados contribuyen a al conocimiento básico dentro de las ciencias veterinarias.

Es conocido que la histología es el estudio de las células y los tejidos del cuerpo y del modo en que se organizan para constituir órganos (Junqueira & Carneiro, 2015). En los últimos años ha habido un aporte de nuevos conocimientos en el área de la histología gracias a los avances en las técnicas de estudios (Edriss & Elmoneim, 2021) y por ello es necesario los involucrados en las ciencias médicas como los veterinarios tengan acceso a los estudios de los diferentes órganos en las diferentes especies animales a nivel histológico para así relacionarlos con otras disciplinas como la fisiología y la patología.

En relación a la llama (*Lama glama*) que es uno de los camélidos sudamericanos doméstico (Quispe, 2011) y que está presente en nuestra región (INEI, 2014), aún hay carencia en relación a estudios básicos como es el caso de las descripciones anatómicas tanto a nivel macroscópico como a nivel microscópico (histológico).

Es por esta razón que el presente estudio se realizó con el objetivo de brindar un aporte en el conocimiento en referencia a las características histológicas de dos glándulas endocrinas en la llama, la glándula hipofisiaria y las glándulas adrenales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento de la anatomía microscópica en los animales es indispensable para comprender los procesos fisiológicos y patológicos en la medicina veterinaria, temas que son claves para entender la salud de los animales (Castro et al., 2023; Ramirez & Paredes, 2023). En la región andina del Perú se cuenta principalmente con la alpaca y la llama como especies domésticas en las cuales hay un limitado conocimiento en cuanto a la descripción histológica de ciertos órganos de estos animales (Mendoza T et al., 2012). Entre ellos están los órganos del sistema endocrino, los cuales han sido estudiados en la mayoría de las especies domésticas, pero aún no en la llama (*Lama glama*).

El sistema endocrino está formado por las células aisladas del sistema neuroendocrino difuso, que contribuyen al mantenimiento, homeostasis y la regulación del crecimiento del organismo (Eurell & Frappier, 2006). Las células de estos órganos liberan unos productos de secreción denominadas hormonas, directamente a los espacios del tejido conjuntivo o perivascular, por donde alcanzan al sistema circulatorio (Dellmann, 1994).

Conocer la estructura histológica de los órganos endocrinos en cualquier especie como en las llamas implica sentar bases para entender el funcionamiento de los procesos endocrinos en esta especie (Eurell & Frappier, 2006), así como interpretar las lesiones patológicas a nivel microscópico que pudieran darse en los órganos que forman parte de este sistema (Vargas & Rodríguez, 2015). La estructura histológica de los órganos endocrinos ha sido estudiada y establecida en la mayoría de las especies domésticas incluida la alpaca, sin embargo, no se dispone en las llamas, por lo cual es necesario realizar una caracterización histológica de los órganos que componen este sistema en esta especie para responder las siguientes preguntas: ¿qué tipos de tejidos conforman la glándula hipofisiaria y las glándulas adrenales en la llama?, ¿qué tipos celulares están presentes en la glándula hipofisiaria y las glándulas adrenales en la llama? y ¿existen diferencias en comparación con otras especies cercanas a la llama?

II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo general

Describir histológicamente las glándulas hipófisis y adrenal en la llama (*Lama glama*).

2.2. Objetivos específicos

- Describir las características histológicas de la glándula hipófisis de la llama (*Lama glama*).
- Describir las características histológicas de la glándula adrenal de la llama (*Lama glama*).

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Manrique, (1970) realizó un trabajo titulado “Descripción Macro y Microscópica de la Hipófisis de *Lama pacos* (Alpaca)”. Realizando una descripción macroscópica y microscópica de la glándula hipófisis en alpacas. Llego a la conclusión de que esta glándula posee las zonas distal, intermedia y nerviosa y dentro de ellas hay una variedad de células con distinciones de tinción.

Samuel et al., (1979) en su estudio “Histological observations of the adrenal glands of newborn alpacas (*Lama pacos*)”, examinaron histológicamente las glándulas adrenales de 11 fetos y recién nacidos de alpaca, también se examinaron el cortisol. La conclusión fue que la estructura de las glándulas en los especímenes antes y después del parto se ajustaba al patrón típico de los mamíferos: la corteza era divisible en tres zonas y la médula contenía dos tipos de células. El desarrollo de la glándula adrenal de la alpaca se corresponde estrechamente con el de otras especies del género *Artiodactyla*.

El Allali et al., (2015) realizaron un estudio histológico denominado “Camel pituitary gland: elaboration of an atlas and oxytocin-vasopressin immunofluorescence study” en camellos con la finalidad de elaborar un atlas. Los resultados mostraron que la pars distalis es la división más desarrollada de la hipófisis del camello. Además, se encontró que una capa de tejido desarrollada particular se desconectaba de la pars tuberalis. El atlas desarrollado fue una referencia útil para realizar investigaciones de inmunofluorescencia.

Nabipour et al., (2008) en el estudio titulado “Gross an histological study on the adrenal glands in camels (*Camelus dromedarius*)” llega a las conclusiones que la glándula adrenal está organizada en una corteza y la médula. La corteza posee las zonas glomerulosa, fasciculada y reticular; así mismo en la médula se identifican grupos celulares de manera irregular.

Navarrete, (2017) realizó una investigación titulada “Estudio morfológico e inmunohistoquímico del desarrollo postnatal de la glándula adrenal en crías de alpaca (*Vicugna pacos*) de 7 a 45 días de edad en Marangani – Cusco”. Llegando a la conclusión en la sección de estudio histológico para la glándula adrenal que ésta presenta una cápsula, una corteza adrenal con tres zonas corticales: glomerular, fasciculada y reticular, y una médula adrenal. La corteza es más desarrollada que la médula adrenal, siendo la zona fasciculada la más grande de las tres zonas corticales. Conforme avanza en edad la cría de alpaca, la zona reticular se convierte en la segunda zona en tamaño.

Ye et al., (2017) realizaron un estudio titulado “Morphology and ultrastructure of the adrenal gland in Bactrian camels (*Camelus bactrianus*)”. Cuyos resultados indican que la propiedad histológica más evidente de las células de la médula adrenal era que contenían una gran cantidad de gránulos electrodensos envueltos por la membrana, lo que permitía dividirlos en células de noradrenalina y células de epinefrina. Además, los manguitos corticales estaban presentes con frecuencia en la glándula adrenal.

3.2. Aspectos generales de la llama

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) constituyen la mayor riqueza pecuaria y genética de las poblaciones andinas de Sudamérica. Las especies domésticas, alpaca y llama, son fuente de fibra, carne, y de subproductos como pieles y cuero que tienen múltiples usos industriales y artesanales, y que son indispensables para la subsistencia de un amplio sector de estas (FAO, 2005)

Los CSA entre ellos la llama fueron una parte vital de la vida en los Andes en los días de los incas antes de la llegada de los conquistadores españoles. Las vacas, las ovejas y las cabras se hicieron cargo en los siguientes siglos, pero ahora los CSA están haciendo un resurgimiento muy fuerte. El área de mayor cría de CSA está en la Cordillera Andina en el sur de Perú, el centro de Bolivia y el norte de Chile. Hay poblaciones significativas de CSA

en Argentina, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido. Los números están aumentando en Europa continental (Duncanson, 2012).

Entre las especies de CSA está la llama (*Lama glama*), especie doméstica (Pinto Jiménez et al., 2010), existiendo dos razas, Chaku y K'ara, conocidas también con las denominaciones Lanuda y Pelada, respectivamente. Se diferencian una de otra por la magnitud de cobertura de fibra en el cuerpo. Mientras que Chaku tiene mayor cobertura de fibra, incluyendo las extremidades, K'ara tiene una apariencia de mayor fortaleza corporal con poca cobertura de cuerpo y extremidades (Quispe et al., 2020). La llama, por su tamaño y fortaleza, se utiliza también como animal de carga y cumple un papel importante en el transporte en las áreas rurales carentes calidad y cuyo aprovechamiento está regulado (Pinto et al., 2010). La población de llamas en el Perú es de 1 226 231 animales, siendo la región Puno la que posee la mayor cantidad, seguido por Cusco, Arequipa y Huancavelica (INEI, 2014).

3.3. Sistema endocrino en animales

Los animales domésticos poseen unas estructuras denominadas glándulas endocrinas, las cuales secretan unas sustancias llamadas hormonas que, transportadas por la sangre, establecen la comunicación entre ellas para transmitir información beneficiosa y útil para la regulación del organismo. Este conjunto de tejidos y relaciones se denomina sistema endocrino (Klein, 2014)

El sistema endocrino, comprende tanto glándulas multicelulares distribuidas por todo el organismo como células aisladas ubicadas en el interior de órganos que poseen funciones endocrinas (Eurell & Frappier, 2006). Dentro de este sistema se incluyen glándulas exclusivamente endocrinas como la hipófisis, las glándulas tiroides, las glándulas paratiroides, las glándulas adrenales, y la glándula pineal (González & Barbeito, 2014).

Histológicamente las glándulas endocrinas son glándulas sin conductos, pueden ser órganos diferentes o parte o células de éstos (Pawlina & Ross, 2020). Algunas veces están encapsulados sin mucho estroma, casi siempre se hallan muy vascularizadas, y con

frecuencia se forman de células en diferentes formas. Pudiendo existir como células simples, como agrupación de células, folículos celulares y también en forma de cordones celulares (Banks, 1996). Las hormonas que son secretadas por las células de estas glándulas son compuestos proteicos, glicoproteínas, polipéptidos, esteroides o catecolaminas (Klein, 2014). Una glándula sintetiza una hormona o varias, las cuales se secretan o almacenan temporalmente (gránulos presecretorios) o de manera permanente (componentes foliculares). Cuando las hormonas llegan al torrente sanguíneo, afectan a todo el organismo, un órgano o grupo de ellos responde de manera específica y se conoce como órgano blanco (Banks, 1992).

3.4. Naturaleza y función de las hormonas

Tradicionalmente las hormonas han sido definidas como sustancias elaboradas por células especializadas cuya función fundamental consiste en llevar, a través del torrente sanguíneo señales destinadas a células diana distantes; este complejo sistema de comunicación e interrelación ha evolucionado en las últimas décadas logrando un efecto beneficioso sobre la investigación en el campo de la endocrinología, la cual ha permitido el descubrimiento de nuevas hormonas. La naturaleza de las hormonas es muy heterogénea debido a su tamaño molecular, propiedades químicas y síntesis, la división de las hormonas está basada en su estructura química, así, podemos citar las polipeptídicas, esteroides y compuestos derivados de aminoácidos (García, 2018). Las principales clases de hormonas incluyen proteínas como la somatotropina, insulina, corticotropina; péptidos oxitocina y vasopresina; aminos como la dopamina, melatonina, adrenalina, y esteroides como el cortisol, progesterona, vitamina D (Klein, 2014).

Las funciones de las hormonas se centran en cinco aspectos fundamentales: 1) homeostasis de los líquidos tisulares; 2) regulación del metabolismo; 3) integración y coordinación de mecanismos de crecimiento, 4) regulación de la reproducción y lactación; 5) respuesta ante situaciones de peligro; estas funciones pueden ser realizadas por una o

varias hormonas del mismo modo una hormona puede estar presente en varias funciones (García, 2018).

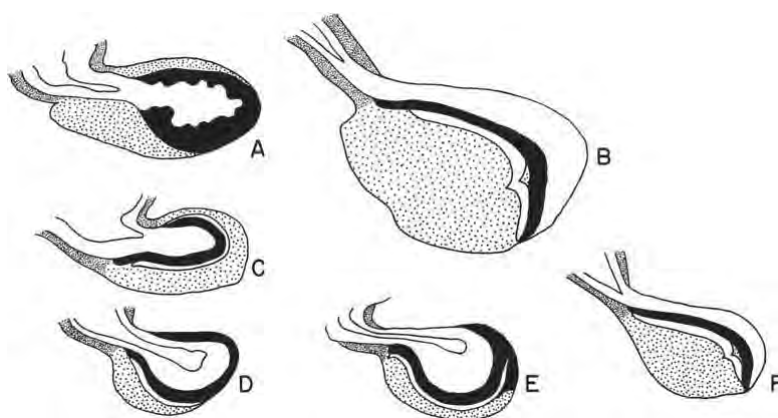
3.5. Glándula hipófisis

3.5.1. Anatomía de la glándula hipófisis

La glándula hipófisis, también llamada pituitaria, en los CSA anatómicamente está ubicada en la base del cerebro en la fosa pituitaria del hueso esfenoides, uniéndose al hipotálamo por el tallo de la hipófisis, está rodeado por una silla turca cubierta por un diafragma selar (Fowler & Bravo, 2010). Los mismos autores mencionan que la glándula tiene forma ovalada similar a la de un maní. Desde el punto de vista histológico, la glándula hipófisis presenta la pars distalis, pars intermedia y la pars nervosa (Figura 1) (Eurell & Frappier, 2006).

Figura 1

Dibujos esquemáticos de secciones medio sagitales de la hipófisis cerebral



Nota. A. caballo. B. Vaca. C. Perro. D. Cerdo. E. Gato. F. Ovejas. Blanco: neurohipófisis con receso infundibular; puntos pequeños: pars tuberalis adenohipófisis; puntos grandes: pars distalis adenohipófisis; Negro: pars intermedia adenohipófisis (Eurell & Frappier, 2006).

3.5.2. Parte distal

La pars distalis está compuesta por cordones o grupos de células endocrinas situadas muy cerca de una densa red de capilares sinusoidales con luces amplias. Las células

endocrinas están rodeadas por tejido conectivo reticular que contiene macrófagos ocasionales (Liebich, 2019). Las células de la pars distalis se dividen en grupos cromófobos y cromófilos, estas últimas se dividen en células acidófilas y células basófilas (Banks, 1996).

Las células cromófobas son aquellas en las que las tinciones histológicas utilizadas habitualmente no revelan la presencia de gránulos secretores. Tienen relativamente poco citoplasma homogéneo de color claro y un núcleo comparativamente grande (Liebich, 2019).

