

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO**

**ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**TESIS**

---

**DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS DE  
LA VISION EN LA LLAMA (*Lama glama*)**

---

Presentado por:

**Br: Luz Maribel Roca Puma**

**Para optar el Título Profesional de Médico**

**Veterinario**

**Asesores:**

Ph.D. M.V.Z. Pedro Walter Bravo Matheus

Mg.Sc. M.V.Z. Julio Enrique Ramírez Huanca

**Financiado por:** UNSAAC - Programa

“YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ”

**Cusco - Perú**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada Descripción histológica de los órganos de la visión en la llama (Lama glama)

presentado por: Luz Maribel Poca Poma con DNI Nro.: 74714564 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de Médico Veterinario

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

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 se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica 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 la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 8 de Enero de 2024

[Firma]  
Firma  
Post firma P. Walter Bravo Mathews  
Nro. de DNI 23954705

ORCID del Asesor 0000-0002-4257-9394  
ORCID del 2do Asesor 0000-0003-2011-4294  
Nro. de DNI 41268168

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:302351048

NOMBRE DEL TRABAJO

**DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS DE LA VISION EN LA LLAMA (Lama glama).docx**

AUTOR

**LUZ MARIBEL ROCA PUMA**

RECUENTO DE PALABRAS

**21128 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**115371 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**117 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**41.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 8, 2024 10:44 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 8, 2024 10:46 PM GMT-5**

### ● 8% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

## DEDICATORIA

A mi padre celestial, fuente  
de fortaleza de todos mis momentos  
de angustia

Por darme vida, salud, su  
amor y bondad que no tiene fin;  
quien ha forjado mí camino y me ha  
dirigido por el sendero correcto.

A mis padres:

Lucia Puma Champi y  
Valentín Albino Roca Mamani.

Por su constante apoyo,  
sacrificio, comprensión, atención  
que siempre me han brindado y  
quienes me motivan a culminar  
todas las metas que me propuse en  
la vida.

A mis hermanos:

Milton Rodrigo y Ana Eliana  
Roca Puma

Por su apoyo, que en el día a  
día con su presencia y diversas  
emociones que vivimos me impulsan  
a seguir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

- En primera instancia agradecer a todos los docentes de la escuela profesional de Medicina Veterinaria – Sicuani de la facultad de Ciencias Agronomía y Zootecnia, que con sus enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.
- A mis asesores PhD. MVZ. Pedro Walter Bravo Matheus, Mgt. MVZ. Julio Enrique Ramírez Huanca y MVZ. Fernando Samuel Paredes Baca, por la confianza que depositaron en mí, su apoyo, sus indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- A MVZ. Olsen U. Quispe Q. y MVZ. Lucelia A. Nuñez del Prado E., por su amistad y motivación en la culminación del presente trabajo de investigación.
- A mis compañeros y amigos, Elizabeth Mendoza, Katherine Huari, Wendy Huamán, Cristóbal Huamani y Julia Huaranca, quienes compartimos alegrías, tristezas y que estuvieron en todo momento.
- Agradecimiento al Proyecto de investigación “Implementación de la microscopía virtual para el proceso de enseñanza aprendizaje en la escuela profesional de Medicina Veterinaria”

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	3
CAPITULO II .....	5
2.1. Objetivo general. ....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
2.3. Justificación.....	5
CAPITULO III.....	7
3.1. Antecedentes .....	7
3.2. Aspectos Generales .....	9
3.3. Taxonomía.....	10
3.4. La Visión.....	10
3.5. Desarrollo embrionario .....	11
3.6. Globo ocular .....	13
3.6.1. Túnica fibrosa .....	14
3.6.2. Túnica vascular .....	18
3.6.3. Túnica nerviosa (Retina).....	23
3.6.4. Medios refringentes del globo ocular .....	25
3.7. Párpados .....	27
3.8. Conjuntiva.....	28
3.9. Aparato lagrimal.....	28
3.10. Músculos extraoculares .....	30
3.11. Métodos Histológicos .....	30
3.11.1. Toma de muestra.....	31
3.11.2. Fijación de tejidos .....	31
3.11.3. Deshidratación .....	32
3.11.4. Aclaramiento.....	32
3.11.5. Inclusión en parafina.....	33
3.11.6. Corte.....	33
3.11.7. Tinción hematoxilina y eosina .....	34

3.11.8. Tinción Tricromico de Masson.....	34
CAPITULO IV.....	35
4.1. Ubicación espacial y temporal de la investigación. ....	35
4.2. Materiales.....	35
4.3. Descripción de los Métodos.....	38
4.3.1. Colección de Muestras.....	38
4.3.2. Técnica histológica.....	40
CAPITULO V.....	52
5.1. Características histológicas del globo ocular.....	52
5.1.1. Córnea.....	52
5.1.2. Esclerótica.....	58
5.1.3. Coroides.....	61
5.1.4. Cuerpo ciliar.....	66
5.1.5. Iris.....	71
5.1.6. Retina.....	73
5.1.7. Cristalino.....	77
5.2. Características histológicas de los párpados.....	79
5.2.1. Párpado y membrana nictitante.....	79
5.3. Características histológicas de la conjuntiva ocular.....	85
5.4. Características histológicas de las Glándula lacrimal.....	89
CAPITULO VI.....	91
6.1. Conclusiones.....	91
6.2. Recomendaciones.....	93
CAPITULO VII.....	94
7.1. Bibliografía citada.....	94
CAPITULO VIII - ANEXOS.....	103
7.2. Anexo 1: Flujograma del trabajo de investigación.....	103

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Protocolo de deshidratación, aclaramiento e inclusión.....	43
<b>Tabla 2</b> Protocolo de hidratación, tinción Hematoxilina-Eosina y montaje .....	48
<b>Tabla 3</b> Protocolo de tinción de Tricromico de Masson .....	49

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Partes del globo ocular.....	12
<b>Figura 2</b> Laboratorio de histología y patología veterinaria de la UNSAAC .....	34
<b>Figura 3</b> Material biológico para la colección de muestras .....	38
<b>Figura 4</b> Muestras colectadas del ojo y sus órganos anexos de la llama .....	38
<b>Figura 5</b> Disección del ojo en el eje longitudinal.....	39
<b>Figura 6</b> Puntos clave para toma de muestra .....	40
<b>Figura 7</b> Muestras en cassetes rotulados en el medio fijador .....	41
<b>Figura 8</b> Baterías de deshidratación y aclaramiento.....	43
<b>Figura 9</b> Formación de bloques con el equipo de inclusión .....	45
<b>Figura 10</b> Bloques de parafina con muestras en plancha fría .....	45
<b>Figura 11</b> Corte de bloques con el micrótopo en secciones de 5 micras .....	46
<b>Figura 12</b> Proceso de colocación de las secciones cortadas en láminas porta objetos .....	46
<b>Figura 13</b> Láminas histológicas teñidas y montadas listas para su lectura.....	49
<b>Figura 14</b> Microscopio confocal para captura de imágenes .....	50
<b>Figura 15</b> Córnea de la llama en corte anteroposterior, coloración H&E 10X.....	52
<b>Figura 16</b> Córnea de la llama, zona anterior, coloración H&E 20X .....	52
<b>Figura 17</b> Cornea de la llama zona posterior, coloración H&E 20X.....	53
<b>Figura 18</b> Córnea de la llama sección del limbo, coloración H&E 10X .....	54
<b>Figura 19</b> córnea de la llama sección próxima al limbo, coloración Tricromico de Masson 10X.....	54
<b>Figura 20</b> Cornea de la llama zona del limbo, corte anteroposterior, tinción H&E 10X. .....	55

<b>Figura 20</b> Cornea de la llama zona del limbo, corte anteroposterior, tinción H&E 10X. .....	56
<b>Figura 21</b> Esclerótica de la llama, coloración H&E. 10X .....	59
<b>Figura 22</b> Esclerótica de la llama, zona anterior, tinción Tricromico de Masson 10X. ..	60
<b>Figura 23</b> Esclerótica de la llama, zona posterior, coloración H&E 10X.....	60
<b>Figura 24</b> Coroides de la llama, corte anteroposterior, coloració Tricromico de Masson 10X.....	62
<b>Figura 25</b> Coroides de la llama, corte anteroposterior, coloración H&E 20X.....	62
<b>Figura 26</b> Coroides de la llama zona posterior, coloración H&E 20X.....	63
<b>Figura 27</b> Coroides de la llama zona posterior, corte anteroposterior, coloración Tricromico de Masson 20X. ....	63
<b>Figura 28</b> Coroides de la llama, detalle de la zona posterior, coloración H&E 63 X.....	64
<b>Figura 29</b> Cuerpo ciliar de la llama unido a la retina, tinción tricromico de Masson 10X. .....	67
<b>Figura 30</b> Cuerpo ciliar de la llama (vista de un sector) tinción tricromico de Masson 10X.....	67
<b>Figura 31</b> Cuerpo ciliar de la llama, detalle de un sector (capa epitelial), corte anteroposterior, coloración Tricromico de Masson 20X. ....	68
<b>Figura 32</b> Angulo iridocorneal del ojo de la llama, coloración H&E. 10X.....	68
<b>Figura 33</b> Ángulo iridocorneal de la llama, coloración tricromico de Masson 10X. ....	69
<b>Figura 34</b> Proceso ciliar de la llama, coloración tricromico de Masson 10X.....	69
<b>Figura 35</b> Iris de la llama, corte antero posterior, coloración H&E 10X.....	71
<b>Figura 36</b> Iris de la llama, Corte anteroposterior, tinción tricromico de Masson 10X ....	72

<b>Figura 37</b> Esclerótica, coroides y retina de la llama, coloración H&E 10X.....	74
<b>Figura 38</b> Retina de la llama, coloración tricromico de Masson 10 X. ....	75
<b>Figura 39</b> Retina de la llama, zona anterior, coloración H&E 63X.....	76
<b>Figura 40</b> Retina de la llama, zona posterior, coloración H&E 63X.....	76
<b>Figura 41</b> Cristalino de la llama, coloración H&E 10X. ....	78
<b>Figura 42</b> Cristalino de la llama, coloración H&E 20X. ....	78
<b>Figura 43</b> Párpado de la llama corte anteroposterior, coloración H&E. 10X.....	81
<b>Figura 44</b> Párpado de la llama, corte transversal, tinción tricromico de Masson 10X. ...	81
<b>Figura 45</b> Párpado de la llama, coloración tricromico de Masson 10X.....	82
<b>Figura 46</b> Párpado de la llama, folículo piloso, coloración H&E 20X.....	82
<b>Figura 47</b> Tercer parpado de la llama, coloración H&E. 10X.....	83
<b>Figura 48</b> Superficie bulbar conjuntival del tercer parpado de la llama, coloración H&E. 20X.....	83
<b>Figura 49</b> Unión de la córnea y la conjuntiva bulbar de la llama, coloración Tricromico de Masson 10x. ....	86
<b>Figura 50</b> Conjuntiva palpebral y parpado de la llama, coloración H&E 10X.....	87
<b>Figura 51</b> Conjuntiva palpebral de la llama, coloración H&E. 10X.....	87
<b>Figura 52</b> Conjuntiva palpebral de la llama, células caliciformes, coloración H&E. 10X. .....	88
<b>Figura 53</b> Glándula lacrimal de la llama, coloración tricromico de Masson 10X. ....	89
<b>Figura 54</b> Glándula lacrimal de la llama, coloración tricromico de Masson 20X. ....	90

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó 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 de la tesis fue describir histológicamente el ojo y los órganos oculares anexos en la llama. La metodología empleada se basó en técnica de inclusión en parafina y las técnicas de tinción con hematoxilina – eosina y tinción tricrómico de Masson. Se colectaron muestras de ojo y sus anexos oculares de 10 llamas de distinta raza conformado por machos y hembras de cuatro meses a un año de edad y aparentemente sanas al examen clínico. Las láminas histológicas fueron evaluadas con microscopio confocal LSM 800 con el módulo Airyscan. Se obtuvo como resultados descripciones algo similares a las realizadas en otras especies encontrándose algunas diferencias. La córnea está formada por cuatro capas siendo ausente la membrana de Bowman. En la túnica media, a nivel de la coroides el tapete lúcido está ausente en el ojo de llama. En los órganos anexos como los párpados se pudo observar que hay ausencia de las glándulas tarsales, estas más bien están de manera aislada e independiente al párpado. La conjuntiva está presente de dos maneras, la conjuntiva bulbar y la conjuntiva palpebral. Las glándulas lacrimales están compuestas de células acinares que vierten secreciones exocrinas. En conclusión, el ojo y sus anexos en la llama presentan patrones generales con el resto de especies animales, pero se muestran diferencias que son atribuidas a la especie animal. Adicionalmente estos resultados contribuyen en el conocimiento de la anatomía ocular en esta especie animal y que serán usados en estudios posteriores.

***Palabras clave:*** Conjuntiva, glándula lacrimal, globo ocular, Llama

## ABSTRACT

An histological description of the llamas eye and accompanying organs, was done at the veterinary histology laboratory of the school of veterinary medicine of the Cusco San Antonio Abad university. Paraffin embedded tissue from 10 llamas were processed using hematoxylin-eosin and Masson's trichrome staining, was used. Llamas from four months were used in the study histological samples were scanned with LSM 800 confocal microscope using the Airyscan module. Llama eyes were similar to other species. The cornea is composed of four layers with Bowman's membrane absent. The tapetum lucidum of the medium tunic is also missing. Tarsal glands from the eyelid are missing or are independent o separated. The conjunctiva was present as two forms, the bulbar conjunctiva and the palpebral conjunctiva. The lacrimal glands are composed by cellular acinar. An conclusion, the eye and its annexes follow the general layout from other animal species. These results contribute to the knowledge of the llama eyes.

**Keywords:** *Conjunctiva, lacrimal gland, eye globe, Llama*

## INTRODUCCION

La llama habita la zona alto andina del Perú, distribuidos a lo largo de los Andes centrales del Perú (Quispe et al., 2009) sobre los 3000 msnm. El medio ambiente donde vive esta especie animal posee condiciones adversas como la incidencia de heladas y precaria disponibilidad de agua y es allí donde radica la importancia de la llama (Bustamante et al., 2006). Esta especie se logró adaptar fisiológicamente y anatómicamente a estas duras condiciones ambientales (Pinto et al., 2010). Uno de sus mecanismos de sobrevivencia es que los camélidos convierten con eficiencia la vegetación nativa de estos ambientes en carne.

La llama (*Lama glama*) es la especie animal domesticada más grande de América del Sur y actualmente se encuentra en todo el mundo. Los pueblos andinos lo han utilizado durante milenios para transportar carga, obtener lana y carne (Wakild, 2021). Por lo que es considerada una especie económicamente importante en el Perú, siendo criado por pequeños productores y comunidades campesinas (Pinto et al., 2010).

El sentido de la vista es uno de los elementos más importantes en la calidad de vida de los de los animales. Es así, que la visión influye tanto en la actividad diaria, como en su relación con su entorno. Para que los animales perciban los objetos, necesitan un conjunto de estructuras, como el globo ocular que a su vez consta de varias estructuras funcionales que reciben la luz a través de células receptoras especializadas. Además del globo ocular existen otras estructuras como las glándulas lagrimales, parpados, músculos que permiten el funcionamiento de la visión (Osorio & Vorobyev, 2008).

Un análisis detallado de las características ópticas y morfológicas del globo ocular es importante no sólo desde el punto de vista científico básico, sino porque permite comprender o

predecir mejor el comportamiento de determinados animales y entender sus actitudes frente a ciertos estímulos externos (Lo Sapio, 2016). Es así, que el caso de la llama se tiene limitado conocimiento desde el punto de vista anatómico, fisiológico e histológico, y esto también se aprecia a órganos específicos como es el caso del ojo, por lo cual el objetivo de investigación fue describir histológicamente el globo ocular y estructuras anexas de la visión en la llama.

## CAPITULO I

### 1.1. Planteamiento del problema

La importancia del estudio histológico (anatomía microscópica) es brindar una comprensión detallada y global de la conformación del organismo de las diferentes especies animales; además da fundamentación en el lenguaje técnico que se requiere en otras disciplinas básicas (ejemplo, la fisiología, patología, la inmunología), clínicas y quirúrgicas. Es así que el ojo y sus anexos en la especie *Lama glama* también requieren un estudio anatómico macroscópico y microscópico para contribuir en una de las ramas de la medicina veterinaria, por ejemplo, en la especialidad de la oftalmología. (Almubrad & Akhtar, 2012)

La importancia a los problemas oculares que se da en los Camélidos Sudamericanos u otros animales de abasto es poca en relación con los animales de compañía, incluso muchas veces estas patologías pasan desapercibidas o son ignoradas por el dueño o criador. Pudiendo ser lesiones leves o crónicas que según la percepción de los productores no afectan la productividad. Sin embargo, es conveniente tener un conocimiento sobre las patologías oculares más frecuentes, que en ocasiones pueden ser el reflejo de enfermedades sistémicas graves, además de las dificultades y pérdidas económicas que pueden provocar. Pero para ello primeramente es necesario contar con un conocimiento acerca de la conformación de estas estructuras que intervienen en la visión de estos animales. (Osorio & Vorobyev 2008).

Los Camélidos Sudamericanos entre los que se encuentra la llama son animales de gran importancia científica y económica, en un estudio retrospectivo utilizando la base de datos médica veterinaria, Gionfriddo et al., (1997), informaron que no se sabía mucho sobre los ojos de camélidos, pero que parecía que los ojos no eran altamente susceptibles a la enfermedad excepto

por un trauma. Aunque por trauma las enfermedades siguen siendo los problemas oculares más comunes para los cuales los camélidos son presentados a los veterinarios, recientemente existen informes de casos publicados de camélidos con neoplasias oculares y potencialmente hereditarias, anormalidades oculares congénitas como cataratas, colobomas del nervio óptico con defectos congénitos del párpado, quistes conjuntivales, múltiples defectos oculares, y también es común las lesiones oculares debido al maltrato de los animales (Gionfriddo, 2010).

A pesar de ello, la información disponible sobre la estructura histológica básica del ojo de la llama es limitada, especialmente en lo que respecta a un estudio completo que incluya los órganos accesorios (párpados, conjuntiva, glándula lacrimal) que forman parte del sistema visual. Por estas razones, comprender la estructura histológica del ojo de la llama es fundamental, ya que proporciona las bases teóricas necesarias para el futuro desarrollo en el diagnóstico, pronóstico y tratamiento.

Bajo este problema surgen varias incógnitas, siendo la principal:

¿Cuáles son las características histológicas que presenta el ojo y órganos accesorios de la visión en la especie *Lama glama*?

## CAPITULO II

### OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

#### 2.1. Objetivo general.

Describir histológicamente el globo ocular y estructuras anexas de la visión en la llama

#### 2.2. Objetivos específicos.

- a) Describir las características histológicas del globo ocular de la llama.
- b) Describir las características histológicas de los párpados.
- c) Describir las características histológicas de la conjuntiva ocular.
- d) Describir las características histológicas de las glándulas lacrimales.

#### 2.3. Justificación

Dentro de las ciencias veterinarias existen diversas disciplinas que generan conocimiento para solucionar los problemas en la sociedad. La anatomía es una de esas disciplinas y particularmente la anatomía microscópica (histología), es decir el conocimiento de estructuras que conforman los sistemas y órganos en las distintas especies animales. Es así, que el estudio histológico del ojo y sus órganos anexas serán importantes para poder comprender las estructuras y relacionarlo con su función (Barbeito & Diessier, 2022). En el caso de la llama existe un limitado conocimiento respecto a la conformación histológica de varios órganos y entre ellos el ojo, no habiendo estudios previos sobre este. Por lo tanto, este trabajo tiene por finalidad cubrir este vacío del conocimiento.

El estudio de las estructuras histológicas presentes en el ojo es fundamental para entender los procesos fisiológicos y las adaptaciones que esta especie podría tener. Estas estructuras están relacionadas con funciones visuales cruciales, como la protección del ojo contra el polvo y la arena, la capacidad para filtrar la radiación UV y prevenir daños oculares, y el mantenimiento del ojo lubricado y limpio, evitando infecciones y sequedad (McMenamin & Steeper, 2005). Estas características no solo son esenciales para la adaptación y supervivencia de los camélidos en sus hábitats naturales, sino que también proporcionan una base teórica indispensable para el cuidado de la salud ocular de estos animales.

Dentro de las actividades en las ciencias veterinarias está la prevención y terapéutica de diversas patologías. Las enfermedades oculares se presentan en diversas especies y así también ocurre en las llamas. En consecuencia, es necesario conocer sobre las características anatómicas para entender los procesos patológicos e instaurar una terapéutica (Bonavia, 1996). Este estudio proporciona información importante para realizar estos procedimientos.

Por otra parte, a nivel institucional se debe contribuir en la generación de conocimiento, y el realizar investigaciones a través de trabajos de tesis. Es así que este trabajo de investigación contribuirá en esta misión de la E.P. de Medicina Veterinaria de la UNSAAC.

Bajo estas justificaciones es que se presenta este trabajo.

## CAPITULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes

**Rahi et al., (1980)** tuvieron como objetivo describir la estructura histológica del ojo en el camello. Encontrándose características distintivas como la córnea periférica está pigmentada, con una membrana de descenso notablemente engrosada, y el ligamento pectinado es revestido de endotelio, un cuerpo ciliar hendido, procesos ciliares largos, una pupila oval horizontal con una *nigra holangiotoica*.