Las células cromófilas (acidófilas y basófilas) se describen con base en las propiedades de tinción que muestran con diferentes colorantes (Banks, 1996). Sin embargo, mediante técnicas inmunohistoquímicas se puede realizar una clasificación funcional de las células cromófilas, es decir en base al tipo de hormona que posee (Barbeito & Diessler, 2022).

Las células acidófilas presentan un citoplasma acidófilo granular y tienen un tamaño mayor a las cromófobas. En este grupo estarían las células somatotrofas y las lactótrofas o mamótropas. Las células basófilas son más grandes que las acidófilas, en este grupo se presentan las células tirotrofas, gonadotrofas y corticotrofas (Banks, 1996; Barbeito & Diessler, 2022).

Tabla 1

Resumen de hormonas producidas en la parte distal

Células productoras de hormonas	Hormona	Tejidos y órganos diana	Funciones principales
Célula acidófila somatotrofa	Somatotropina (GH)	Hígado (primario); hueso, músculo y tejido adiposo (secundario)	Estimular el crecimiento corporal.
Célula acidófila mamotrofa	Prolactina (PRL)	Glándula mamaria	Estimular las glándulas mamarias para producir leche.
Célula basófila corticotrofos	Hormona adrenocorticotropa (ACTH)	Corteza adrenal	Estimular la secreción de glucocorticoides y andrógenos.
Célula basófila tirotrofos	Hormona estimulante de la tiroides (TSH)	Glándula tiroides	Producir T3 y T4

Célula basófila gonadotropos	Hormona folículo estimulante (FSH) Hormona luteinizante (LH)	Ovarios y testículos	Estimular los ovocitos para que se desarrollen y promuevan la secreción de estrógenos. Estimular los testículos para que produzcan espermatozoides.
------------------------------	---	----------------------	--

Tomado de Brusco et al., 2014; Cui, 2011

3.5.3. Parte intermedia

La pars intermedia se encuentra entre la pars distalis y la neurohipófisis. Su parénquima comprende células basófilas y cromóforos dispuestos en grupos y folículos irregulares (Liebich, 2019).

En mamíferos se describe que la pars intermedia posee tres tipos de células: melanotróficas, células tipo ACTH y células tipo gliales (Takeuchi, 2001). El mismo autor menciona que las células melanotróficas representan la gran mayoría de las células glandulares del tejido; el segundo tipo de célula es morfológicamente bastante diferente de las células melanotróficas, está presente en la pars intermedia, pero este tipo de célula es mucho menos abundante. Finalmente, las células tipo gliales se observan entre las células melanotróficas y la periferia de los lóbulos. Las células de tipo glial expresan la proteína del ácido fibrilar glial (GFAP) y se encuentran dispersas por toda la pars intermedia. Estas células extienden sus procesos citoplasmáticos entre células melanotróficas. Es bien sabido que las neuronas dopaminérgicas del SNC inervan la pars intermedia y controlan la síntesis y liberación de hormonas por parte de las células melanotróficas.

En la pars intermedia se fragmenta para formar la hormona estimuladora de los melanocitos- α (MSH- α), predominante en este lóbulo. El fragmento peptídico restante se conoce como péptido del lóbulo intermedio similar a la corticotropina, cuya actividad fisiológica no se conoce (Klein, 2014).

3.5.4. Parte nervosa

La neurohipófisis está conectada a los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo mediante un haz de axones no mielinizados (tracto hipotálamo-hipofisario). Esta

conexión es a la vez estructural y funcional. Las hormonas de la neurohipófisis se sintetizan en el perikaryon de las neuronas hipotalámicas y se almacenan en gránulos neurosecretores. Los gránulos se transmiten mediante transporte axonal a través del tracto hipotálamo-hipofisario hasta la neurohipófisis, donde se almacenan en las terminaciones de los axones. Tienen un diámetro de 120 a 200 nm y se tiñen de color azul intenso con cromalaun-hematoxilina; Con el microscopio óptico se ven grupos de gránulos así teñidos como cuerpos de Herring (Liebich, 2019).

Tabla 2

Resumen de hormonas producidas en la parte neural

Células productoras de hormonas	Hormona	Tejidos y órganos diana	Funciones principales
Células neurosecretores del hipotálamo	Vasopresina (ADH)	Túbulos colectores del riñón; músculo liso en arteriolas	Promover la permeabilidad al agua de los túbulos colectores
	Oxitocina	Útero, glándula mamaria	Estimular la contracción del útero y la glándula mamaria

Tomado de Brusco et al., 2014; Cui, 2011

3.6. Glándula adrenal

3.6.1. Anatomía de las glándulas adrenales

En los camélidos, estas dos glándulas endocrinas se caracterizan por su ubicación retroperitoneal y su color amarillo rosado. Presentan diferencias morfológicas notables: la glándula derecha tiene una forma triangular y es más gruesa y pesada, ubicándose a la altura de la duodécima vértebra torácica. Por el contrario, la glándula izquierda es piriforme (en forma de pera), más alargada y delgada, y se posiciona a la altura de la tercera vértebra lumbar (Ghezzi, 2005).

El mismo autor menciona que glándula adrenal derecha está en contacto con el lóbulo derecho del hígado en su parte superior (craneal) y con el páncreas y el

duodeno en su parte inferior (caudal). Internamente (hacia medial), se relaciona con la vena cava caudal, mientras que en su borde dorsal recibe los vasos sanguíneos que la irrigan. La glándula adrenal izquierda se sitúa sobre el polo anterior del riñón izquierdo. Su borde dorsal está junto a la arteria aorta, y su borde ventral con el páncreas y la raíz del mesenterio. Además, su cara lateral se apoya en el estómago y la medial, en los vasos mesentéricos craneales.

3.6.2. Corteza de las glándulas adrenales

La corteza adrenal se forma de células secretoras de forma poliédrica que se organizan en cordones, estos cordones se orientan en dirección radial desde la región medular. La orientación y algunas diferencias citológicas permiten identificar las subdivisiones de la corteza: zonas glomerulosa, fasciculada y reticular (Banks, 1996).

 **Zona glomerulosa.** También es llamada zona arcuata, las células endocrinas están dispuestas predominantemente en arcadas. Las células son débilmente acidófilas con núcleos heterocromáticos, de posición central y frecuentemente de forma irregular. El citoplasma contiene abundante retículo endoplasmático liso, mitocondrias y pequeñas gotitas de lípidos. Las células endocrinas están rodeadas por delicadas fibras reticulares y se encuentran adyacentes a los capilares fenestrados. La organización de las células en arcadas se observa en carnívoros, cerdos y caballos. En los rumiantes, las células están dispuestas en racimos o mechones. En estas especies, la región se conoce como zona glomerulosa (Liebich, 2019).

 **Zona fasciculada.** Zona más ancha de la glándula suprarrenal y consta de columnas de células paralelas orientadas radialmente, perpendiculares a la cápsula. Las columnas celulares están acompañadas de tejido conectivo y capilares fenestrados. El citoplasma levemente eosinofílico de las células poligonales encierra un núcleo ubicado centralmente, un extenso sistema de

retículo endoplásmico liso y un número notable de vacuolas lipídicas de tamaño variable. Las células de la zona fasciculada están reguladas por la hormona adrenocorticotrópica (ACTH), secretada por la adenohipófisis, que a su vez está controlada por el hipotálamo (CRH) (mecanismo de retroalimentación negativa). Producen glucocorticoides, particularmente cortisol y cortisona (Liebich, 2019).

 **Zona reticular.** Es la capa más interna de la corteza adrenal y consiste en una red de cordones irregulares de células endocrinas. Las células son más pequeñas y contienen menos gotas de lípidos que las de la zona fasciculada y a menudo contienen cantidades significativas de lipofuscina (zona fusca). Como resultado, esta zona parece más densa e intensamente teñida, particularmente en el límite con la médula. El citoplasma acidófilo típicamente contiene mitocondrias con crestas tubulares, retículo endoplásmico liso y gránulos de lipofuscina. Las células de la zona reticular producen pequeñas cantidades de hormonas androgénicas (Liebich, 2019).

Tabla 3

Resumen de hormonas producidas en la corteza adrenal

Células productoras de hormonas	Hormona	Tejidos y órganos diana	Funciones principales
Células secretoras en la zona glomerulosa	Mineralocorticoides (aldosterona)	Túbulos renales del riñón	Influye en el equilibrio hídrico y salino al promover la reabsorción de Na ⁺ y agua en los túbulos renales y la secreción de K ⁺
Células secretoras en la zona fasciculada	Glucocorticoides (cortisol; corticosterona)	Hígado; células inmunes (como linfocitos T y B y macrófagos); tejido muscular y adiposo	Implicado en el metabolismo de los carbohidratos y la estimulación de la gluconeogénesis en el hígado; inmunosupresor; Reduce la absorción de glucosa en los músculos y el tejido adiposo.

Células secretoras en la zona reticular	Andrógenos débiles (dehidroepiandrosterona, androstenediona)	Testículos; glándulas uterinas y mamas; otros tejidos, como hueso, cabello, etc.	Como andrógenos débiles, pueden convertirse en testosterona o estrógeno; Contribuir a las características sexuales y la reproducción
---	--	--	--

Tomado de Cui, 2011; Liebich, 2019

3.6.3. Médula de las glándulas adrenales

Las células parenquimatosas de la médula adrenal son neuronas simpáticas modificadas y constituyen esencialmente un gran ganglio simpático. Sintetizan epinefrina y norepinefrina y almacenan estos neurotransmisores como gránulos secretorios. Cuando se exponen a sales de cromo, las células que contienen los gránulos se tiñen de un color marrón intenso; en consecuencia, estas y otras células que se tiñen de manera similar se denominan células cromafines, en ocasiones se encuentran neuronas simpáticas entre las células endocrinas (Eurell & Frappier, 2006).

Tabla 4

Resumen de hormonas producidas en la médula adrenal

Células productoras de hormonas	Hormona	Tejidos y órganos diana	Funciones principales
Células cromafines: células secretoras de adrenalina.	Adrenalina (epinefrina)	Corazón; vasos sanguíneos; hígado y adipocitos	Aumentar la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco; contraen los vasos sanguíneos de los órganos y aumentan el flujo sanguíneo al corazón y al músculo esquelético
Células secretoras de noradrenalina	Noradrenalina (norepinefrina)		Aumentar la liberación de glucosa y ácidos grasos a la sangre; dilatar las pupilas y preparar el cuerpo para la acción.

Tomado de Cui, 2011; Liebich, 2019

IV. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Ámbito de estudio

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Histología y Patología de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria (Sicuani) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicado en el distrito de Sicuani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, con las siguientes coordenadas y características: Latitud sur: 14° 14' 14.5", Longitud oeste: 71° 14' 12.1". Estando situada a una altitud de 3 534 m s.n.m. (SENAMHI, 2024).

4.2. Materiales

Materiales de campo

-  Mandil
-  Guantes
-  Hoja de bisturí
-  Equipo de disección
-  Cajas para transportar las muestras

Insumos y equipos de laboratorio

-  Laptop
-  Impresora
-  USB
-  Libros, atlas de histología
-  Journal de histología veterinaria
-  Útiles de escritorio

Materiales de laboratorio

-  Frascos de vidrio
-  Formol tamponado al 10%
-  Xilol para histología
-  Parafina histológica
-  Tinción Hematoxilina Eosina
-  Tinción tricrómico de Masson
-  Bálsamo de Canadá
-  Laminas porta objetos y cubreobjetos
-  Baterías de alcoholes para deshidratación e hidratación
-  Equipo de inclusión de parafina
-  Lámina de calentamiento y de enfriamiento
-  Estufa Thermo Scientific®
-  Flotador de tejido
-  Pinzas
-  Cronometro de laboratorio
-  Micrótomos de rotación Leyca® RM2125 RTS
-  Microscopio óptico compuesto Nikon® Eclipse 100
-  Microscopio confocal Carl Zeiss®
-  Cámara fotográfica para microscopio AxioCam512 Carl Zeiss®
-  Programa de edición fotográfica Photoshop®

4.3. Metodología

4.3.1. Obtención de la muestra y fijación

Los animales del estudio fueron sometidos a una eutanasia mediante la aplicación de sobredosis pentobarbital sódico a una dosis de 60mg/kg por peso vivo vía intravenosa, generando la pérdida de la conciencia y la muerte al provocar una depresión del sistema nervioso central y de los centros respiratorios del cerebro que ocasionó un paro cardíaco (Shearer, 2018). Se realizó un muestreo por conveniencia y se utilizaron diez llamas menores de dos años entre machos y hembras, aparentemente sanas. El número de animales elegidos obedece a la alternativa de reducción en el número de animales para experimentación y la maximización de la información obtenida del animal respaldado por las 3 R de Russell y Burch, principios de reemplazo, reducción y refinamiento en la investigación con animales, que buscan reducir el uso y sufrimiento de animales en experimentos científicos (Tannenbaum & Bennett, 2015)

Se procedió a la apertura y disección del cuerpo, se extrajo la hipófisis que estaba ubicado en la base del encéfalo; así mismo se extrajeron las glándulas adrenales. Las muestras de estas glándulas se depositaron en frascos de vidrio que contenían el formol tamponado al 10% como agente fijador por 24 horas, la preparación del fijador se explica en el Anexo 1. Se rotuló y se trasladó al laboratorio de histología y patología veterinaria de la E. P. de Medicina Veterinaria filial Sicuani UNSAAC.

4.3.2. Deshidratación e inclusión

Luego de la fijación, se procedió a realizar la deshidratación e inclusión. Este procedimiento consistió en: a) realizar cortes adecuados de la muestra y depositarlo en las celdillas o casets histológicos, las cuales fueron rotuladas. b) las muestras pasaron por una batería de deshidratación e inclusión. Para tal caso se utilizaron insumos como alcoholes a diferentes concentraciones (se prepararon haciendo reducciones de concentración ver Anexo 2), aclarantes y parafina, estos insumos y los tiempos se describen en el Anexo 3. El producto

que se obtuvo fue un bloque de parafina el cual contenía las diferentes muestras de hipófisis y glándulas adrenales.