**Almubrad & Akhtar, (2012)** describieron las características ultra estructurales de la córnea de camello incluida las fibrillas de colágeno y proteoglicanos. Procesando corneas de camello (de animales de 6, 8 y 10 meses de edad) con el programa 'Analysis LS Professional' para analizar el diámetro de colágeno fibrilar. La córnea de camello estaba formada por fibrillas de colágeno y proteoglicanos; consta de cuatro capas: el epitelio, estroma, membrana de Descemet y endotelio. El epitelio es constituido por 36% de la córnea del camello, mientras que el estroma corneal constituye el 62% de la córnea.

**Al-Ramadan & Ali, (2012)** con el objetivo de caracterizar las estructuras macro y microscópicas del tercer párpado, llamadas también membranas nictitantes, en camellos adultos de ambos sexos. Los resultados mostraron que el tercer párpado del camello está formado por tejidos glandulares y linfoides que están envueltos por tejido conjuntivo fibroso y soportado por una placa cartilaginosa tanto el bulbar como el palpebral. Las superficies del tercer párpado se cubren con epitelio estratificado no queratinizado escamoso y muchas células caliciformes se intercalan entre las células epiteliales que cubren la superficie bulbar, especialmente cerca la base del tercer párpado.

**Mohammadpour, (2009)** estudio la morfología e histología de la glándula lacrimal superior del tercer párpado en diez camellos adultos. Se han identificado que la glándula superior del tercer párpado en el camello tiene forma ovalada y un contorno irregular, se ubica dentro de la órbita en el aspecto medial del globo ocular en animales que poseen una membrana nictitante. La superficie posterior de la glándula es convexa y uniéndose a la membrana nictitante y la superficie anterior que se pone en contacto con el bulbo del ojo es cóncava. En el aspecto histológico de la glándula mostró unidades secretoras tubuloacinares y serosas con unidades alveolares dispersas. Las células secretoras tenían el aspecto típico de las células serosas. Las unidades tubuloacinares rodearon completamente el cartílago hialino del tercer párpado. Los septos de tejido conectivo teñidos con tricrómico de Masson rodean los acinos y túbulos individuales en la glándula superior del camello. Se encontraron láminas más grandes de tejido conectivo con conductos inter e intralobulillares, así como venas y arteriolas, que separaron la glándula en lóbulos.

**Klećkowska-Nawrot et al., (2015)** realizaron estudios histológicos, histoquímicos de estructuras de la glándula lagrimal superficial y de la glándula del tercer párpado y la función adecuada del globo ocular en alpaca (*Vicugna pacos*); en 3 hembras y 2 machos adultos. Llegando a la conclusión que la glándula lacrimal y la glándula superficial del tercer parpado en la alpaca son túbulo - acinares con caracteres mucosos. La glándula lacrimal contiene linfocitos o células plasmáticas, mientras que la glándula superficial del tercer parpado tiene células plasmáticas raras y numerosos linfocitos en el tejido conjuntivo; así mismo el cartílago del tercer párpado estaba compuesto por tejido hialino.

**Balah et al., (2013)** Estudios a nivel histológico de la glándula de meibomio en camellos adultos indican que es una glándula extra palpebral que se ubicada en la cara inferior del ojo. Una característica es de ser una gran glándula sebácea. Las características estructurales de las glándulas

del meibomio podrían reflejar su importante papel fisiológico en la secreción de la película lagrimal y el mantenimiento de una superficie ocular sana e integral.

### **3.2. Aspectos Generales**

Las cuatro especies de Camélidos Sudamericanos; son dos silvestres: guanaco y vicuña y dos domésticos: llama y alpaca. Estas especies provienen de sus ancestros originadas en Norteamérica, de ahí que algunos camélidos migraron hacia los hoy se conoce como América del sur para para evolucionar en los camélidos sudamericanos actuales (Quispe et al., 2009).

Los Camélidos Sudamericanos, constituyen un recurso genético de gran importancia social, económica, cultural y científica para el Perú. La llama es el camélido sudamericano domestico que se adaptó mejor a las variantes condiciones ambientales de la región alto andina constituyendo un recurso de gran importancia social y económica para pequeños criadores en las comunidades campesinas de las zonas alto andinas del sur del Perú (Bonavia, 1996)

La llama es el animal más dócil de todos los camélidos, se caracteriza por ser rústica, mansa, versátil, tímida y su uso es preferentemente como animal de carga y tiene excelentes perspectivas como animal productor de carne siendo estas características el objetivo de su crianza. La carne de llama posee características que le son propias y que la diferencian de otras, debido al sistema de pastoreo marginal genera una carne magra; característica que puede facilitar su difusión como un producto saludable. Por ejemplo, posee un 20,3% de proteínas totales, contra 19% de la bovina (FAO, 2005).

### **3.3. Taxonomía**

Los camélidos sudamericanos se clasifican taxonómicamente en: orden Artiodactyla, suborden Ruminantia, infraorden Tylopoda y la familia Camelidae. Están clasificados en la tribu Lamini y en los géneros *Vicugna* y *Lama* (Torres, 1992).

En la actualidad los camélidos sudamericanos están representados por camélidos silvestres y domésticos cuyos nombres comunes y nombres científicos son: la vicuña (*Vicugna vicugna*), y el guanaco (*Lama guanicoe*), que son las especies silvestres; y por la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*), que son las especies domésticas (Kadwell et al., 2001).

### **3.4. La Visión**

La visión es un fenómeno complejo, que implica que el ojo capture la luz que surge de los objetos y la dirija hasta su capa más interna: la retina, en donde se localizan unas células (fotorreceptores) capaces de estimularse al recibirla y generar un impulso eléctrico que viajará por el nervio óptico hasta el cerebro; este procesará la información y generará la visión. Por tanto, los receptores visuales se encuentran en los ojos, la visión y el nivel de percepción del medio ambiente en diferentes especies dependen de su estructura anatómica y ubicación en la cabeza, la posición de los ojos en la cabeza de un animal está relacionada tanto al entorno o hábitat en el que vive como la forma de alimentarse (Land & Nilsson, 2012). Sin embargo, los depredadores suelen presentar una disposición frontal (perro, gato, león, humano, etc.) para tener un amplio campo de visión binocular en el que encontrarán presas potenciales al enfocarse con precisión en ellas para poder cazarlos (Heesy, 2004)

En los animales no depredadores (principalmente herbívoros) la posición de los ojos tienen en una disposición lateral (Land & Nilsson, 2012), con el fin de ver la mayor cantidad posible de

entorno y poder detectar a los depredadores; normalmente son herbívoros por lo que no tienen dificultad para “capturar” su alimento (Heesy, 2004). Las cavidades orbitales que contienen los ojos en estas especies están ubicados en ambos lados del cráneo y separadas unos 150 mm como en la alpaca (Gelatt et al., 1995); cada órbita contiene tanto el órgano principal constituido por el globo ocular; así también, hay la presencia de anexos como los músculos extra oculares, párpado, conjuntiva y aparato lacrimal (Buschbeck, 2008).

En los camélidos, los ojos son grandes en proporción a su tamaño de cabeza, sus ojos son solo un poco más pequeños que los de los caballos o las vacas, aunque sus cabezas y cuerpos son considerablemente más pequeños. La aparición de un ojo grande se acentúa porque se colocan prominentemente a los lados de la cabeza y se enmarcan con pestañas largas y tres pares de vibrisas (pelos táctiles). Además, los párpados de los camélidos encajan bien en sus globos y cubren gran parte de la esclerótica, por lo que casi no se ve el blanco esta característica hace que la córnea parezca grande (Gionfriddo, 2010).

### **3.5. Desarrollo embrionario**

El desarrollo de las estructuras histológicas del ojo en camélidos sigue un proceso similar al de otros mamíferos; desde el embrión hasta la adultez, sigue un proceso complejo y organizado.

- a) Fase de Inducción:** Durante esta fase inicial, el desarrollo comienza con la formación de la vesícula óptica, que se forman como una invaginación del diencéfalo y la lente donde la placoda del cristalino se forma a partir del ectodermo superficial (McGeady et al, 2017).
- b) Fase de Vesícula Óptica:** las estructuras oculares primordiales continúan diferenciándose y adaptando formas más específicas: la vesícula óptica se invagina para formar la copa óptica de doble capa, la cual está destinada a desarrollarse en partes cruciales del ojo; la

placoda del cristalino se invagina para formar la vesícula del cristalino, que se desarrollará en el cristalino, una estructura esencial para el enfoque de la luz; y la capa externa de la copa óptica se convierte en el epitelio pigmentario de la retina, una capa que juega un papel vital en la absorción de luz dispersa y en el suministro de nutrientes a la retina neural adyacente (Samuelson, 2007).

- c) Fase de Diferenciación Retiniana:** la capa interna de la copa óptica se diferencia en la retina neural, que contiene células ganglionares, células bipolares, células amacrinas y fotorreceptores, todos cruciales para la transmisión y procesamiento de señales visuales; al mismo tiempo, las células de la vesícula del cristalino se alargan y se llenan de proteínas cristalinas, formando las fibras del cristalino, una estructura transparente esencial para el enfoque adecuado de la luz sobre la retina (McGeady et al, 2017).
- d) Desarrollo del segmento anterior del ojo:** la córnea se forma a partir del ectodermo superficial y el mesénquima subyacente, con las células del epitelio corneal organizándose en capas; el iris y el cuerpo ciliar se desarrollan a partir de la copa óptica y el mesénquima circundante; y la cámara anterior se forma como el espacio entre la córnea y el iris, llenándose de humor acuoso que mantiene la presión intraocular adecuada y proporciona nutrientes esenciales (Samuelson, 2007).
- e) Durante el desarrollo de las estructuras de soporte:** en esta etapa la esclerótica se desarrolla a partir del mesénquima circundante, proporcionando soporte estructural esencial para el ojo; la coroides se desarrolla y se vasculariza para suministrar nutrientes a la retina; y el humor vítreo se forma, llenándose de una sustancia gelatinosa que ayuda a mantener la forma del ojo (McGeady et al, 2017).