4.3.3. Corte

Una vez obtenido el bloque de parafina, éste fue sometido al corte y para ello se utilizó el micrótopo de rotación, procediéndose a realizar cortes a un espesor de 5µm. Producto del corte se obtuvo unas láminas finas que fueron trasladadas a una cubeta de agua a temperatura ambiente. Se procedió a recogerlo haciendo uso de un portaobjetos e inmediatamente trasladarlo al equipo de flotación que contenía agua a una temperatura de 50°C. Esto permitió que la lámina se estire y rápidamente se volvió a recoger con la lámina porta objetos. Se seco y dejó escurrir el agua y se dejó en una estufa a 37°C por 24 horas.

4.3.4. Tinción

Los portaobjetos que contenían las muestras fueron sometidos a dos procesos de tinción, el primero fue la tinción de hematoxilina-eosina, que es una técnica de rutina que muestra los núcleos en una coloración azul violeta y el citoplasma en tonalidades de anaranjado a rosado. El protocolo de tinción se muestra en el Anexo 4.

La segunda tinción que se usó fue el tricrómico de Masson, esta tinción muestra el tejido muscular de color rojo y las fibras colágenas de color azul. El protocolo utilizado para esta tinción se detalla en el Anexo 5.

4.3.5. Montaje

Una vez concluido la tinción se procedió a realizar el montaje. Este proceso tuvo por finalidad proteger la muestra cubriéndolo con un cubre objetos. El procedimiento consistió en la deshidratación de la muestra y posteriormente aplicar la sustancia que pega el cubre objetos (bálsamo de Canadá). Se detalla en el Anexo 6.

4.3.6. Lectura e interpretación

Para este proceso, una vez obtenidas las láminas histológicas se procedió a interpretarlas haciendo uso de un microscopio óptico modelo eclipse100 (Nikon®). Para la interpretación se recurrió a guíarnos de atlas de histología veterinaria, libros de histología veterinaria y artículos referentes a la histología de estas glándulas de especies emparentadas a la llama (camellos, dromedarios y alpacas) y especies cercanas como los rumiantes (ovejas, cabras y vacas). Además, se siguió la nomenclatura histológica veterinaria internacional para denominar las diferentes estructuras de estas glándulas (Nomina Histológica Veterinaria, 2017).

4.3.7. Captura de imágenes

Para este proceso se utilizó el microscopio confocal LSM 800 (Carl Zeiss®) en su modalidad campo claro. Este microscopio contó con una cámara fotográfica Axiocam 512 (Carl Zeiss®) el cual contaba con un software Blue Zenn (Carl Zeiss®). Se obtuvieron fotografías en aumentos de objetivos de 4x, 10x, 40x y 63x.

4.3.8. Edición de imágenes

Las imágenes obtenidas se guardaron en formato tiff (Tagged Image File Format) y se procesaron en el programa Photoshop® versión 12.0 para mantener la calidad de imagen. En dicho programa se señalaron las diferentes estructuras de cada glándula y se colocó la barra de escala.

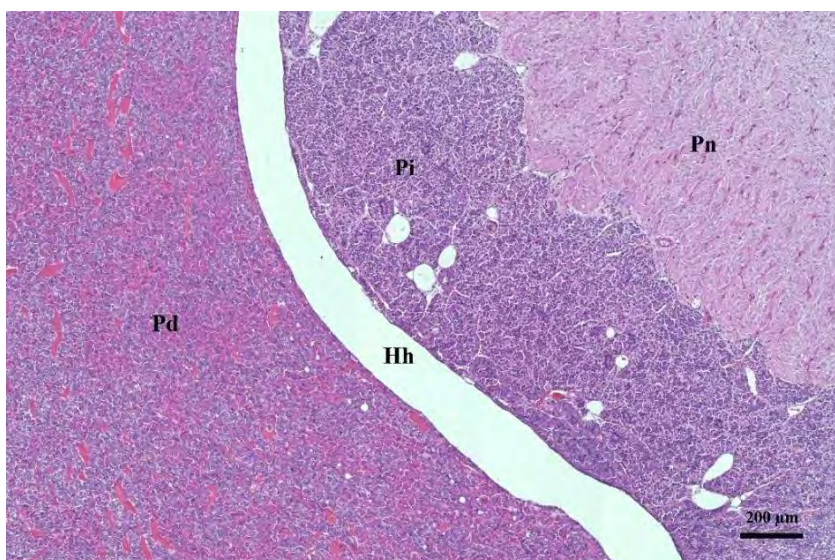
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Hipófisis

Realizando un corte sagital de la glándula hipófisis se distinguieron tres secciones que corresponden a la parte distal, la parte intermedia y la parte nervosa (Figura 2). De estas tres secciones la parte distal es la que presenta mayor área seguida de la parte nervosa y por último la parte intermedia. En una vista panorámica se puede apreciar que las tres secciones muestran una conformación histológica diferente entre sí.

Figura 2

Hipófisis de la llama a menor aumento



Nota. Se aprecia la parte distal (Pd); parte intermedia (Pi); parte nervosa (Pn) y la hendidura hipofisiaria (Hh). H&E (objetivo 10X) –barra 200 μm.

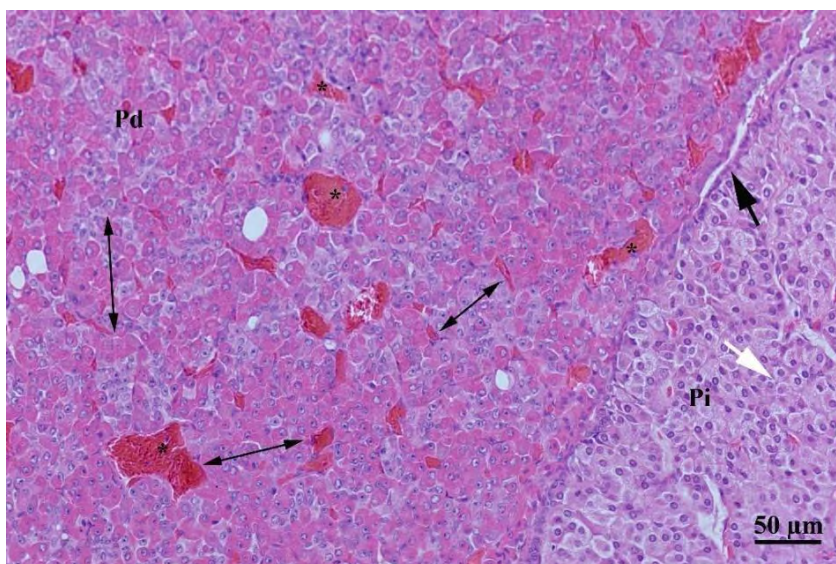
5.1.1. Parte distal

En esta sección se observó agrupaciones celulares separadas por un tejido conectivo y vasos sanguíneos. Las agrupaciones celulares presentaron una formación de cúmulos o nidos celulares y dentro de ellos se visualizó la presencia de células pigmentadas y no pigmentadas; las pigmentadas fueron las células acidófilas y basófilas, mientras que las no pigmentadas

fueron las células cromófobas (Figura 3, 4 y 5). Las células acidófilas presentaron una forma poliédrica con un citoplasma rojo y núcleo basófilo redondo en posición central (Figura 5). Las células basófilas también tenían la forma poliédrica con un citoplasma de color azul claro y su tamaño fue más pequeña que las células acidófilas (Figura 5), tenían el núcleo redondo en posición central. Las células cromófobas presentaban una forma circular con núcleo grande (Figura 5). Alrededor de las agrupaciones o nidos celulares se apreciaron capilares sanguíneos, vasos sanguíneos grandes como vénulas. El tejido conectivo que separa estos nidos celulares era muy fino habiendo la presencia de fibras de colágeno.

Figura 3

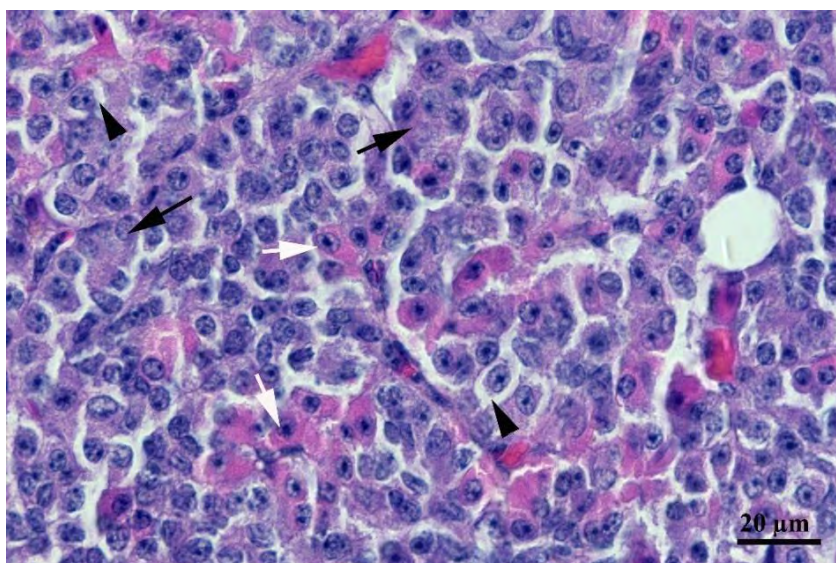
Parte distal y parte intermedia de la hipófisis de la llama



Nota. Se aprecia la parte distal (Pd); parte intermedia (Pi); en la parte distal se aprecian las formaciones de nidos (doble flecha) y dentro de ellas hay células cromófilas y cromófobas; vasos sanguíneos (*); en la parte intermedia se aprecian células gliales (flecha negra) y células melanotrópicas (flecha blanca). H&E (objetivo 20X) – barra 50 μm.

Figura 4

Parte distal de la hipófisis de la llama a mayor aumento



Nota. Se muestra las células acidófilas (flecha blanca); células basófilas (flecha negra); células cromófobas (punta de flecha). H&E (objetivo 20X) – barra 20 μm.

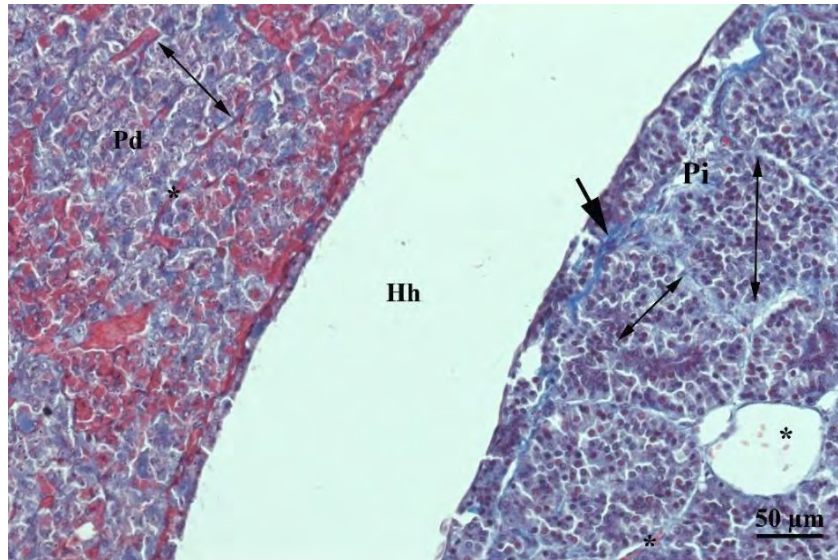
5.1.2. Parte intermedia

Esta sección estuvo ubicada entre la parte distal y la parte nervosa, y se observó entre la parte distal y esta parte intermedia una separación que corresponde a la hendidura hipofisiaria (Figura 2 y 5). La parte intermedia estuvo conformada por dos tipos de células melanotrópicas, unas basófilas en una tinción de Hematoxilina-Eosina, siendo compatibles con las células melanotrópicas oscuras. Las células presentaron una forma irregular a manera de polígonos, los núcleos fueron basófilos y de forma redondeada a ovalada. El otro tipo de célula fueron cromófobas compatibles con las células melanotrópicas claras, cuyo citoplasma estuvo claro (Figura 7). Ambos tipos de células se agruparon en forma de cordones y racimos (Figura 6), entre ellos había espacios que corresponden al tejido conectivo (confirmados con la tinción tricrómica de Masson); así mismo, se observaron vasos sanguíneos (Figura 8). Se evidenciaron otras células que son más densas cuyo núcleo fue más basófilo que las anteriores, estas células serían compatibles con las células similares a células adrenocorticotrópicas. Finalmente se

encontraron células de aspecto fusiforme con un núcleo basófilo que corresponderían a células gliales y están ubicados alrededor de las formaciones de racimos.

Figura 5

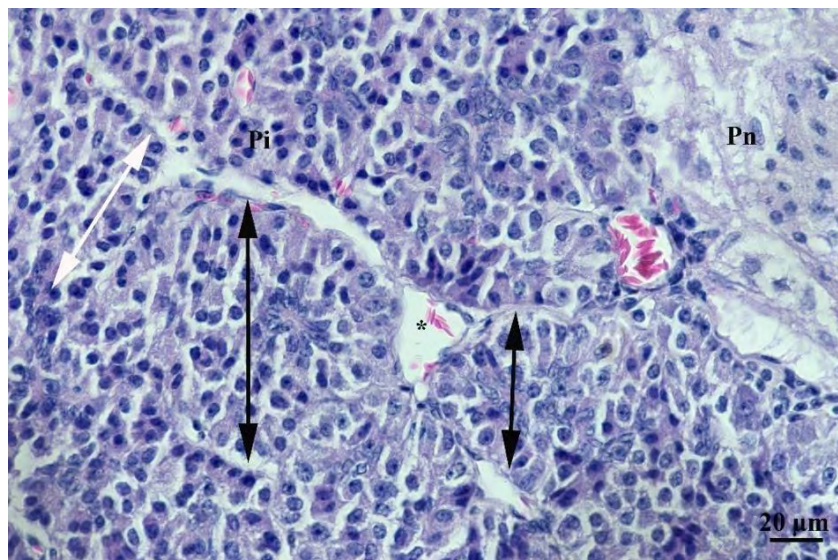
Parte distal e intermedia de la hipófisis de la llama



Nota. Se muestra la parte distal (Pd); la parte intermedia (Pi); hendidura hipofisiaria (Hh); agrupaciones celulares en forma de nidos y racimos (doble flecha); fibras de colágeno del tejido conectivo (flecha); vasos sanguíneos (*). Tricrómico de Masson (objetivo 20X) – barra 50 μ m.

Figura 6

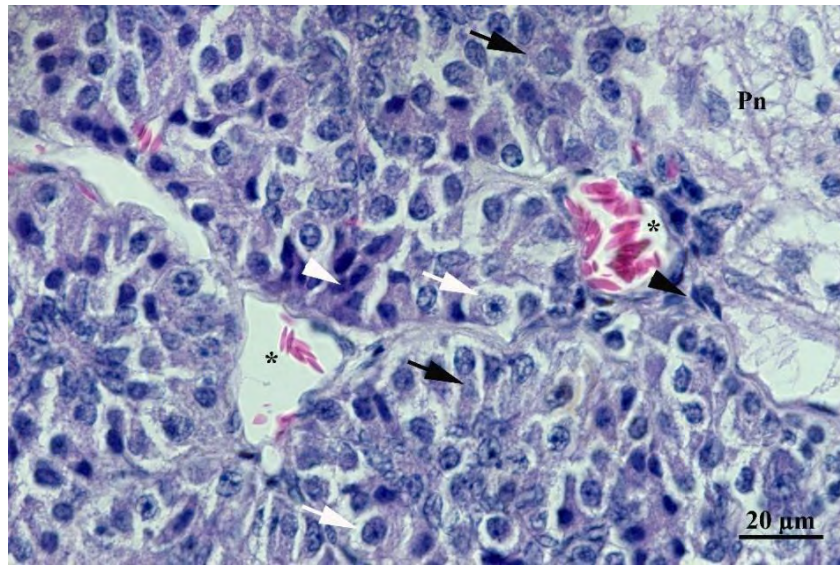
Parte intermedia de la hipófisis de la llama



Nota. Se muestra la parte intermedia (Pi); una sección de la parte nervosa (Pn); en la parte intermedia se observa las agrupaciones en forma de racimos (doble flecha negra); agrupación en forma de cordones (doble flecha blanca); vasos sanguíneos (*). H&E (objetivo 20X)– barra 20 μ m.

Figura 7

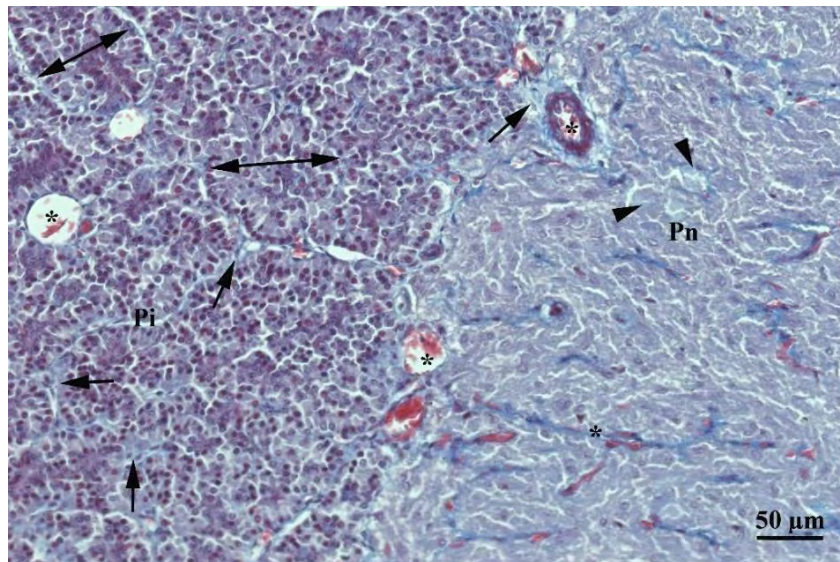
Parte intermedia de la hipófisis de la llama a mayor aumento



Nota. Se muestra la parte intermedia con las células melanotrópicas claras (flecha blanca); células melanotrópicas oscuras (flecha negra); células tipo ACTH (punta de flecha blanca); células gliales (punta de flecha negra); vasos sanguíneos (*). H&E (objetivo 40X) – barra 20 µm.

Figura 8

Parte intermedia y nervosa de la hipófisis de la llama



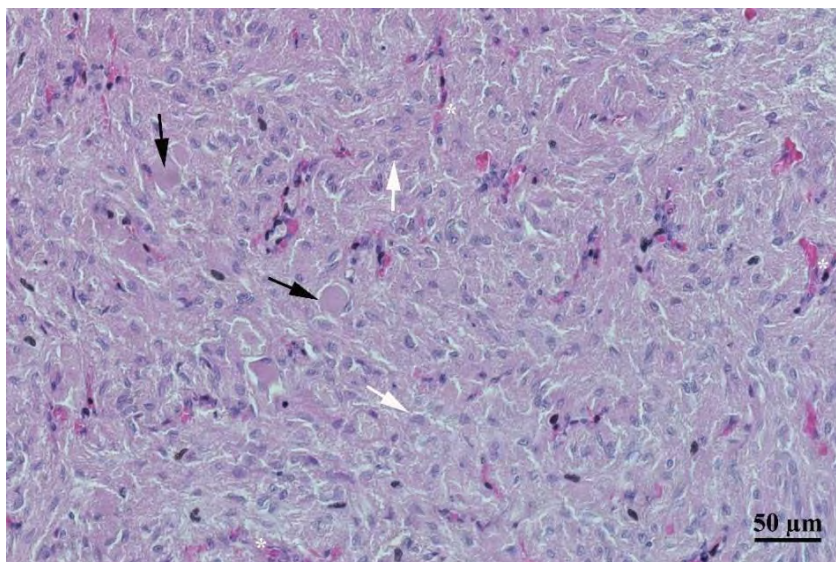
Nota. Se muestra la parte intermedia (Pi); la parte nervosa (Pn); agrupaciones en forma de racimos en la Pi (doble flecha negra); tejido conectivo en la Pi y Pn (flechas; vasos sanguíneos en la Pi y Pn en corte transversal y longitudinal (*); cuerpos de Herring (punta de flecha). Tricrómico de Masson (objetivo 20X) – barra 50 µm.

5.1.3. Parte nervosa

La parte nervosa estuvo conformada por tejido conectivo y tejido nervioso. Las células estaban distribuidas de manera dispersa y correspondían a los pituicitos, que eran células gliales que presentaron una forma irregular (Figura 8 y 9). Así mismo, contenían fibras nerviosas amielínicas y capilares sanguíneos (Figura 10). También se logró identificar unas estructuras irregulares de diversos tamaños y de una coloración rosada con tinción de H&E y de color azul con la tinción tricrómica de Masson, estas estructuras corresponden a los cuerpos de Herring (Figura 9, 10 y 11).

Figura 9

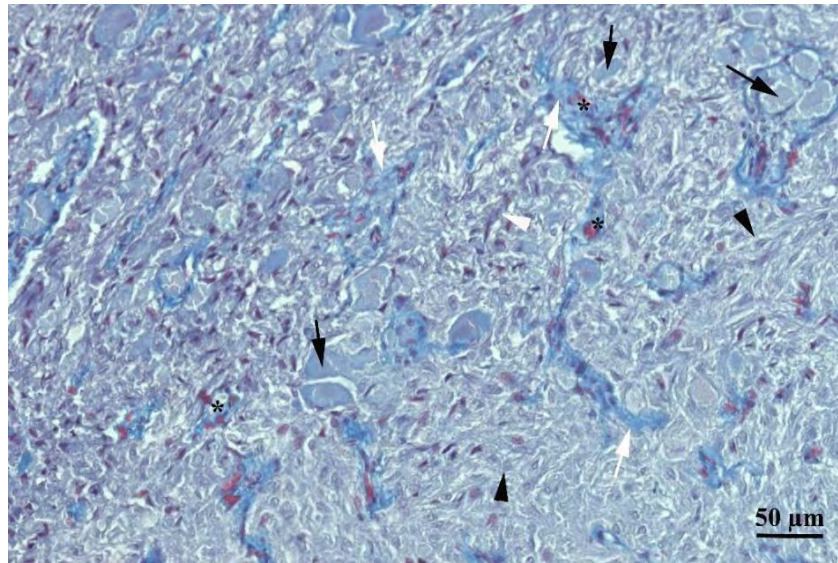
Parte nervosa de la hipófisis de la llama



Nota. Se muestra las células denominadas pituicitos (flecha blanca); cuerpos de Herring (flecha negra); vasos sanguíneos (*). H&E (objetivo 20X) – barra 50 µm.

Figura 10

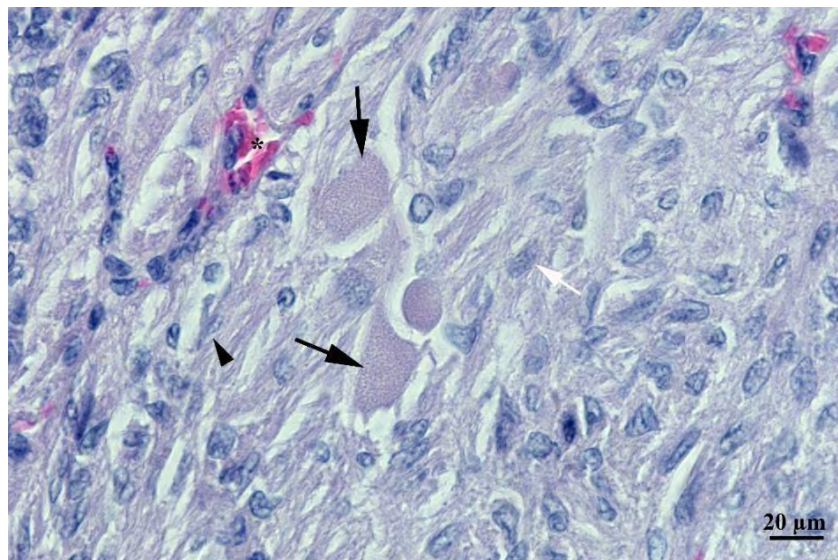
Parte nervosa de la hipófisis de la llama tinción tricrómica



Nota. Se muestra las células pituicitos (punta de flecha negra); cuerpos de Herring (flecha negra); fibras del tejido conectivo (flecha blanca); fibras nerviosas (punta de flecha blanca); vasos sanguíneos que muestran eritrocitos y células endoteliales (*). Tricrómico de Masson (objetivo 210X) – barra 50 μm.

Figura 11

Parte nervosa de la hipófisis de la llama a mayor aumento



Nota. Se muestra las células denominadas pituicitos (flecha blanca); cuerpos de Herring (flecha negra); vasos sanguíneos (*); células del tejido conectivo fibroblastos (punta de flecha negra). H&E (objetivo 20X) – barra 20 μm.

La hipófisis también es denominada como glándula pituitaria y que se divide en dos partes: hipófisis anterior llamada adenohipófisis y la hipófisis posterior conocida como neurohipófisis, esto desde un punto de vista macroscópico (Alrahman et al., 2022). Desde el punto de vista histológico la adenohipófisis está compuesta por la parte distal, parte intermedia y la parte tuberal (Banks, 1996; Mahmood, 2014) en la mayoría de los animales domésticos. Sin embargo, en los camellos que son especies emparentadas con la llama la adenohipófisis está dividida solo en la parte distal y la parte intermedia (Alrahman et al., 2022). La descripción realizada en la hipófisis de la llama es compatible con los reportes en camellos, así mismo, las proporciones del área de la parte distal, intermedia y nervosa concuerdan con lo descrito en camellos (Ye et al., 2018).

La parte distal en cuanto a la composición celular (acidófilo, basófilo y cromófobo) coincide con los reportes de los animales mamíferos (Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019) incluido el camello (Alrahman et al., 2022); sin embargo, mediante técnicas inmunohistoquímicas y microscopía electrónica se reporta que hay hasta siete tipos celulares en la parte distal en mamíferos (Ye et al., 2018) pero que debido a la técnica de procesamiento histológico que se utilizó en este estudio, no lo podemos verificar en el caso de la llama.

La parte intermedia en la llama se aprecia desarrollada en comparación a lo descrito en otras especies, es así que en camellos Allaerts et al., (1996) menciona que es más desarrollada que en los humanos y en la mayoría de los animales domésticos. Por otra parte Alrahman et al., (2022) también menciona que en las ratas, cerdos y camellos la parte intermedia está bien desarrollada, esto explicaría que la llama posee esta parte intermedia desarrollada. Adicionalmente los mismos autores indican la presencia de la hendidura hipofisiaria como lo que describimos en la llama. La presencia de células melanotrópicas claras y oscuras concuerda con los reportes dados por Takeuchi, (2001) en roedores. De la misma manera el mismo autor menciona la presencia de células similares a ACTH y las células gliales que fueron identificadas en la parte intermedia de la hipófisis de la llama. Por otra parte, en el resultado de la evaluación en la llama se observó claramente células oscuras y claras, esto también coincide con el reporte

de Mahmood, (2014) realizado en ratas donde reconoció dos tipos de células en la parte intermedia: la célula magenta tiene gránulos oscuros y cromófoba que carece de gránulos en el citoplasma.

Si bien se está indicando y comparando con la rata porque estos animales poseen desarrollado la parte intermedia, también la parte intermedia está desarrollada en camellos, pero no se reportan detalles en cuanto a tipos de células, así Ye et al., (2018) mencionan un solo tipo de célula melanotrófica. En caso de caballos se sabe que hay desordenes endocrinos ocasionados en la parte intermedia (Kirkwood et al., 2022). Por lo tanto, este reporte inicial en la llama da un indicio para continuar estudios posteriores para relacionar esta estructura con la función endocrina en la llama.