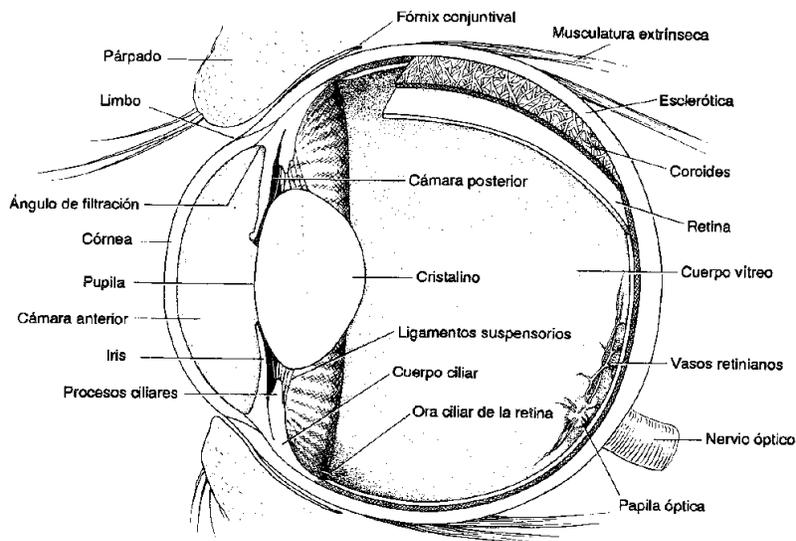
f) **Fase de maduración final:** abarca desde el nacimiento hasta la adultez, las conexiones sinápticas en la retina continúan refinándose para optimizar la función visual; el cristalino sigue creciendo a lo largo de la vida del camélido mediante la adición de nuevas fibras; y la córnea permanece avascular, mientras que la esclerótica se engrosa para proporcionar un soporte continuo y una protección estructural adecuada (Cook & Gilger, 1999)

### 3.6. Globo ocular

El globo ocular está constituido por tres túnicas, siendo estas de afuera hacia el interior la túnica externa o fibrosa, la túnica media o vascular y la túnica interna o nerviosa (Banks, 1996). Así mismo, dentro de estas tres túnicas existen diversas estructuras que permiten el funcionamiento del ojo, en adición también se consideran las estructuras refringentes como el cristalino y el cuerpo vítreo (Eurell & Frappier, 2006). El esquema de las estructuras del globo ocular se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Partes del globo ocular*



*Nota: Estructura general del globo ocular, tomado de Banks, (1996)*

### **3.6.1. *Túnica fibrosa***

Formada de tejido conectivo denso y está representada en la mayor parte de la superficie ocular por la esclerótica que es una lámina dura y blanca, la otra sección es la córnea la cual es transparente. La esclerótica rodea por completo las otras dos túnicas, salvo en el sitio en que es penetrada en sentido posterior por el nervio óptico (Liebich, 2019).

#### **3.6.1.1. Esclerótica**

Es la parte blanca del ojo compuesta por abundantes fibras de colágeno, fibras elásticas y melanocitos entrelazados; estas fibras están dispuestas meridionalmente, oblicuamente y radialmente en un patrón irregular (Eurell & Frappier, 2006). La esclerótica consta de tres capas que son: a) Lámina epiescleral (epiesclera): es la capa externa compuesta por tejido conectivo laxo. b) Sustancia propia, esclera propiamente dicha: es la capa intermedia reviste el globo ocular y está compuesta por fibras de colágenas gruesas. c) Lámina supracoroides (lamina fusca), que corresponde a la superficie interna de la esclera, predominan las fibras elásticas, los fibroblastos y melanocitos (Pawlina & Ross, 2020; Banks 1996).

La función es la de dar forma al globo ocular y proteger; es de origen mesodérmico y su extensión es de unas 5/6 partes de todo el globo ocular, hasta cerca del polo anterior, allí es suplida por la córnea transparente (Boya, 2011).

Si bien el tamaño del globo puede ser bastante variable en diferentes especies, la forma es esencialmente esférica, algunos ungulados, como el caballo y los grandes rumiantes, tienen globos que están ligeramente comprimidos en el eje anteroposterior. El grosor de la esclerótica varía en diferentes partes del ojo y entre las especies. La esclerótica es más delgada en el ecuador del globo

y más gruesa en el limbo (unión de la córnea y la esclerótica) en perros como en gatos y en la región del nervio óptico en ungulados (Eurell & Frappier, 2006)

### **3.6.1.2. Córnea**

La cornea es una lente convexa – cóncava transparente que permite la transmisión de la luz no tiene vasos sanguíneos y sumamente inervada de la túnica fibrosa que abulta hacia delante del ojo (Banks, 1996). Está compuesta de cinco capas histológicamente distintas:

- a) Epitelio corneal: es escamoso estratificado escamoso no queratinizado, entre 4-12 capas de espesor, inervado por nervios que responden a estímulos dolorígenos, las respuestas son lagrimeo y cierre de los párpados (Banks, 1996). El epitelio corneal posee células basales, intermedias y superficiales (Eurell & Frappier, 2006).
- b) Membrana de Bowman: membrana basal muy gruesa. Su función es darle resistencia a la córnea y actúa como barrera ante infecciones (Pawlina & Ross, 2020). En primates y aves; mientras que en otras especies animales se menciona que la córnea posee cuatro capas (Eurell & Frappier, 2006), siendo la membrana de Bowman la ausente (Merindano et al., 2002).
- c) Sustancia propia de la córnea o estroma: es avascular y es la capa más gruesa de la córnea y constituye alrededor de 90% de su grosor; se compone de tejido conectivo denso que consiste principalmente en fibras de colágeno tipo I, se disponen en forma de delgadas láminas paralelas a la superficie corneal y los fibroblastos presentan muchas prolongaciones citoplasmáticas (Brüel et al., 2012). Estos fibroblastos a este nivel son denominados queratoblastos (Banks, 1996).

- d) Membrana de Descemet: Es basilar y la zona más profunda de la sustancia propia, está constituida por colágena y es muy gruesa. La membrana basal del endotelio corneal, no contiene células y es producida por el mismo endotelio (Banks, 1996).
- e) Endotelio de Descemet: presenta un epitelio escamoso simple adherido a la membrana de Descemet. Se encarga de sintetizar las proteínas necesarias para secretar y conservar la membrana de Descemet (Brüel et al., 2012). Esta capa de una sola célula ayuda a mantener la transparencia de la córnea al eliminar activamente el agua del estroma corneal (Liebich, 2019).

Algunos aspectos adicionales de la córnea como el epitelio anterior son estratificado no queratinizado y que los animales grandes tienen más capas poliédricas y células escamosas. Las células epiteliales están apretadamente empaquetadas, se interdigitan profusamente y se adhieren a través de numerosos desmosomas. Las microvellosidades en la superficie de las células superficiales funcionan para conservar la película lagrimal en la superficie de la córnea (Eurell & Frappier, 2006).

La córnea de camello como la córnea bovina tiene cuatro capas: epitelio, estroma, membrana Descemet y endotelio (Almubrad & Akhtar, 2012). El epitelio constituido es el 36% de la córnea del camello, mientras que el estroma corneal constituía el 62% de la córnea y la membrana Descemet consiste en un irregular patrón de bandas. En el perro, el gato y el ave, el epitelio corneal se compone de una sola capa de células basales, dos o tres capas de células poliédricas y de dos a tres capas de células escamosas no queratinizadas. Los animales grandes tienen más capas de poliédricos y células escamosas (Dellmann, 1994).

Unión corneo - escleral se denomina limbo, donde la esclerótica se superpone a la córnea y el epitelio corneal cambia gradualmente a epitelio conjuntival, que descansa sobre una lámina propia de tejido conectivo laxo (Eurell & Frappier, 2006). Adicionalmente, el aspecto del epitelio escamoso estratificado corneal anterior difiere del epitelio de la conjuntiva bulbar que se superpone a la esclerótica cerca del limbo. Las células más profundas del epitelio conjuntival son más pequeñas y se hallan más compactadas que las del epitelio anterior corneal. Además, el borde basal del epitelio conjuntival es irregular por la presencia de un estrato papilar subyacente de tejido conectivo laxo. El límite entre el epitelio corneal y el estroma subyacente, por el contrario, es uniforme (Bacha & Bacha, 2012).

Estudios realizados en llamas y alpacas sobre la córnea mencionan que son grandes y ovaladas. Los diámetros corneales en estas dos especies son similares, aunque las cabezas de las alpacas son más pequeñas, adicionalmente indica que el diámetro corneal medio horizontal de las llamas fue de 28.2 mm, mientras que el de las alpacas fue de 30.2 mm y el diámetro vertical promedio es de 24.2 mm en las llamas y 22.2 mm en las alpacas. Por otra parte, el autor menciona que los espesores corneales promedio también son similares: medidos por la paquimetría ultrasonográfica, fueron 608 mm en llamas y 595 mm en alpacas. Tanto los espesores como los diámetros corneales aumentan significativamente con el aumento de edad de los animales. (Andrew et al., 2002)

El endotelio corneal de los camélidos puede ser diferente de muchas otras especies de mamíferos, lo que puede hacer que la córnea del camélido sea vulnerable a desarrollar edema corneal siendo profundo y duplicando el grosor de la córnea en algunos casos, como resultado de traumatismo, uveítis y cirugía. En un momento se creyó que los camélidos tenían menos células endoteliales de la córnea (que son principalmente responsable de la eliminación de líquidos de la

córnea) que otras especies que no son tan susceptibles al edema corneal por ejemplo perros y caballos (Gionfriddo et al., 1997). Por otra parte en un estudio se determinó los números de células endoteliales en camélidos (2673 células/mm<sup>2</sup> en llamas y 2275 células/mm<sup>2</sup> en alpacas) son solo ligeramente más bajos que los de otras especies y en ese estudio, los investigadores observaron un frecuente polimegatismo (variabilidad en el tamaño celular) y un pleomorfismo (variabilidad en la forma) de las células endoteliales de camélidos normales, lo que sugirió que incluso los animales normales tenían inestabilidad endotelial corneal. Esta característica podría hacer que estas especies sean vulnerables al daño endotelial, con el consiguiente edema corneal (Gionfriddo, 2010).

### **3.6.2. *Túnica vascular***

La túnica media está representada anteriormente por el iris y el cuerpo ciliar, en la parte posterior se presenta la coroides (Dellmann, 1994). El cuerpo ciliar es un engrosamiento anular del perímetro de la unión esclero-corneal, circular, que sobresale hacia adentro y en su interior está el músculo ciliar, de esta estructura depende el enfoque de las imágenes de objetos cercanos. Por detrás del cuerpo ciliar, hay una capa fina muy vascularizada, coroides de color oscuro, absorbe la luz dispersa o reflejada (Brüel et al., 2012).

#### **3.6.2.1. Iris**

Disco no plano perforado en su porción central, la pupila del ojo. El Iris es un diafragma ajustable de músculo liso que regula el diámetro de la pupila, como posee células con melanina, según su número y distribución, le confieren diverso color a esta zona (Brüel et al., 2012). Los mismos autores mencionan que desde el punto de vista histológico, el iris se estructura de cuatro capas:

- a) Capa limitante anterior también llamada, lámina marginal anterior, es una modificación de la parte anterior del estroma y está conformada por fibroblastos y melanocitos, así, los

fibroblastos forman una capa continua que cubre la superficie anterior del iris desde el borde pupilar hasta la raíz del iris.

- b) Estroma del iris, está compuesto de tejido conectivo laxo conteniendo fibras colágenas delgadas que están separadas por la sustancia fundamental y células que pueden ser fibroblastos, melanocitos y macrófagos. Del mismo modo, también se encuentran fibras nerviosas y vasos sanguíneos. Dentro del estroma de la porción pupilar por delante del epitelio anterior del iris y cerca de la pupila se encuentra una banda circular de músculo liso que forma el esfínter de la pupila (Brüel et al., 2012). El músculo esfínter de la pupila produce la contracción de la pupila denominado miosis como reflejo ante el aumento de la entrada de luz en la pupila (Barbeito & Diessier, 2022).
- c) Epitelio anterior, formado por una capa simple de células mioepiteliales, en su parte basal de estas células se encuentra una lámina de músculo liso y este viene a formar el músculo dilatador de la pupila. El efecto que ejerce este músculo es incrementar el diámetro pupilar conocido como midriasis (Barbeito & Diessier, 2022).
- d) Epitelio posterior, compuesto por una capa simple de células cilíndricas en cuyo citoplasma presenta gránulos de melanina. En la sección periférica del iris se aprecia una disminución de la pigmentación hasta desaparecer totalmente por lo que el epitelio se continúa en el epitelio ciliar no pigmentado (Brüel et al., 2012).

El iris de los camélidos sudamericanos es inusual y es una adaptación para proteger el globo de la exposición excesiva a la luz. En los márgenes dorsal y ventral de la pupila, el pigmento posterior del epitelio del iris se prolifera y se pliega verticalmente, estas fallas pupilares se asemejan a los cuerpos negros de los caballos, pero son más grandes y consisten en capas epiteliales pigmentadas plegadas en lugar de masas globulares (Gionfriddo, 2010).

### 3.6.2.2. Cuerpo ciliar

Está ubicado entre el iris y la *ora serrata* que viene a ser el límite anterior de la coroides, está dado por los pliegues radiales denominados procesos ciliares entre los cuales surgen las fibras zonulares que sostienen el cristalino (Barbeito & Diessier, 2022). Histológicamente el cuerpo ciliar está constituido por el epitelio ciliar, una capa vascular y el músculo ciliar.

- a) Epitelio ciliar: estructura cubierta por dos capas de epitelio cuboidal, células de origen neuro-epitelial. La capa epitelial pigmentada exterior continúa con el epitelio pigmentado de la parte óptica de la retina. Consiste en un epitelio cuboidal simple muy pigmentado, sobre una lámina basal junto al estroma estas células tienen profundas invaginaciones basales de la membrana plasmática. La capa epitelial interna no pigmentada consta de células cuboides o columnares, con una lámina basal, que separa desde la cámara posterior (Eurell & Frappier, 2006).
- b) Capa vascular: El cuerpo ciliar y los procesos ciliares tienen un núcleo de tejido conectivo suelto permeado por una densa red de capilares. Los vasos sanguíneos se derivan de las arterias ciliares anterior y posterior, que forman el mayor círculo arterial que abastece al cuerpo ciliar y los procesos (Brüel et al., 2012).
- c) Músculo ciliar: está localizado periféricamente en el cuerpo ciliar, consiste en fibras de músculo liso que están orientadas principalmente meridionalmente en la mayoría de las especies, y están unidos por tendones elásticos al complejo basal de la coroides. La Contracción del músculo ciliar durante la acomodación reduce la tensión zonular de las fibras de la lente y la lente se vuelve más convexa, mientras que la relajación tiene el efecto contrario (Pawlina & Ross, 2020).

Las fibras zonulares surgen desde la lámina basal de las células epiteliales no pigmentadas de los procesos ciliares y se insertan en la cápsula del cristalino; están constituidas por microfibrillas similares a las que se encuentran en las fibras elásticas, pero sin elastina (Barbeito & Diessier, 2022). El proceso ciliar posee un epitelio doble el que continúa del cuerpo ciliar, la capa superficial es no pigmentada y la más profunda es pigmentada (Banks, 1996).

### 3.6.2.3. Coroides

La coroides es una capa vascularizada y pigmentada que se subdivide en cinco capas denominadas: supracoroidea, sustancia propia, *tapetum lucidum*, capa coroidocapilar y complejo basal (Banks, 1996).

- a) Capa supracoroidea: viene a ser la capa más externa de la coroides y es la transición entre la esclerótica y la coroides. Está formado por haces de colágeno y algunas fibras elásticas, fibrocitos y numerosos melanocitos. (Brüel et al., 2012)
- b) Sustancia propia, denominada también capa vascular (Eurell & Frappier, 2006), posee muchas arterias y venas grandes, estando separadas por un estroma similar al de la capa supracoroidea. Estos vasos proporcionan una fuente importante de oxígeno y nutrientes a la retina. Adicionalmente, la presencia de fibroblastos y melanocitos (Banks, 1996). La capa vascular se desarrolla mejor en búfalos, seguida por el perro y burros. En los camellos esta capa está moderadamente desarrollada y está representado por un vaso vascular de tamaño relativamente pequeño (Kotb et al., 2019).
- c) *Tapetum lucidum*, es una capa celular o fibrosa de la coroides periférica a la capa coroidocapilar. Esta capa es una superficie de reflexión de luz algo así como un espejo ocular, que tiene la función de reflejar la luz hacia los fotorreceptores para

incrementar la visión en la oscuridad (Banks, 1996). En los animales herbívoros, el *tapetum* es fibroso (*tapetum fibrosum*) y consta de fibras de colágeno entremezcladas y algunos fibrocitos (Ertas et al., 2022). En los carnívoros, el *tapetum* consta de un número variable de capas de células poligonales planas (*tapetum cellulosum*) que parecen ladrillos en sección transversal (Eurell & Frappier, 2006).

En cerdos y camélidos el tapete lucido está ausente (Dellmann, 1994). En burros el *tapetum* fibroso se compone de gruesas, entrelazadas y sueltas haces de colágeno dispuestos por una red capilar. En los búfalos, esta capa fibrosa es compuesto de haces colágeno paralelo dispuesto con muchos capilares en el medio. En camellos, el *tapetum* fibroso está débilmente desarrollada y está representada por una capa muy delgada de finos haces de colágeno, con pocos capilares intermedios. En los perros, el *tapetum* celular aparece en forma de capa bien empaquetada, que está regionalmente fenestrado con algunos capilares (Kotb et al., 2019).

- d) Capa coroidocapilar, esta capa contiene muchos vasos sanguíneos (red densa de capilares) que proporcionan nutrición no solo a la coroides, sino también al epitelio pigmentario de la parte óptica de la retina (Banks, 1996). El endotelio está fenestrado y los núcleos endoteliales y los pericitos se ubican únicamente hacia el lado corioideo de los capilares (Eurell & Frappier, 2006).
- e) Complejo basal, también denominado membrana de Brush (Brusco et al., 2014) o lámina vítrea (Brüel et al., 2012) y viene a ser la interfase entre la capa coroidocapilar y el epitelio pigmentario que forma parte de la retina (Banks, 1996).

Sirve como barrera entre la sangre de los vasos coriocalpares y el epitelio pigmentado de la retina. En el microscopio electrónico se aprecia su ultraestructura, así se menciona que en especies sin tapete, el complejo basal tiene cinco capas: lámina basal del epitelio pigmentado de la retina, dos capas de colágeno con una banda intermedia de fibras elásticas (Brüel et al., 2012; Eurell & Frappier, 2006) y la lámina basal del endotelio coriocalpilar. En especies con tapete, el complejo tiene tres capas: las dos láminas basales separadas por una capa de colágeno (Eurell & Frappier, 2006).

### **3.6.3. *Túnica nerviosa (Retina)***

Viene a ser la capa más interna del ojo. Se forma a partir de la cúpula óptica. Esta estructura embrionaria tiene dos hojas: una externa que origina el epitelio pigmentario de la retina, y otra interna que origina las demás capas de la retina (retina neural) (Brusco et al., 2014). La retina neural posee dos regiones la no fotosensible (porción no visual) ubicada delante de la *ora serrata*, recubre la superficie interna del cuerpo ciliar y la superficie posterior del iris; y la región fotosensible (porción óptica) reviste la superficie interna del ojo, detrás de la *ora serrata*, excepto donde es perforada por el nervio óptico (Pawlina & Ross, 2020).

Desde el punto de vista histológico varios autores coinciden en que la retina posee 10 capas que contienen una variedad de células, siendo estas:

- a) Epitelio pigmentario: Es la capa externa de la retina, sin embargo, en realidad no pertenece a la retina neural. Las células son cúbicas con los núcleos en disposición para basal y posee gránulos pigmentados en su citoplasma (Brusco et al., 2014).

- b) Capa fotorreceptora: se trata de segmentos externos e internos de las células fotorreceptoras, en forma de conos y bastones se extienden hasta la capa pigmentaria. La luz que penetra por el polo anterior del ojo atraviesa los medios refringentes, llega a la retina la atraviesa llegando hasta la capa pigmentada donde se han introducido las terminaciones nerviosas de fotorreceptores y los estimula. Las terminaciones en forma de bastón son muy sensibles a la luz, los conos perciben las variaciones de onda que determinan el color (Banks, 1996).
- c) Membrana limitante externa: a través de la cual pasan los extremos cónicos o bastoniformes. Se trata de una serie de complejos de unión de unas células de tipo glial, llamadas células de Müller, estas células muy alargadas abarcan casi toda la retina son células de sostén (Pawlina & Ross, 2020).
- d) Capa granulosa externa: se ubican los somas de las neuronas. Si se trata de bastones, la célula pasa a esta capa con una formación filiforme, se ensancha y allí se ubica el núcleo dispuesto en distintos planos, sigue otra porción adelgazada corta que se ensancha en su extremo, allí se halla el corpúsculo sináptico. Si se trata de un cono, la porción de esta célula que contiene el núcleo dispuesto en un mismo plano, no presenta el angostamiento previo como el bastón. Luego si tiene una prolongación filiforme con un ensanchamiento terminal que contiene un corpúsculo sináptico más complejo que el de los bastones (Banks, 1996).
- e) Capa plexiforme externa: se forman plexos entre axones y dendritas. Los axones son las prolongaciones filiformes de los conos y bastones; las dendritas pertenecen a células nerviosas bipolares de la capa siguiente y cada dendrita de una célula bipolar puede hacer sinapsis con los axones de dos o más bastones o conos. (Eurell & Frappier, 2006).