En referencia a la parte nervosa descrita en la llama su descripción concuerda con lo descrito en la de alpaca, donde también se reportan cuerpos de Herring rodeados de fibras nerviosas, así como células de la neuroglia correspondientes a macroglía y microglía, además de la presencia de arteriolas con eritrocitos ((Manrique, 1970). Esto confirma que la arquitectura neurohipofisaria de camelidos sudamericanos presenta un patrón conservado, caracterizado por fibras amielínicas, pituicitos y abundante irrigación. En el dromedario y camello bactriano, estudios histológicos y ultraestructurales reportan una pars nervosa compuesta igualmente por axones amielínicos, pituicitos y cuerpos de Herring, aunque estos últimos se describen como menos abundantes en la región externa y más concentrados hacia la zona interna de la neurohipófisis, en comparación con la descripción en la llama guarda una relación estrecha (Alrahman et al., 2022; Ye et al., 2018)

5.2. Glándula adrenal

La glándula adrenal en la llama corresponde a un órgano parenquimatoso que tuvo una organización que se describe de afuera hacia dentro. Externamente presentó una cápsula que recubre el órgano por completo. Por debajo de la cápsula la organización del parénquima de

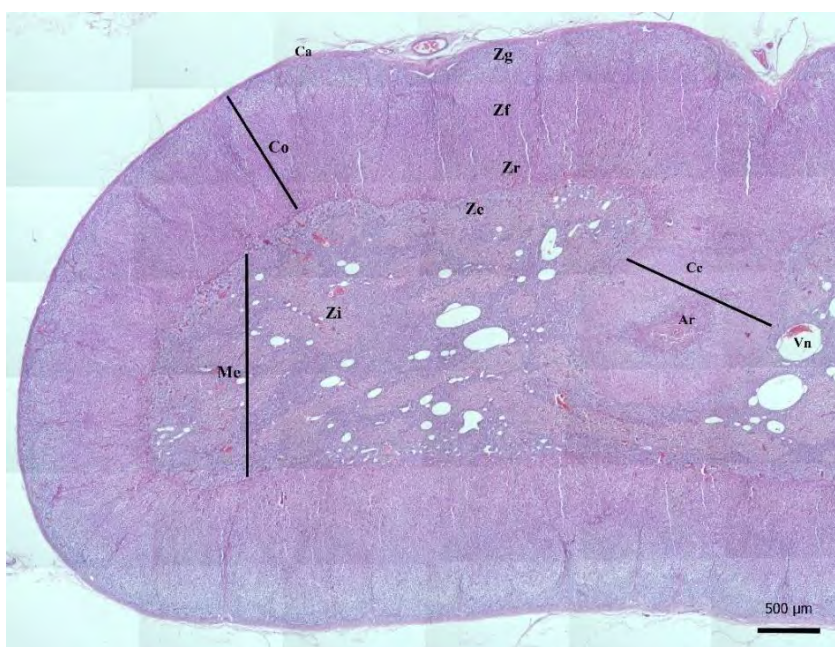
la glándula adrenal presentó la corteza y en la parte central y más interna se observó la presencia de la médula (Figura 12).

5.2.1. Cápsula

La glándula adrenal de la llama estaba cubierta por una capa delgada, la cápsula, y estuvo constituido por un tejido conectivo denso, donde se apreciaron claramente las fibras colágenas, vasos sanguíneos y fibras nerviosas. En algunas secciones la cápsula penetraba al parénquima en forma de trabéculas, pero no logró dividirlo en lóbulos. En estas trabéculas se observó el ingreso de los vasos sanguíneos y las fibras nerviosas (Figura 13). Así mismo, las fibras de la cápsula se extendieron hacia la zona glomerulosa de la corteza (Figura 15). En la cápsula se halló agrupaciones de células de aspecto epitelial muy similares a las células que se encontraron en la corteza (Figura 14 y 15).

Figura 12

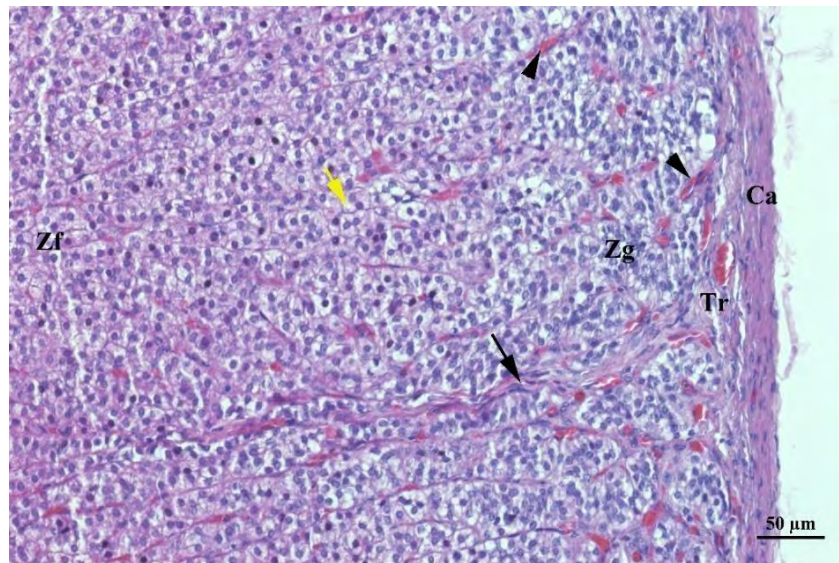
Vista panorámica de la glándula adrenal de la llama.



Nota. Se aprecia la cápsula (Ca); corteza (Co) con las tres zonas: zona glomerular (Zg), zona fasciculada (Zf) y zona reticular (Zr). La médula (Me) posee una zona externa (Ze) y una zona interna (Zi), en la médula se observan muchas venas medulares (Vn). Además, está presente el manguito cortical (Cc) que presenta su arteria (Ar). H&E (escaneado en objetivo 20X) – barra 500 μm.

Figura 13

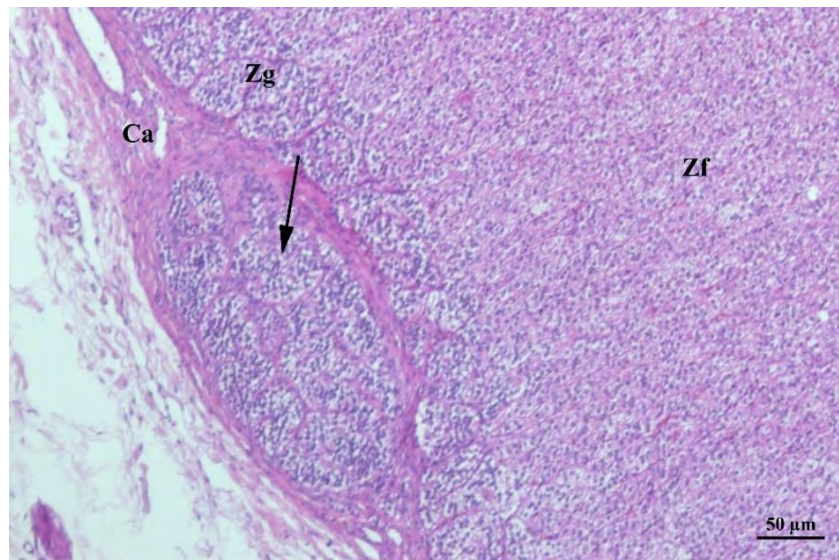
Cápsula de la glándula adrenal de la llama



Nota. Se aprecia la cápsula (Ca); trabécula (Tr); zona glomerular (Zg); zona fasciculada (Zf); por las trabéculas hay ingreso de fibras nerviosas (flecha negra); entre las células de la corteza se ven los capilares sanguíneos (cabeza de flecha); en la ZG se observan los espongicitos (Flecha amarilla). H&E (objetivo 20X) – barra 50 μm.

Figura 14

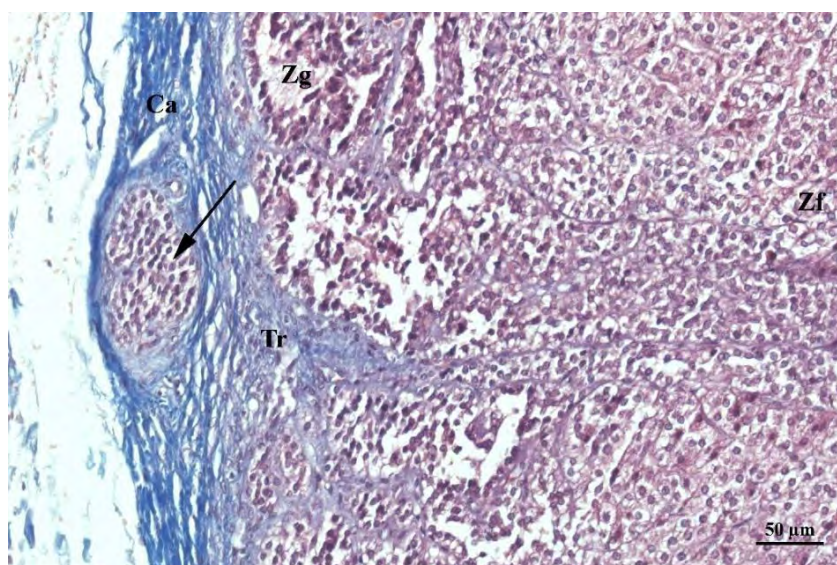
Detalle de la cápsula en la glándula adrenal de la llama



Nota. Se aprecia la cápsula (Ca); zona glomerular (Zg); zona fasciculada (Zf); en la cápsula la presencia de células de origen epitelial (flecha). H&E (objetivo 20X) – barra 50 μm.

Figura 15

Fibras de tejido conectivo en la cápsula adrenal de la llama



Nota. La capsula posee fibras colágenas (Ca), trabécula (Tr); zona glomerular (Zg); zona fasciculada (Zf); en la cápsula la presencia de células de origen epitelial (flecha). Tricrómico de Masson (objetivo 20X) – barra 50 µm.

La presencia de la cápsula en la glándula adrenal es común en todas las especies animales domésticos reportados (Banks, 1996; Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019). En las especies emparentadas con la llama, como el caso de alpaca el patrón de la cápsula es similar (Samuel et al., 1979), pero estos autores no mencionan la presencia de las agrupaciones epiteliales en la cápsula. En estudios realizados en camellos indican que la cápsula es gruesa y reportan una medida de 503µm (Ye et al., 2017). Los mismos autores mencionan que la cápsula tiene tres capas, externa, media e interna. Para el caso de la llama no se pudo examinar si poseía las mismas capas que la cápsula adrenal del camello, debido a que Ye et al., (2017) utilizaron otras tinciones además de la hematoxilina y eosina que les permitió realizar dichas distinciones. Las células epiteloides que se encontró en la cápsula, según Dellmann, (1994) las considera como células indiferenciadas halladas en la cápsula adrenal de grandes rumiantes; al respecto Eurell & Frappier, (2006) las cataloga como grupos de células parenquimatosas dentro de un nódulo hiperplásico en la cápsula y esto lo explica debido a una posible estimulación crónica de la zona glomerulosa (por ejemplo enfermedad renal) que produciría la proliferación celular, no solo en la corteza, sino también en la

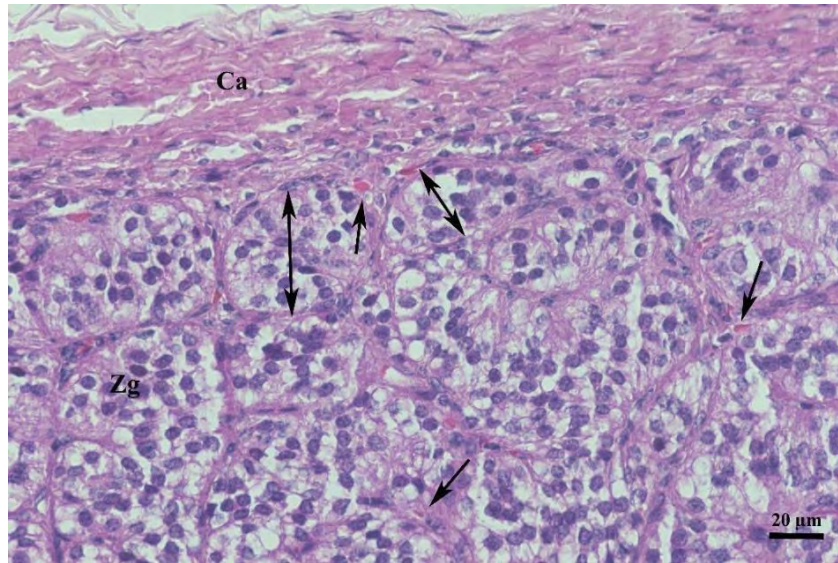
cápsula. Por otra parte Bacha & Bacha, (2012), indican la presencia de agrupaciones celulares en la cápsula adrenal de equinos, similares a los encontrados en las llamas, estos autores las describen como islotes de células epiteloides e indican que ocasionalmente se suelen encontrar. En un estudio en cabras (Suri et al., 2022) se mencionan como zona glomerular intracapsular, asumiendo que las células son similares a las de la zona glomerulosa (ZG). Debido a esta incertidumbre de cómo catalogarlos solo podríamos basarnos en la similitud que hay con las células de la corteza, pero se debería realizar estudios tipo inmunohistoquímicos para determinar el contenido citoplasmático de estas células.

5.2.2. Corteza

La corteza adrenal en la llama tuvo tres zonas, estas son la zona glomerulosa (Zg), zona fasciculada (Zf) y zona reticulada (Zr). La Zg fue la más externa y estrechamente unida a la cápsula adrenal. Se caracterizó por que presentaba una organización de grupos celulares a manera de nidos y formando grupos celulares semicirculares (Figura 16). Entre los nidos celulares hubo la presencia de capilares sanguíneos. Las células fueron grandes y de forma poliédrica con un núcleo redondo y basófilo, el citoplasma presentó una coloración acidófila pálida y se evidencio zonas blanquecinas que corresponden a vesículas aparentemente lipídicas (Figura 17).

Figura 16

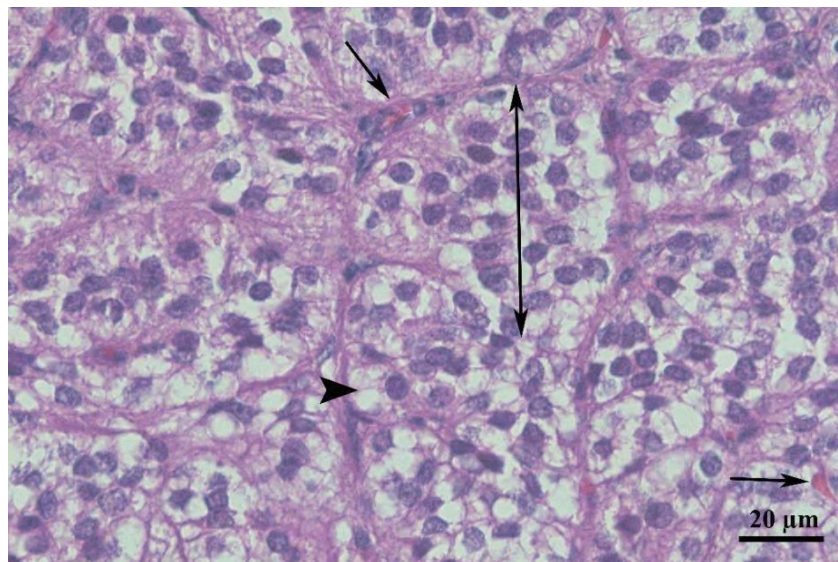
Zona glomerular de la corteza adrenal de la llama



Nota. Se aprecia la cápsula (Ca), la zona glomerular (Zg) presenta las agrupaciones celulares en forma de nidos celulares o formas de media luna (doble flecha); entre los nidos celulares hay presencia de capilares sanguíneos (flechas). H&E (objetivo 40X) – barra 20 μm.

Figura 17

Células de la zona glomerular de la corteza adrenal de la llama

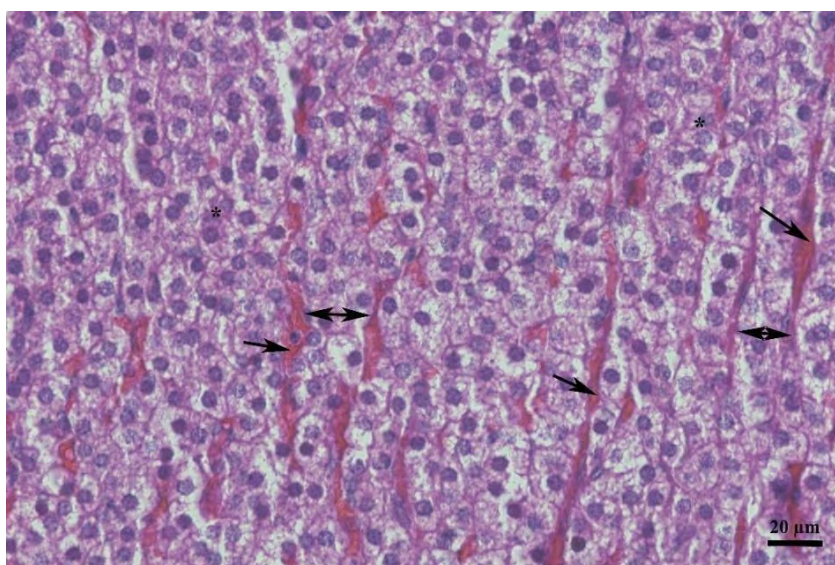


Nota. Se aprecian las agrupaciones celulares en forma de nidos celulares luna (doble flecha); entre los nidos celulares hay presencia de capilares sanguíneos (flechas); las células de forma poliédrica con núcleo redondo y vacuolas en el citoplasma (punta de flecha). H&E (objetivo 63X) – barra 20 μm.

La zona fasciculada, fue la segunda zona de la corteza adrenal, se caracterizó por presentar una conformación a manera de hileras, dirigidas a modo de radios hacia la médula. El ancho de las hileras o fascículos estaba conformado por una, dos y hasta de tres células (Figura 18). Entre los fascículos se encontraron vasos sanguíneos y muchos de ellos fueron capilares. Las células tenían una forma poliédrica, con un núcleo central de forma redonda y moderadamente basófilo. El citoplasma fue acidófilo con presencia de vacuolas lipídicas que se mostraban de color blanco dando un aspecto de burbujas dentro del citoplasma. Estas células correspondieron a los espongocitos (Figura 19).

Figura 18

Zona fasciculada de la corteza adrenal de la llama



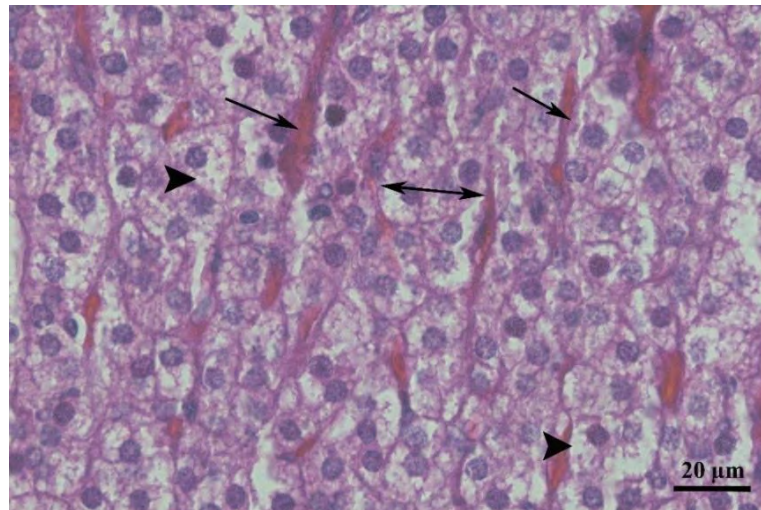
Nota. Se aprecia los cordones o fascículos (flecha doble); capilares sanguíneos (flechas). H&E (objetivo 40X) – barra 20 μ m.

La zona reticulada ocupó la parte más interna de la corteza, el límite con la zona fasciculada se distinguió bien (Figura 20). La zona reticular no presento una agrupación celular regular, más bien tenía una disposición tipo anastomosada y en medio de ella se observó vasos sanguíneos como capilares. Las células tenían una forma poliédrica y fueron más pequeñas en comparación a las células de la zona fasciculada, pero se podían distinguir células grandes y pequeñas. El núcleo fue redondo y en posición central, su citoplasma fue más acidófilo y con pocas vacuolas lipídicas en comparación a las otras zonas de la corteza

adrenal, pero entre las células algunas poseían más vacuolas y otras menos y esto también influía en que algunas eran más acidófilas o menos acidófilas (Figura 21).

Figura 19

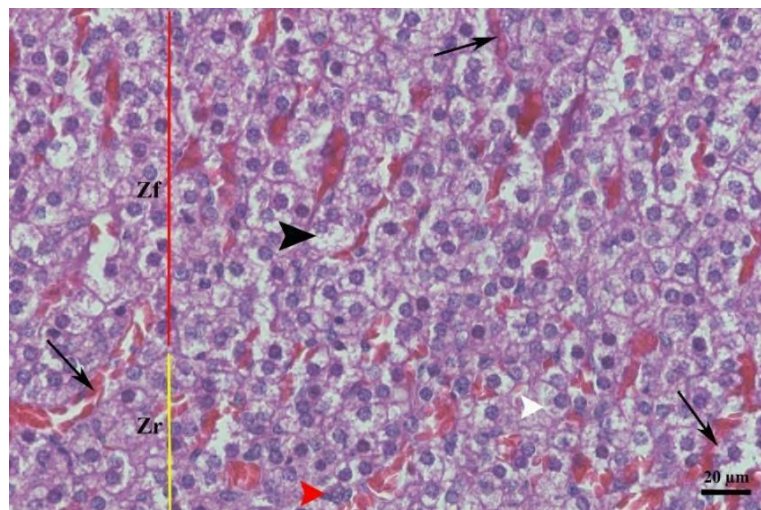
Células de la zona fasciculada de la corteza adrenal de la llama



Nota. Se aprecia los cordones o fascículos (flecha doble); capilares sanguíneos (flechas); espongiosocitos de forma poliédrica, con núcleo redondo en posición central y citoplasma acidófilo con presencia de vacuolas lipídicas (cabeza de flecha). H&E (objetivo 63X) – barra 20 μm.

Figura 20

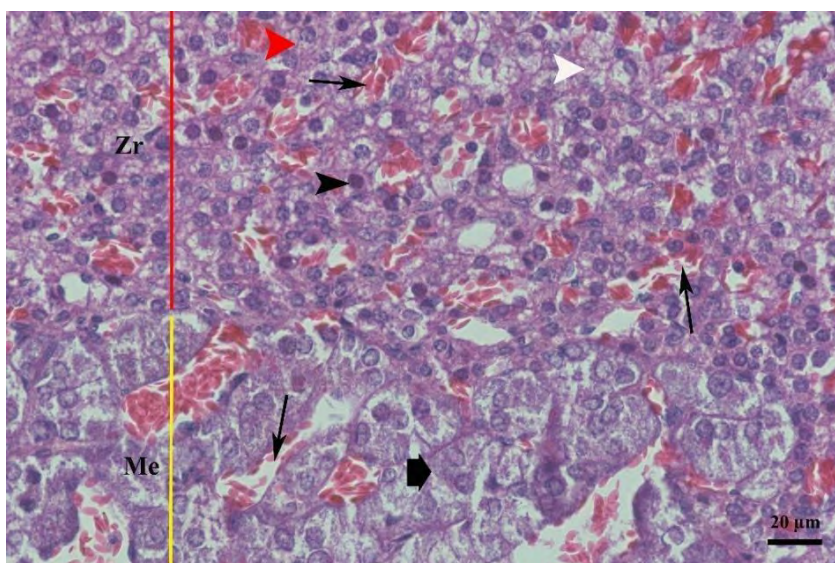
Zona reticular en la corteza adrenal de la llama



Nota. Se aprecia la zona fascicular (Zf) delimitada con una línea roja y la zona reticular (Zr) delimitada con una línea amarilla; capilares sanguíneos (flechas); espongiosocitos (cabeza de flecha negra); células claras de la zona reticular (cabeza de flecha blanca); células oscuras de la zona reticular (cabeza de flecha roja). H&E (objetivo 40X) – barra 20 μm.

Figura 21

Zona reticular y límite con la médula adrenal en la llama



Nota. Se aprecia la zona glomerular (Zr) delimitada con una línea roja y la médula adrenal (Me) delimitada con una línea amarilla; capilares sanguíneos (flechas); células claras de la zona reticular (cabeza de flecha blanca); células oscuras de la zona reticular (cabeza de flecha roja); células cromafines en la médula (flecha gruesa). H&E (objetivo 40X) – barra 20 μm.

Las tres zonas descritas en la corteza adrenal de la llama coinciden con el reporte realizado por Samuel et al., (1979) en alpacas, así mismo, en la mayoría de las especies domésticas reportan la presencia de tres zonas (Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019); pero se manifiestan que en los perros, gatos, caballos y camellos bactrianos existe la zona intermedia que se ubica entre la Zg y la Zf (Bacha & Bacha, 2012; Bloodworth & Wers, 1968; Ye et al., 2017). Al respecto de los camellos, en el estudio realizado en camellos dromedario por Abdalla & Ali, (1988) no indica la presencia de la zona intermedia (Zi) y en el camello bactriano Ye et al., (2017) si reporta la Zi, pero también indica que está ausente en los machos. Estas diferencias respecto a la presencia o ausencia de la Zi obedecerían al factor especie y sexo. Adicionalmente un reporte en el camello dromedario (Nabipour et al., 2008) no indica la presencia de la Zi, pero la Zg la divide en dos zonas, una superior y otra inferior aduciendo que hay diferencia en la coloración de estas secciones. Quizá en este

último reporte coincide la Zi con la parte superior de la Zf, pero para el caso de la llama no se observó tales diferencias.

La Zg muestra una conformación de nidos similar a los descrito en la alpaca (Samuel et al., 1979) y en los camellos dromedarios y bactrianos (Abdalla & Ali, 1988; Ye et al., 2017); mientras que en los perros, caballos y cerdos la Zg tiene un aspecto de arcos (Bacha & Bacha, 2012; Eurell & Frappier, 2006). Nuevamente estas diferencias obedecerían al factor especie animal; pero a pesar de esto la función de la Zg es similar en todas las especies. Las células de la Zg son las encargadas de sintetizar la hormona aldosterona (Klein, 2014), que es una hormona de origen esteroidal y que desempeña la función importante en el mantenimiento del equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base a través de sus efectos en la nefrona distal, donde regula la excreción de electrolitos como la reabsorción de Na^+ y secreción de K^+ y H^+ (García, 2018).

La Zf mostró ser la zona más amplia de la corteza adrenal, si bien no se realizó medidas en este estudio, en el caso del camello bactriano Ye et al., (2017) lo reporta también como la zona de mayor amplitud. En cuanto a la conformación de esta zona coincide con los reportes realizados en alpacas (Samuel et al., 1979), camellos (Abdalla & Ali, 1988; Ye et al., 2017) y otros animales domésticos (Bacha & Bacha, 2012; Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019). La presencia de las vacuolas lipídicas de los espongocitos se debe a que las hormonas que se producen en esta zona son de origen lipídico y corresponde al grupo de hormonas esteroideas (García, 2018). Y referente al tipo de hormonas que se producen en esta zona que son el cortisol y la cortisona denominadas glucocorticoides, los textos de fisiología veterinaria lo generalizan para todos los animales (García, 2018; Klein, 2014) de tal manera que lo mismo ocurriría en la llama.

La Zr de la corteza adrenal en la llama tiene similitudes en comparación a la descripción realizada en la alpaca (Samuel et al., 1979), de igual manera la descripción realizada en los camellos (Abdalla & Ali, 1988; Ye et al., 2017). Esta similitud se basa en que las células tienen una disposición de red o tipo anastomosada. Por otra parte, sobre el

tipo de células de la Zr que están presentes, en el caso de la descripción en la alpaca no hacen referencia a tipos celulares; pero en estudios del camello bactriano (Ye et al., 2017) y en ovejas (Y. P. Ramirez, 2018) se menciona la presencia de dos tipos celulares, que sería similar a lo hallado en la Zr en este estudio. En el caso de la llama se encontró células de diferentes tamaños y algunas que poseían más vacuolas en comparación a otras, estas diferencias se pueden explicar mencionando que Ye et al., (2017) manifiesta que hay células claras y son más grandes y células oscuras que son más pequeñas y están cerca a la médula. Por otra parte, Ramirez, (2018) solo indica que la Zr posee células claras y oscuras. Se menciona que las células claras serían las más activas y tendrían esa coloración por la presencia de mitocondrias y gotas de lípidos que son el suministro para formar las hormonas, las oscuras estarían latentes y posteriormente convertirse en células activas (Nishikawa et al., 1963). No hay más bibliografía actualizada sobre este tema de los tipos celulares, pero si se menciona de manera genérica que la función de estas células es la producción de hormonas esteroideas sexuales andrógenos débiles tanto en machos como en hembras (García, 2018). Se denomina así porque son menos potentes que los andrógenos producidos en las gónadas, pero su acción es importante en la determinación de las características sexuales secundarias (Barbeito & Diessler, 2022). De lo mencionado se puede inferir que las células halladas en la Zr de la corteza adrenal de la llama tendrían una función similar al resto de animales.