- f) Capa granulosa interna: en ella se hallan los somas de las segundas neuronas, células bipolares que hacen sinapsis con los cilindroejes de las neuronas cuyos somas están en la capa granulosa externa; en esta capa se hallan los núcleos de las células de Müller, también se hallan las células horizontales y amacrínicas estas células de prolongaciones cortas, monopolares sirven de conexiones entre una neurona y otra integrando impulsos (Brüel et al., 2012)
- g) Capa plexiforme interna: los axones de las células bipolares establecen conexiones con las dendritas de las llamadas ganglionares (Pawlina & Ross, 2020).
- h) Capa de células ganglionares: en esta capa se ubican las neuronas denominadas así por parecerse a la de los ganglios (Banks, 1996).
- i) Capa de fibras nerviosas: se ubican los cilindroejes de las células ganglionares. Los axones se dirigen un breve trayecto hacia delante, luego forman un ángulo recto, corren paralelos a la cara interna de la retina, para luego formar un segundo ángulo recto y tomar una dirección opuesta, hacia el polo posterior del ojo, engrosándose gradualmente penetran en la papila de la retina, y originan el nervio óptico (Eurell & Frappier, 2006).
- j) Membrana limitante interna. En ella se hallan las terminaciones internas de las células de Müller en forma de arborizaciones. Por debajo se hallan los vasos sanguíneos que irrigan la retina (Brüel et al., 2012).

#### **3.6.4. Medios refringentes del globo ocular**

Los medios ópticos de difracción modifican el trayecto de los rayos luminosos para enfocarlos sobre la retina; y son los siguientes la córnea (cornea descrita anteriormente), humor acuoso, cristalino y el cuerpo vítreo (Pawlina & Ross, 2020).

#### **3.6.4.1. Cristalino**

Es un disco biconvexo, avascular, transparente y flexible. Su función es enfocar sobre la retina los rayos luminosos incidentes. Está compuesto por tres capas. a) Capsula del cristalino: es una lámina basal gruesa, presenta tejido elástico compuesta principalmente por colágeno tipo IV y proteoglicanos. b) Epitelio subcapsular: es una capa de células cubico simples del cristalino, presentes en la parte anterior del cristalino. c) Fibras del cristalino (células fibrosas del cristalino) derivan de células epiteliales del cristalino. Estas fibras sostienen al cristalino; la tracción de estas fibras hace que el cristalino se aplane y no pueda difractar la luz, pero si estas fibras se relajan a su estado normal, hace que el cristalino se abombe o acomode para refractar los rayos luminosos originados cerca del ojo para que se enfoquen sobre la retina. (Brüel et al., 2012)

#### **3.6.4.2. Cuerpo vítreo**

Es la sustancia gelatinosa transparente que ocupa la cámara vítrea; está compuesto en un 99% por agua, con proteínas solubles como glucosaminoglucanos (hialuronano), glucoproteínas, fibrillas de colágeno. Su función es actuar como amortiguador, ósea proteger a la retina durante los movimientos oculares rápidos y contribuye a mantener la forma del ojo (Pawlina & Ross, 2020).

#### **3.6.4.3. Humor acuoso**

Denominado barrera sanguínea acuosa, es un líquido que se ubica entre las cámaras anterior y posterior del ojo, su función es mantener la presión intraocular (Pawlina & Ross, 2020), llevar nutrientes y oxígeno al cristalino, córnea y retina, además es el medio a través del cual los subproductos metabólicos son eliminados de los espacios intraoculares (Banks, 1996).

El humor acuoso sale del cuerpo ciliar pasa entre el cristalino y el iris, de ahí pasa al ángulo formado entre la córnea y el iris y llega a la cámara anterior; en donde se filtra en el limbo esclerocorneal (superficie elevada situada entre la córnea y la esclera) hasta finalmente alcanzar el conducto de Schlem que comunica con las venas de la esclera y pasa al torrente sanguíneo (Pawlina & Ross, 2020).

### **3.7. Párpados**

Se forman como pliegues de piel que recubren la superficie anterior del ojo. En la piel de los párpados se localizan glándulas sudoríparas y también pelos finos y glándulas sebáceas; los bordes de los párpados incluyen las pestañas dispuestas en hileras de tres a cuatro, pero carecen de músculos erectores del pelo (Pawlina & Ross, 2020).

Histológicamente el parpado se compone de afuera hacia adentro por: piel, capa subcutánea, músculo orbicular (porción palpebral), tarso y septum orbitario. Las glándulas sudoríparas modificadas, llamadas glándulas de Moll, forman una espiral simple antes de abrirse en los folículos de las pestañas. Las glándulas de Meibomio, que son glándulas sebáceas modificadas en el borde libre de éste (impide la evaporación de las lágrimas), con las pestañas se vinculan otras glándulas modificadas más pequeñas, las glándulas de Zeiss, que secretan su producto a los folículos de las pestañas (Gartner, 2018).

El párpado del camélido es único entre los mamíferos domésticos, ya que no hay aberturas del conducto de la glándula meibomio en los márgenes de los párpados y no hay glándulas meibomianas dentro del párpado. Las glándulas sebáceas en la membrana nictitante y carúncula probablemente cumplen la función productora de la capa de lágrimas de las glándulas de Meibomio. (Gionfriddo, 2010)

El tercer párpado (membrana nictitante) es un pliegue conjuntival que rodea la base del eje de la placa de cartílago en forma de T; fortificado por cartílago hialino en rumiantes y perros o elástico en caballos, cerdos y gatos (Banks, 1996).

### **3.8. Conjuntiva**

Es una membrana mucosa delgada y transparente que reviste la superficie interna de los párpados (conjuntiva palpebral) y la esclerótica de la porción anterior del ojo (conjuntiva bulbar). Está compuesta de un epitelio cilíndrico estratificado que contiene células caliciformes (Gartner, 2018). También las secreciones de las células caliciformes forman una parte de la película lagrimal, que contribuye a lubricar y proteger el epitelio de la superficie anterior del ojo. (Pawlina & Ross, 2020).

La conjuntiva consiste en un epitelio conjuntival cubierta por una lámina propia de tejido conectivo y que este es un epitelio cilíndrico seudoestratificado o de transición que se vuelve escamoso estratificado cerca del margen del párpado (Dellmann, 1994).

La conjuntiva posee tejido linfoide asociado a la mucosa (MALT) que pueden iniciar y regular localmente las respuestas inmunitarias; está presente como tejido linfoide asociado a la conjuntiva (CALT) y consiste en una capa difusa de linfoepitelio y folículos linfoides compuestos por linfocitos B y T, macrófagos y células dendríticas (Knop & Knop, 2007).

### **3.9. Aparato lagrimal**

Se trata de un compuesto tubuloacinar o glándula tubuloalveolar (Eurell & Frappier, 2006) y que este aparato lagrimal incluye:

- a) La glándula lagrimal: que secreta líquido lagrimal (lagrimas) y se encuentra en la fosa lagrimal, se halla fuera del saco conjuntival, se comunica con él a través de 6 a 12 conductos secretorios que se abren dentro del saco en la porción externa del saco conjuntival superior (Gartner, 2018). La glándula es túbulo alveolar compuesta y serosa, semejante a la glándula parótida, siendo seroso en gatos y seromucoso en perros y ungulados (Eurell & Frappier, 2006).
- b) Los canalículos lagrimales, que llevan el líquido lagrimal fuera de la superficie del ojo, cuyas paredes de los canalículos lagrimales están cubiertas de epitelio escamoso estratificado (Gartner, 2018).
- c) El saco lagrimal, una porción dilatada del conducto naso lagrimal. Está revestido de epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado en el ser humano (Gartner, 2018).
- d) El conducto nasolagrimal, que lleva el líquido lagrimal al meato inferior situado en el piso de la cavidad nasal y es la continuación inferior del saco lagrimal y posee un recubrimiento de epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado con células caliciformes (Garther & Hiatt, 2008), o por un epitelio de transición en cerdos, además en ovejas y cabras, en el conducto se encuentra glándulas túbulo acinares ramificada simples (Eurell & Frappier, 2006).

La película lagrimal precorneal es una parte importante del sistema de defensa ocular. Adicionalmente para ayudar a eliminar los residuos de la superficie ocular junto con los párpados, lubrica la superficie de la córnea y la conjuntiva para prevenir la desecación y contiene enzimas, proteínas e inmunoglobulinas como parte del sistema de defensa ocular contra patógenos. El mismo autor añade que la porción acuosa de la película lagrimal es producida por la glándula lagrimal. Porque los camélidos sudamericanos no tienen glándulas meibomianas productoras de lípidos que recubren su margen del párpado, se sospecha que la porción lipídica de la película

lagrimal es producida por glándulas sebáceas ubicadas en los nictitanos y carunculos. (Czerwinski, 2019).

### **3.10. Músculos extraoculares**

Los músculos extraoculares son responsables del movimiento del globo ocular y se consideran constantes en número, disposición e inervación en los vertebrados habiendo cuatro músculos rectos y dos oblicuos (Cunha et al., 2016). En los camellos son siete músculos oculares, compuesto por los rectos dorsal, ventral, medial y lateral, la oblicua dorsal y ventral y el retractor bulbi. (Abuagla et al., 2016)

Los músculos extraoculares de camello poseen husos musculares y órganos tendinosos que presentan tipos de receptores encapsulados en cada músculo esquelético intraorbital de cualquier mamífero (Abuel-Atta et al., 1997).

El movimiento activo orientado es característico de las células musculares (Brüel et al., 2012). Una característica de las fibras musculares es la subestructura de microfilamentos que les permite contraerse (Bacha & Bacha, 2012), para ello el citoplasma contiene proteínas contractiles, actina y miosina, dispuestas en forma fibrilar que transforman la energía química en energía mecánica mediante la degradación del ATP, las células musculares son alargadas con el eje longitudinal orientado en la dirección del movimiento (Brüel et al., 2012).

### **3.11. Métodos Histológicos**

Para realizar el estudio de la estructura morfológica microscópica es necesario realizar varios procedimientos a los que se sometió el tejido con la finalidad de prepararlo y conferirle las

condiciones óptimas que nos permitan describir, comprender y analizar sus componentes morfológicos a través microscopios ópticos y electrónicos (Brancoft et al., 2013).

### ***3.11.1. Toma de muestra***

La calidad y la fidelidad con que una célula o un tejido muestren una imagen al microscopio, con las características morfológicas que poseían cuando estaban con vida, dependen esencialmente de la prontitud y el cuidado que se aplicó para obtener la muestra a ser procesada (Brüel et al., 2012). La obtención de la muestra consiste en seccionar un trozo de tejido u órgano de un ser vivo o cadáver, empleando bisturís, sin hacer presión sobre ellos (Prophet et al., 1995)

### ***3.11.2. Fijación de tejidos***

La fijación es útil para preservar la estructura, la ultraestructura y la composición química de las células y de los tejidos de manera tal que su observación por medio del microscopio revele fielmente la morfología y la localización de sus distintos componentes. Además, la fijación impide los procesos de autólisis que ocurren durante la muerte celular, detiene el metabolismo celular y evita la acción de gérmenes (putrefacción) que destruyen las muestras (Brusco et al., 2014).