Por último, en las tres zonas se describe la presencia de vasos sanguíneos y muchos de ellos son capilares. Es lógico encontrar estos capilares debido a que las hormonas secretadas deben ir al torrente sanguíneo (Klein, 2014). Si bien con la técnica histológica aplicada en este estudio no se pueden distinguir que tipo de capilares están presentes a este nivel, se conoce que en todas las glándulas endocrinas hay presencia de capilares fenestrados (Banks, 1996; Liebich, 2019).

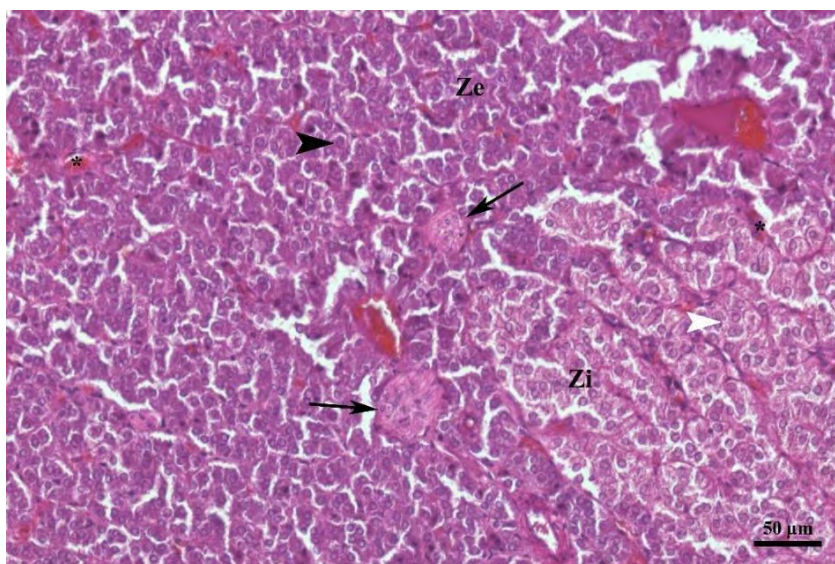
5.2.3. Médula

La médula adrenal (Me) fue la estructura central de la glándula adrenal en la llama, tenía una forma irregular. En la vista panorámica se mostraban zonas oscuras y zonas claras, además, se veían muchas venas (Figura 12). También se pudo visualizar una estructura circular que tenía un patrón casi similar a la corteza adrenal.

A mayor aumento se pudo distinguir las zonas oscuras y claras, y estas estaban conformadas por agrupaciones de células. Se denominó células de la zona externa de la médula (Ze) a las células estaban en la periferia de la médula, en contacto con la Zr (Figura 22). Estas células eran grandes, de forma poliédrica y con un citoplasma basófilo. En la parte central se hallaron las células de coloración clara, mantenían la forma poliédrica, pero eran más pequeñas que las anteriores. A este grupo de células que estaba rodeadas por la Ze se les denominó células de la zona interna de la médula (Zi) ambas células son compatibles con las células cromafines (Figura 23).

Figura 22

Médula adrenal en la llama

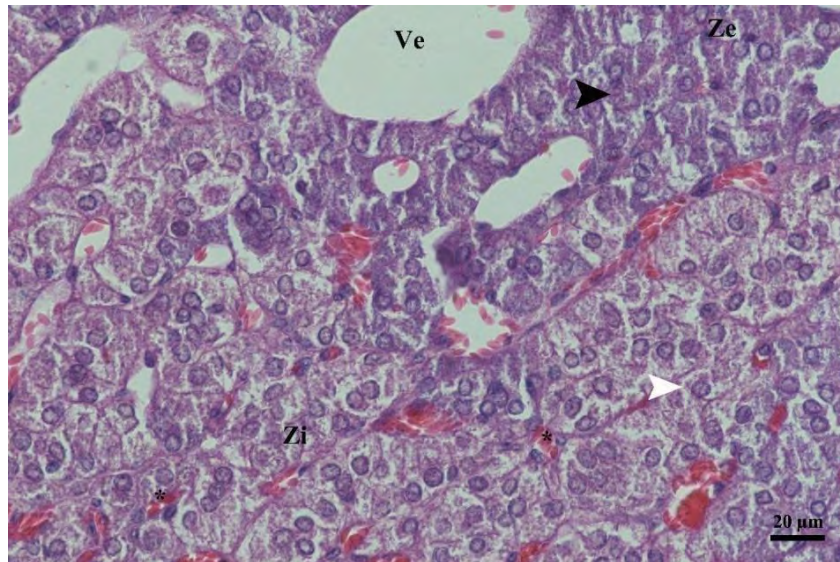


Nota. Se aprecia la zona medular externa (Ze); zona medular interna (Zi); venas medulares (Ve); fibras nerviosas (flecha); capilares sanguíneos (*). H&E (objetivo 20X) – barra 50 μm.

Por otra parte, se observó la presencia de venas dispuestas por todo el sector medular, también se visualizó fibras nerviosas y capilares sanguíneos que recorrían la zona medular (Figura 12, 22 y 23). Otra estructura que se pudo visualizar en la médula fue el manguito capsular (Mc), esta estructura poseía una forma redondeada y que en la parte central poseía una arteria (Figura 24). En algunos preparados se observó que Mc tenía conexión con la corteza, en otros se veía el recorrido desde el área capsular y en otros cortes simplemente de manera independiente en la Me. Este Mc estaba constituido por una arteria pequeña en la parte central, tejido similar a la cápsula y externamente tejido similar a la corteza adrenal.

Figura 23

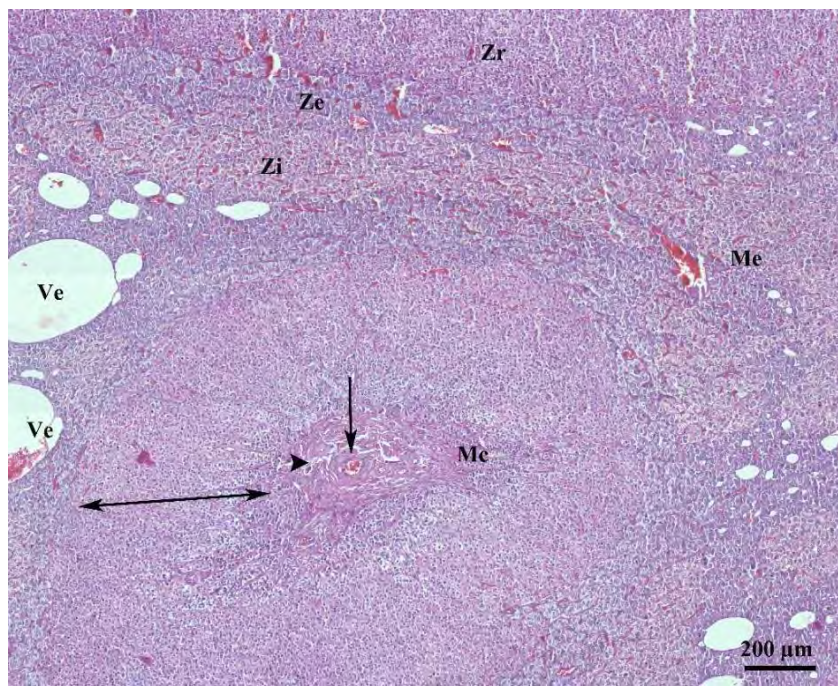
Detalle de las células cromafines en la médula adrenal de la llama



Nota. Se aprecia la zona medular externa (Ze) y sus células oscuras (punta de flecha negra); zona medular interna (Zi) y sus células claras (punta de flecha blanca); venas medulares (Ve); capilares sanguíneos (*) (flecha). H&E (objetivo 40X) – barra 20 μm

Figura 24

Manguito cortical en la médula adrenal de la llama



Nota. Se aprecia el manguito capsular (Mc) ubicado dentro de la médula adrenal (Me); el Mc posee una arteria central (flecha); tejido conectivo similar a la cápsula (punta de flecha) y tejido de la corteza (doble flecha); se observa la zona reticular de la corteza (Zr); zona medular externa (Ze); zona medular interna (Zi); venas medulares (Ve). H&E (escaneado a objetivo 20X) – barra 200 µm.

La médula adrenal comparte similitudes con la mayoría de las especies domésticas. En el caso de las alpacas Samuel et al., (1979) distinguieron dos tipos de células secretoras por su capacidad para absorber azocarmín, Según los autores las más oscuras se encontraban externamente y producían adrenalina, mientras que las más claras estaban rodeadas por las anteriores y producían noradrenalina. Por otra parte, en el camello bactriano (Ye et al., 2017) se describe las Ze y Zi en la médula, la Ze con tinción de H&E son más oscuras y están limitando con la Zr y la Zi se ven más claras con la misma tinción. Ambos autores mencionan a estas células como células cromafines y además en el caso de los camellos se indica que las células cromafines oscuras son más grandes que las claras resultados que coinciden con el reporte en la llama. La explicación de estas similitudes se debe a que la llama es filogénicamente cercana a estas dos especies y comparte estos detalles morfológicos y quizá

también sus aspectos fisiológicos. La función de las células cromafines es producir adrenalina y noradrenalina (García, 2018; Klein, 2014) y esto lo mencionas muchos textos de histología veterinaria en varias especies domésticas (Banks, 1996; Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019).

En referencia al manguito capsular, también fue reportado en el camello dromedario y bactriano (Abdalla & Ali, 1988; Ye et al., 2017), mientras en el caso de la alpaca no es mencionado (Samuel et al., 1979), Nabipour et al., (2008) en camellos dromedarios tampoco menciona esta estructura, pero en otras especies como en chimpancés (Parker et al., 2014) reportan la presencia del manguito capsular y describen su estructura indicando que en la parte central hay una vena, en el caso de la llama es una arteria al igual que en el camello bactriano Ye et al., (2017). La conformación del manguito cortical es similar a la del camello dromedario.

En la médula también se halló fibras nerviosas al igual que en el reporte del camello bactriano (Ye et al., 2017), en las descripciones que realizan en otras especies animales también hacen referencia a la presencia de fibras nerviosas e incluso indican que vienen desde la corteza (Eurell & Frappier, 2006; Ibraheem et al., 2011; Liebich, 2019).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La glándula hipofisiaria en la llama está conformada por tres partes: la parte distal, parte intermedia y parte nervosa. La parte distal presenta agrupaciones celulares en forma de nidos y contiene células cromófilas acidófilas y basófilas; así mismo hay células cromófobas. Entre las agrupaciones celulares hay presencia de tejido conectivo por donde discurren vasos sanguíneos como los capilares. La parte intermedia contiene células claras y oscuras además de otros dos tipos de células y se agrupan en forma de racimos que están separados por tejido conectivo; así mismo hay vasos sanguíneos. La parte nervosa contiene tejido conectivo y tejido nervioso, en este último se evidencian los pituicitos, fibras nerviosas y las dilataciones de axones que se denomina cuerpos de Herring. Hay vasos sanguíneos que discurren por el parénquima.

La glándula adrenal en la llama está constituida por una cápsula delgada y fibrosa; así también, presenta una corteza que posee tres zonas: la zona glomerulosa, zona fasciculada y la zona reticular, estas zonas presentan células epiteliales agrupadas en cuyos citoplasmas evidencia la presencia de vacuolas lipídicas. Tiene una médula que contiene células cromafines claras y oscuras distribuidas en una zona medular externa y zona medular interna, a nivel medular hay la presencia del manguito cortical y venas medulares. En la corteza y médula se evidenció la presencia de capilares sanguíneos.

6.2. Recomendaciones

- 6.2.1** Realizar las descripciones anatómicas e histológicas del resto de glándulas endocrinas en la llama, de tal manera que se contribuye en el conocimiento anatómico en esta especie.
- 6.2.2** Realizar estudios de inmunohistoquímica para poder diferenciar las diferentes células según el tipo de hormona que producen.

VII. REFERENCIAS

- Abdalla, M. A., & Ali, A. M. (1988). Morphometric and histological studies on the adrenal glands of the camel *Camelus dromedarius*. *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica*, 24(6), 269–281.
- Allaerts, W., Fluitsma, D. M., Hoefsmit, E. C. M., Jeucken, P. H. M., Morreau, H., Bosnian, F. T., & Drexhage, H. A. (1996). Immunohistochemical, Morphological and Ultrastructural Resemblance between Dendritic Cells and Folliculo-Stellate Cells in Normal Human and Rat Anterior Pituitaries. *Journal of Neuroendocrinology*, 8(1), 17–29.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.1996.tb00682.x>
- Alrahman, H. M. A., Shehan, N. A., & Saud, Z. A. H. (2022). Anatomical and histological characteristics of pituitary gland in domestic animals. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), 1–6.
<https://doi.org/10.31893/multirev.2022010>
- Bacha, W., & Bacha, L. (2012). *Color atlas of Veterinary Histology* (Wilwy-Blackwell, Ed.; 3rd ed.).
- Banks, W. (1996). *Histología veterinaria aplicada* (Manual Moderno, Ed.; 2nd ed.).
- Barbeito, C., & Diessler, M. (2022). *Introducción a la Histología Veterinaria* (Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, Ed.).
<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/2165>.
- Bloodworth, J. M., & Wers, K. L. (1968). The ultrastructure of the normal dog adrenal. *Journal of Anatomy*, 102(Pt 3), 457–476.
- Brusco, H. A., López, J. J., & Loidl, C. F. (2014). *Histología médico-práctica* (Elsevier, Ed.; Primera).
- Castro, A. N. C., Carrica Illia, M., Lendez, P. A., Carrica Illia, M. P., Zimmermann, B., Mendoza Torres, G. J., Ghezzi, M. D., & Barbeito, C. G. (2023). Características

- histológicas del hígado de la llama (*Lama glama*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(4), e24116. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i4.24116>
- Cui, D. (2011). *Histología con correlaciones funcionales y clínicas* (Wolters Kluwer Health, Ed.).
- Dellmann, D. (1994). *Histología veterinaria* (Acribia S.A., Ed.).
- Edriss, I., & Elmoneim, A. (2021). *Histological techniques quick review* (National Library Cataloging-Sudan, Ed.; 1st ed.).
- El Allali, K., Maguig, M., Ouassat, M., & Achaaban, M. (2015). Camel pituitary gland: elaboration of an atlas and oxytocin-vasopressin immunofluorescence study. In Conference on Sustainability of Camel population and Production (Ed.), *Proceedings of International Camel Conference* (pp. 22–26).
- Eurell, J., & Frappier, B. (2006). *Dellmann's Textbook of veterinary histology* (Blakell Publishing, Ed.; 6th ed.).
- FAO. (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Perú*.
Http://Tarwi.Lamolina.Edu.Pe/~emellisho/Zootecnia_archivos/Situacion%20alpcas%20peru.Pdf.
- Fowler, M. E., & Bravo, P. W. (2010). Medicine and Surgery of Camelids. *Medicine and Surgery of Camelids*, 21. <https://doi.org/10.1002/9781118785706>
- García, A. (2018). *Fisiología veterinaria* (Tébar Flores, Ed.).
- González, N., & Barbeito, C. (2014). *Histología de las aves* (Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, Ed.).
- Ibraheem, A., Al-Samarraee, N., Bader, K., & Maher, W. (2011). Histological study for the innervations of the adrenal gland of the camel (*Camelus dromedaries*). *Tikrit Journal of Pure Science*, 16(2), 10–13.