Los tejidos se endurecen ligeramente pero no se fragmentan permitiendo que las estructuras tisulares no se encojan y que estén muy cerca del estado in vivo. La fijación puede lograrse por inmersión o por perfusión y debe hacerse inmediatamente ya que cualquier demora seca el tejido y acelera la autólisis. (Prophet et al., 1995).

La formalina neutra al 10% estabilizada, se considerada como el mejor fijador general para especímenes porque preserva el número más grande de estructuras, requiere un periodo de fijación relativamente corto, puede ser usada para almacenamiento de muestras de tejido a largo plazo,

penetra rápida y regularmente sin producir endurecimiento del tejido (Brancoft et al., 2013); también hay otros fijadores como el alcohol, la acetona, el glutaraldehído, etc.

### ***3.11.3. Deshidratación***

La inclusión tiene por objetivo endurecer homogéneamente el tejido para lograr obtener secciones delgadas que puedan observarse al microscopio óptico. Con esta finalidad, el tejido se embebe en parafina o en un medio sintético similar. Pero estos medios son hidrofóbicos; por tanto, antes de la inclusión en parafina, la muestra debe ser deshidratada (Brusco et al., 2014). Para el paso de la deshidratación se prefieren los alcoholes – isopropílico o etílico, el uso de alcoholes graduados que vayan de la concentración más baja hasta la más alta es de rutina (Prophet et al., 1995).

### ***3.11.4. Aclaramiento***

Los reactivos de aclaramiento actúan como intermediarios entre las soluciones de deshidratación e infiltración. Deben ser miscibles con ambas soluciones. La mayoría de los aclarantes son hidrocarburos con índices de refracción similares a las proteínas como por ejemplo el xileno o el tolueno. Cuando el agente deshidratante ha sido reemplazado completamente por la mayoría de estos solventes, el tejido tiene una apariencia translúcida: de ahí el término "agente clarificante" (Brancoft et al., 2013).

El xilol uno de los muchos agentes aclarantes, es generalmente usado para la inclusión rutinaria en parafina por su compatibilidad con muchos tipos y tamaños de especímenes (Prophet et al., 1995).

### ***3.11.5. Inclusión en parafina***

Los tejidos fijados no son lo suficientemente consistentes como para realizar el corte histológico, sin un medio de soporte para que se mantengan las células y las estructuras intercelulares en relación unas con otras, se cuenta con el medio de inclusión que es el proceso de rodear un tejido con una sustancia firme tal como la cera para poder obtener secciones bien delgadas. La parafina es el medio de inclusión más popular y el más frecuentemente usado (Prophet et al., 1995).

La cera de parafina sigue siendo el medio de infiltración e inclusión más popular en los laboratorios de histopatología. La cera de parafina es una mezcla de hidrocarburos de cadena larga que se produce durante el craqueo del aceite mineral. Sus propiedades varían según el punto de fusión utilizado, oscilando entre 47 y 64°C (Brancoft et al., 2013). Una vez realizado el proceso de inclusión, se procede a realizar la elaboración de bloques vertiendo parafina líquida en un molde donde se coloca la muestra según la orientación deseada de corte y se deja solidificar a temperatura ambiente.

### ***3.11.6. Corte***

Los bloques de parafina que contienen la muestra se cortan con un instrumento denominado micrótopo. El micrótopo es un instrumento que realiza cortes finos; posee una manivela que se gira manualmente (también los hay automáticos) y que hace que la pieza, donde se fija el taco, avance automáticamente apenas unos pocos micrones y descienda sobre el filo de la cuchilla para realizar la sección. Generalmente, las secciones para microscopio óptico tienen un espesor de 5  $\mu\text{m}$  (Brusco et al., 2014).

### **3.11.7. Tinción hematoxilina y eosina**

La mayoría de las células y matrices extracelulares no poseen un color propio por lo que su observación directa al microscopio no permite observar sus características morfológicas (Megías et al., 2018b). Para poder observarlos se emplean colorantes, sustancias dotadas de color que se unen de manera más o menos específica a determinadas estructuras del tejido.

Las secciones se tiñen de rutina con hematoxilina y eosina. La hematoxilina es un colorante natural y la eosina es un colorante artificial derivado de la fluoresceína. Primero se sumergen los portaobjetos en una solución con hematoxilina, luego se realiza el viraje con agua de canilla o una solución alcalina débil (el color de la hematoxilina cambia del rojo al azul) y, por último, se sumergen las secciones en eosina (color rojo) (Brusco et al., 2014).

En la actualidad hay dos tipos de métodos Meyer y de Harris. Tradicionalmente se utiliza el método de Harris, un método regresivo, pues tiñen todas las estructuras (núcleo, citoplasma, tejido conectivo) y continúa por una decoloración controlada y “azulamiento” hasta llegar a una tinción nuclear que sea óptima. Después de la aplicación de hematoxilina, las soluciones de eosina se usan convencionalmente para contrastar. El citoplasma se tiñe de rosado y el colágeno y el musculo se tiñen de rojo brillante (Prophet et al., 1995).

### **3.11.8. Tinción Tricromico de Masson**

Como su nombre indica esta tinción emplea tres colorantes, la hematoxilina, la fucsina y la tinción verde luz. Esta tinción es muy útil para poner de manifiesto las fibras de colágeno, y el conectivo en general, en comparación células musculares o epitelios (Megías et al., 2018a). Tiñe los núcleos de color azul, los citoplasmas rojos, las fibras colágenas de color celeste, los glóbulos rojos y el músculo de color fucsia (Brusco et al., 2014).

## CAPITULO IV

### MATERIALES Y METODOS

#### 4.1. Ubicación espacial y temporal de la investigación.

El presente estudio se realizó 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 (fig. 2), situado en el distrito de Sicuani, provincia de Canchis, región del Cusco a una altitud 3534 m.s.n.m., a 14°14'14.5" latitud Sur y a 71°14'12.1" longitud Oeste (SENAMHI, 2024)

#### Figura 2

*Laboratorio de histología y patología veterinaria de la UNSAAC*



*Nota: se muestra el laboratorio implementado con equipos de inclusión, microtomo, cámara de bioseguridad, estufa y materiales.*

#### 4.2. Materiales

Material biológico

- Llamas menores a un año

## Materiales de campo

- Equipo de disección
- Cuchillo
- Hojas de bisturís
- Arco de sierra
- Frascos para recolección de muestras
- Formol (10% tamponado) para mantenimiento de muestras
- Etiquetas de identificación para rotular las muestras
- Guantes de exploración
- Mandil
- Botas
- Cámara fotográfica digital
- Fichas de muestreo.
- Lapiceros tinta indeleble
- Lápiz
- Cuaderno de registro

## Equipos y materiales de laboratorio

- Micrótopo de rotación marca Leyca modelo RM2125
- Microscopio óptico Nikon Eclipse 100
- Microscopio confocal LSM 800 Carl Zeiss
- Equipo de inclusión de parafina Leyca Arcadia
- Estufa termo control Thermo Scientific

- Cámara de bioseguridad tipo AII Biobase
- Pinza térmica Leyca modelo EGF
- Frascos estériles para muestras
- Laminas cubreobjetos
- Laminas portaobjetos
- Baterías de colorantes especiales
- Baterías de alcoholes para deshidratación – hidratación
- Baterías de tinción para H&E
- Pinzas operarias
- Papel toalla
- Reloj
- Caja porta laminas histológicas

#### Reactivos e insumos de laboratorio

- Agua destilada
- Formol tamponado al 10%
- Alcoholes graduados
- Alcohol absoluto
- Xilol
- Parafina granulada
- Tinción Hematoxilina
- Tinción Eosina
- Kit de tinción tricrómico de Masson
- Bálsamo de Canadá

### **4.3. Descripción de los Métodos**

El presente estudio se trabajó con un total de 10 llamas de distinta raza conformado por machos y hembras (cinco en cada grupo) con edades de 4 meses a 1 año de edad clínicamente sanas. Los animales se sometieron a una eutanasia tomando en cuenta los aspectos bioéticos según recomendaciones de Silverman, (2013). Se realizó la disección del globo ocular y anexos de la visión, colectando diversas estructuras. Para el estudio histológico se realizó el procedimiento de los métodos histotécnicos, la técnica de inclusión en parafina y las técnicas de tinción hematoxilina eosina y tinción tricrómico de Masson (Anexo 1).

#### **4.3.1. Colección de Muestras**

La colección de muestras fue en un total de veinte ojos y órganos accesorios (parpados, glándulas, lacrimales y conjuntiva), obtenidas de diez llamas menores a un año de edad clínicamente sanas Figura 3; los animales de estudio fueron sometidos a una eutanasia con pentobarbital sódico en una sobredosis de 60 mg/kg de peso vivo vía intravenosa, adaptada al peso del animal similar en otros grandes mamíferos. Con esta dosis se deprimió el sistema nervioso central y se produjo parálisis del centro respiratorio (Shear, 2018). La técnica para la toma de muestra fue enucleación del globo ocular y órganos anexos con pinzas y bisturí. Seguidamente las muestras se colocaron en frascos debidamente rotulados y se fijaron en formol neutro estabilizado al 10%, completamente sumergido en un volumen de fijador de 10-15 veces su propio volumen. Se guardó en los frascos por un espacio de 72 horas Figura 4. La solución fijadora se preparó de acuerdo a (Prophet et al., 1995) en volúmenes de un litro teniendo en cuenta los siguientes insumos y sus proporciones.

- Formaldehido 37% - 40% ----- 100.0 mL
- Agua destilada ----- 900.0 mL
- Fosfato de sodio, monobásico ----- 4.0 g
- Fosfato de sodio, dibásico ----- 6.5 g

**Figura 3**

*Material biológico para la colección de muestras*



**Figura 4**

*Muestras colectadas del ojo y sus órganos anexos de la llama*



### **4.3.2. Técnica histológica**

#### **4.3.2.1. Disección de muestras**

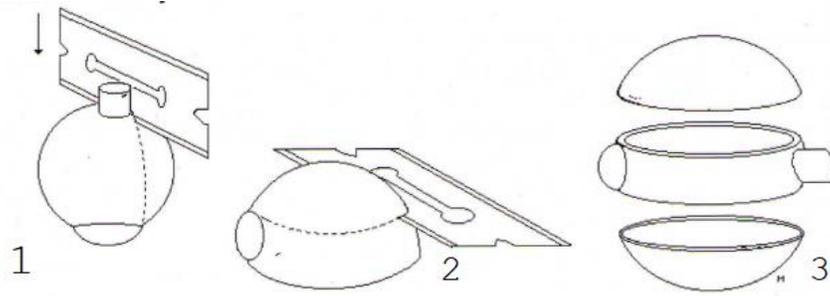
El ojo fue transiluminado antes de ser abierto, sosteniéndolo frente a una fuente de luz, con la finalidad de proporcionar una visión clara de cómo la luz interactúa con las diferentes partes del ojo y evaluar la integridad del ojo.