- INEI. (2014). *Características socioeconómicas de productor agropecuario en el Perú*. INEI.
- Jelinek, F., & Konecny, R. (2011). Adrenal Glands of Slaughtered Bulls, Heifers and Cows: A Histological Study. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 40(1), 28–34.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0264.2010.01034.x>
- Junqueira, L., & Carneiro, J. (2015). *Histología. Básica Texto y Atlas* (Médica Panamericana, Ed.).
- Kirkwood, N. C., Hughes, K. J., & Stewart, A. J. (2022). Pituitary Pars Intermedia Dysfunction (PPID) in Horses. *Veterinary Sciences*, 9(10), 556. <https://doi.org/10.3390/vetsci9100556>
- Klein, B. (2014). *Cunningham Fisiología veterinaria* (Elsevier, Ed.).
- König, H., & Liebich, H. (2005). *Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color* (Médica Panamericana, Ed.; Vol. 2).
- Liebich, H. (2019). *Veterinary histology of domestic mammals and birds* (Publishing, Ed.; 5th Edition).
- Mahmood, H. (2014). Anatomical and histological study of pituitary gland of the rats in Iraq. *Journal of Kerbala University*, 12(3), 221–228.
- Manrique, J. (1970). *Descripción macro y microscópica de la hipófisis de Lama pacos (Alpaca)*. Tesis, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional del Altiplano.
- Marieb, E., & Hoehn, K. (2012). *Anatomía y fisiología humana* (P. Boston, Ed.; 9th ed.).
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). *Atlas de histología animal y vegetal: Técnicas histológicas y protocolos* (Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. & Universidad de Vigo., Eds.; 1st ed.).
<https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-protocolos.pdf>.

- Mendoza T, G., Castro, A., Lupidio, M., Domínguez, M., Gómez, S., & Ghezzi, M. (2012). Caracterización macroscópica y microscópica de las glándulas anexas del aparato reproductor masculino de la llama (*Lama Glama*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 21(1), 27–42.
- Nabipour, A., Khanzadi, S., & Behdegani, A. (2008). Gross an histological study on the adrenal glands in camels (*Camelus dromedarius*). *Journal of Camel Practice and Research*, 15(1), 121–125.
- Navarrete, M. (2017). *Estudio morfológico e inmunohistoquímico del desarrollo postnatal de la glándula adrenal en crías de alpaca (Vicugna pacos) de 7 a 45 días de edad en Marangani - Cusco*. Tesis, Escuela de Medicina Veterinaria Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Nishikawa, M., Murone, I., & Sato, T. (1963). Electron Microscopic Investigations of the Adrenal Cortex. *Endocrinology*, 72(2), 197–209. <https://doi.org/10.1210/endo-72-2-197>
- Nomina Histológica Veterinaria. (2017). *International Committee on Veterinary Histological Nomenclature (ICVHN): Vol. Hanover, Germany*.
- Núñez, Q. (1968). Estructuras Anatómicas que diferencian ciertos órganos de algunos animales domésticos. *Boletín de Divulgación N° 2. IVITA FMV –UNMSM. Lima, Perú*.
- Parker, C. R., Grizzle, W. E., Blevins, J. K., & Hawkes, K. (2014). Development of adrenal cortical zonation and expression of key elements of adrenal androgen production in the chimpanzee (*Pan troglodytes*) from birth to adulthood. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 387(1–2), 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2014.02.010>
- Pawlina, W., & Ross, M. (2020). *Ross Histología texto y atlas* (Wolters kluwer, Ed.; 8th ed.).
- Pinto Jiménez, C., Martín Espada, C., & Cid Vázquez, M. (2010). Camélidos sudamericanos: clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 23–36.

- Prophet, E., Mills, B., Arrington, J., & Sobin, L. (1995). *Métodos histotecnológicos* (1st ed.). Instituto de patología de las fuerzas armadas de los Estados Unidos de América.
- Quispe Coaquira, J. E., Dueñas Gayona, L., Bustinza Choque, V., Machaca Machaca, R., Bolívar Villegas, N. A., & Machaca Machaca, V. (2020). Morfología de las llamas (Lama glama) K'ara de Checacupe, Cusco, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), e17855. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17855>
- Quispe, E. (2011). Haematological adaptations of south american camelids living at high altitude. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 5(1), 1–26.
<http://www.ucm.es/BUCM/revistasBUC/portal/modulos.php?name=Revistas2&id=RCCV&col=1>
- Ramirez, J. E., & Paredes, F. S. (2023). Estudio histológico de las glándulas de meibomio en la llama (Lama glama). *Salud y Tecnología Veterinaria*, 12(1), 13–18.
<https://doi.org/10.20453/stv.v12i1.5079>
- Ramirez, Y. P. (2018). *Contribución al estudio anatomohistológico de las glándulas suprarrenales en ovinos criollos de lana (Ovis aries) - Cajamarca, 2018*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Samuel, C. A., Sumar, J., & Nathanielsz, P. W. (1979). Histological observations of the adrenal glands of newborn alpacas (Lama pacos). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 62(2), 387–396. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(79\)90075-6](https://doi.org/10.1016/0300-9629(79)90075-6)
- SENAMHI. (2024). *Datos hidrometereológicos*.
<https://Www.Senamhi.Gob.Pe/?&p=estaciones>.
- Shearer, J. (2018). Euthanasia of Cattle: Practical Considerations and Application. *Animals*, 8(4), 57. <https://doi.org/10.3390/ani8040057>

- Suri, S., Kour, G., & Sasan, J. S. (2022). Histomorphology and Histochemistry of adrenal cortex of adult Bakerwali goat of Jammu region. *Journal of Livestock Science*, 13(2), 80.
<https://doi.org/10.33259/JLivestSci.2022.80-87>
- Takeuchi, M. (2001). The Mammalian Pars Intermedia —Structure and Function—. *Zoological Science*, 18(2), 133–144. <https://doi.org/10.2108/zsj.18.133>
- Tannenbaum, J., & Bennett, B. T. (2015). Russell and Burch's 3Rs then and now: the need for clarity in definition and purpose. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*, 54(2), 120–132.
- Vargas, M., & Rodríguez, D. (2015). Importancia del estudio histopatológico en la determinación de las causas de función de autopsias médico legal cuya manera de muerte se clasificó como natural. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32(1), 5–23.
- Ye, W., Wang, F., Wang, H., & Wang, J. (2017). Morphology and ultrastructure of the adrenal gland in Bactrian camels (*Camelus bactrianus*). *Tissue and Cell*, 49(2), 285–295.
<https://doi.org/10.1016/j.tice.2017.01.010>
- Ye, W., Wang, H., Wang, F., & Wang, J. (2018). Morphology and Ultrastructure of the Hypophysis in Bactrian Camels (*Camelus bactrianus*) Morfología y Ultraestructura de la Hipófisis en Camellos Bactrianos (*Camelus bactrianus*). In *Int. J. Morphol* (Vol. 36, Issue 4).
- Young, B., Woodford, P., & O'Dowd, G. (2014). *Wheater's Funcional Histology a text and colour atlas* (ElSevier, Ed.).

VIII ANEXOS

Anexo 1. Preparación de formol tamponado

El formol tamponado se preparó en el laboratorio de histología y patología de la Escuela Profesional Medicina Veterinaria, UNSAAC de acuerdo a las indicaciones de Prophet et al., (1995), utilizando a la siguiente fórmula:

-  Formaldehído 40% 100 mL
-  Agua destilada 900 mL
-  Fosfato de sodio, monobásico 4.0 g
-  Fosfato de sodio, dibásico (anhidro) 6.5 g

Se mezclaron los insumos en un vaso precipitado de 1 L y se depositaron en frascos y se procedió a rotularlos, posteriormente se almacenaron hasta su uso.

Anexo 2. Preparación de alcoholes

En el proceso de deshidratación y tinción, se emplearon alcoholes con distintas concentraciones con el fin de deshidratar o hidratar el tejido. Se optó por el alcohol al 96% como concentración principal para preparar los demás alcoholes, a excepción del alcohol absoluto (100%) que se compró ya preparado. Para reducir la concentración de los alcoholes, se aplicó la fórmula siguiente:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

Dónde:

-  V_1 es la cantidad de alcohol que estamos buscando.
-  C_1 es la concentración de solución matriz.
-  V_2 es el volumen final que necesitamos.
-  C_2 es la concentración diluida que queremos preparar. (Prophet et al., 1995)

Se prepararon alcoholes de diferentes grados 70°, 80°, 90°, 95° y el alcohol de 100° se obtuvo de manera comercial.

Anexo 3. *Esquema del proceso de deshidratación, aclaramiento e inclusión*

N° Frasco	Insumo	Tiempo
1	Formol 10%	24 hrs
2	Lavar en agua destilada	
3	Alcohol 50%	45 min
4	Alcohol 50%	45 min
5	Alcohol 70%	60 min
6	Alcohol 90%	30 min
7	Alcohol 100%	60 min
8	Alcohol 100%	60 min
9	Alcohol 100% + xilol	30 min
10	Xilol I	60 min
11	Xilol II	60 min
12	Parafina I	60 min
13	Parafina II	120 min

Adaptado de Prophet et al. (1995)

Anexo 4. Esquema del proceso de la tinción de Hematoxilina – eosina

Paso	Detalle	Tiempo
1	Xilol I	15 min
2	Xilol II	15 min
3	Alcohol 100%	pase
4	Alcohol 90%	pase
5	Alcohol 70%	pase
6	Alcohol 50%	pase
7	Agua destilada	pase
8	Hematoxilina	3 min
9	Alcohol ácido	pase
10	Lavar con agua corriente y destilada	-
11	Eosina	1 min
12	Lavar con agua corriente y destilada	-
13	Secar portaobjetos	-
14	Alcohol 95%	pase
15	Alcohol 95%	pase
16	Alcohol 100%	pase
17	Acetona	pase
18	Xilol I	pase
19	Xilol II	pase
20	Xilol III	pase
21	Montaje	-

Adaptado de Megías et al. (2018)

Anexo 5. Esquema del proceso de tinción de Tricómico de Masson

Paso	Detalle	Tiempo
1	Xilol I	15 min
2	Xilol II	15 min
3	Alcohol 100%	pase
4	Alcohol 90%	pase
5	Alcohol 70%	pase
6	Alcohol 50%	pase
7	Agua destilada	pase
8	Hematoxilina	4 min
9	Fucina ácida	15 min
10	Lavar con agua destilada y secar	-
11	Ácido fosfomolibdico + ácido fosfotunstico	15 min
12	No lavar, solo escurrir	-
13	Azul de anilina	15 min
14	lavar con agua destilada y secar	-
15	Ácido acético glacial	1 min
16	Montaje	-

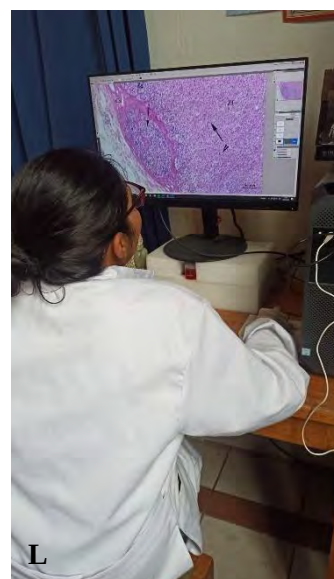
Adaptado de Megías et al. (2018)

Anexo 6. Galería fotográfica 1



En el anexo 6 se muestra el procedimiento que se realizó en el estudio: (A) tallado de la muestra; (B) las muestras colocadas en frasco con fijador; (C) proceso de deshidratación y aclaramiento usando baterías de alcoholes graduados en una cabina de flujo laminar; (D) proceso de inclusión en parafina líquida, se hace uso de una estufa a 62°C; (E) se realiza el armado de bloque de parafina haciendo uso del equipo dispensador de parafina; (F) los bloque elaborados deben enfriarse en la plancha fría del equipo dispensador de parafina.

Anexo 7. Galería fotográfica 2



En el anexo 7 se muestra la continuación del procedimiento que se realizó en el estudio: (G) corte de los bloque haciendo uso del micrótopo de rotación; (H) colecta del corte en un portaobjetos, se usó el equipo de flotación a 37°C; (I) proceso de tinción y montaje en las cubetas ubicadas en la cámara de flujo laminar; (J) se muestran las láminas ya culminadas; (K) se realiza la visualización y descripción de las muestras histológicas en un microscopio óptico; (L) se muestra la edición de las fotografías señalando las diferentes estructuras, se hizo uso del programa Photoshop.