Antes de abrirse el ojo, se obtuvo una sección transversal del nervio óptico. Luego se obtuvo una sección central de tal manera que la pupila y el nervio óptico (P-O) aparezcan en las secciones finales Figura 5. El ojo se abrió en el meridiano que alberga mayor información de la sección pupila nervio óptico (Emanuele, 1995). Se sostuvo el ojo con una mano de tal manera que la córnea este hacia abajo sobre un papel toalla húmedo, y la cuchilla sostenida con dos dedos o por el mango, se obtiene el primer corte, usando un movimiento de serrucho lento. Se cortó el ojo a una distancia de 1 a 2 mm del nervio óptico.

Se procedió al segundo corte del ojo, colocando la superficie del globo ocular seccionada previamente sobre toalla humedecida, y seccionar con un bisturí hasta obtener una sección del segmento P-O del grosor deseado, como en el primer corte comenzar en el polo posterior avanzado anteriormente.

## Figura 5

*Dissección del ojo en el eje longitudinal.*

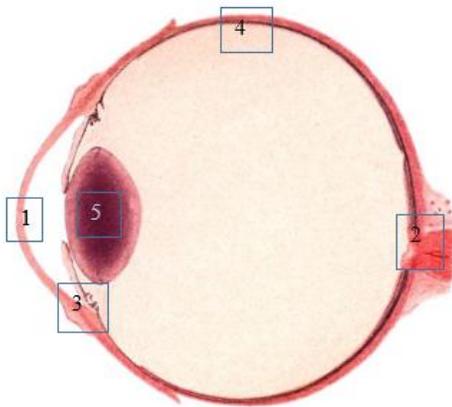


Nota: 1. Primer corte en la línea meridional a 1-2 mm del nervio óptico. 2. Segundo corte en la línea meridional superior 3. Sección del segmento P-O (pupila y nervio óptico) tomado de Emanuele, (1995).

Debido a que el ojo de la llama es de un tamaño considerable, se procedió a tomar pequeñas secciones de los puntos claves Figura 6.

## Figura 6

*Puntos clave para toma de muestra*



Nota: Puntos de referencia para la toma de muestra de las diferentes zonas del ojo

Así mismo se disecciono los anexos del ojo como párpados, conjuntiva y glándulas lacrimales, considerando medidas de muestreo (Prophet et al., 1995), donde las muestras no deben superar los 5 mm de espesor.

Los tejidos de estudio que se colectaron fueron las siguientes: Córnea, limbo, esclerótica, cuerpo ciliar, iris, coroides, retina (estas forman parte de las tres capas o tunicas fibrosa, vascular u nerviosa), conjuntiva, párpados y glándula lacrimal. Estos tejidos fueron colocados en cassettes histológicos debidamente rotulados y se conservaron en frascos que contenían el fijador formol tamponado al 10%, para su posterior procesamiento Figura 7.

### **Figura 7**

*Muestras en cassettes rotulados en el medio fijador*



#### **4.3.2.2. Deshidratación, aclaramiento e inclusión en parafina**

Los tres pasos del procesamiento de tejidos, deshidratación, aclaramiento, e infiltración Tabla 1; fue para remover toda el agua que se pueda extraer de los tejidos y remplazarla con un medio que solidifique para así permitir el corte de estos tejidos. Para el proceso de deshidratación se usó alcohol etílico en distintas concentraciones que van graduados de bajo a la más alta Figura 8. Las baterías de alcoholes en distintas concentraciones como 50°, 70°, 90° y 100° para el proceso de deshidratación, fueron preparadas usando la siguiente formula (Prophet et al., 1995).

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

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 y  $C_2$  es la concentración diluida que queremos preparar.

**Tabla 1**

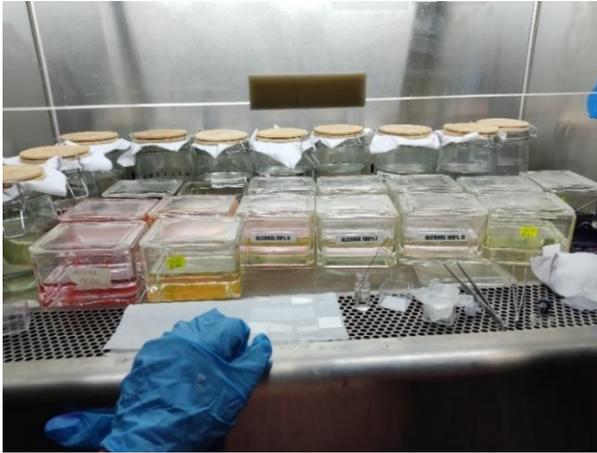
*Protocolo de deshidratación, aclaramiento e inclusión*

<b>Producto</b>	<b>Tiempo</b>
Alcohol 50%	45 minutos
Alcohol 50%	45 minutos
Alcohol 70%	60 minutos
Alcohol 90%	30 minutos
Alcohol 96%	30 minutos
Alcohol 100%	60 minutos
Alcohol 100%	60 minutos
Xilol I	60 minutos
Xilol II	60 minutos
Parafina I	60 minutos
Parafina II	120 minutos

Fuente: Adaptado de Prophet et al., (1995)

## Figura 8

### *Baterías de deshidratación y aclaramiento*



*Nota: batería de alcoholes dentro de la cámara de bioseguridad, ordenadas de menor a mayor concentración para el proceso de deshidratación y aclaramiento*

Para comenzar el proceso de inclusión se hizo uso del equipo de inclusión Arcadia Figura 9, que incluye un proveedor de parafina, un tanque para mantener los especímenes donde se vierten los cassettes, una placa de temperatura tibia para orientar el espécimen en la parafina derretida y una plancha fría para transformar la parafina derretida en un bloque sólido luego de que el espécimen haya sido orientado Figura 10.

Para que el proceso de inclusión sea adecuado es importante la orientación del espécimen, por lo cual este debe ser tal que la resistencia que el tejido ofrece a la cuchilla vaya de un grado menor a uno mayor a medida que se vaya cortando el bloque con el micrótopo. El proceso técnico de inclusión en parafina se hizo de la siguiente manera:

- a) Primero se extrajo los casetes que contienen tejidos del tanque usando pinzas calentadas, para prevenir que la parafina se adhiera a las pinzas.
- b) Abrimos el casete para examinar la muestra del tejido, seleccionamos el molde adecuado de acuerdo con el tamaño de la muestra y llenamos parcialmente con parafina para que este forme una capa delgada pero sólida en el fondo del molde.
- c) Con las pinzas removemos el tejido del casete, y colocamos en el fondo del molde oprimiendo suavemente las superficies del tejido que se va a cortar contra la capa sólida que lo va a mantener en la posición deseada.
- d) Este proceso debe completarse rápidamente hasta llenar todo el molde con parafina y enfriar inmediatamente en una plancha fría para solidificarse aproximadamente en 15 min.
- e) Posteriormente el molde debe ser separado quedando el tejido y la cera solidificada unidos, formando un bloque de parafina (taco) que ya está listo para ser cortado.

## **Figura 9**

*Formación de bloques con el equipo de inclusión*



## Figura 10

*Bloques de parafina con muestras en plancha fría*



### 4.3.2.3. Corte

Se realizó cortes de 5  $\mu\text{m}$ , el procedimiento empezó insertando el bloque en el micrótomo, para cortar secciones delgadas en forma de cintas que las tomamos con un pincel y antes de su fijación definitiva en la superficie de una lámina portaobjetos, han de estirarse para que nuestro tejido quede perfectamente extendido. Las cintas las colocamos suavemente en un recipiente que contiene agua destilada a temperatura ambiente, para que estas floten sobre la superficie y poderlas recoger sobre una lámina porta objetos Figura 11. Posteriormente lo sumergimos en baño de agua caliente a 54°C, para que se extiendan y estén libres de arrugas sobre la lámina, seguidamente escurrimos en forma oblicua y secamos unos dos minutos para luego colocar horizontalmente sobre una plancha térmica precalentada previa rotulación y dejarlo por toda una noche para su posterior coloración Figura 12.

## **Figura 11**

*Corte de bloques con el micrótopo en secciones de 5 micras*



## **Figura 12**

*Proceso de colocación de las secciones cortadas en láminas porta objetos*



Luego de tener las muestras en las láminas porta objetos se procedió a quitar la parafina con xilol. Posteriormente se realizó la hidratación utilizando la batería de alcoholes decrecientes (100%, 90%, 70%, 50% pases de 30 segundos) hasta llegar al agua. Posteriormente se pasó a la siguiente etapa que es la tinción.

#### 4.3.2.4. Tinción hematoxilina – eosina.

Partimos de muestras que han sido fijadas e incluidas en parafina. Estas muestras se han cortado en secciones de 5  $\mu\text{m}$  de grosor adheridas al portaobjetos y seguimos el siguiente protocolo para la tinción Tabla 2.

**Tabla 2**

*Protocolo de hidratación, tinción Hematoxilina-Eosina y montaje*

<b>Producto</b>	<b>Tiempo</b>
Xilol I	15 minutos
Xilol II	10 minutos
Alcohol 100 %	30 segundos
Alcohol 90 %	30 segundos
Alcohol 70 %	30 segundos
Alcohol 50 %	30 segundos
Lavar con agua corriente	
Hematoxilina	3 minutos
Alcohol acido	30 segundos
Eosina	1 minuto
Lavar con agua corriente y secar	
Alcohol 95 %	2 minutos
Alcohol 95 %	1 minuto
Alcohol 100 %	30 segundos
Alcohol 100 %	30 segundos
Xilol I	30 segundos
Xilol II	30 segundos
Montaje (bálsamo de Canadá)	

Fuente: Adaptado de Prophet et al., (1995)

#### 4.3.2.5. Tinción tricrómico de Masson.

La técnica inició desparafinando los preparados histológicos y rehidratando en alcohol de manera descendente. Se realizó de acuerdo a la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Protocolo de tinción de Tricromico de Masson*

<b>Producto</b>	<b>Tiempo</b>
Xilol I	15 minutos
Xilol II	15 minutos
Alcohol 100%	30 segundos
Alcohol 90%	30 segundos
Alcohol 70%	30 segundos
Alcohol 50%	30 segundos
Agua destilada	5 minutos
Hematoxilina o hematoxilina Férrica	5 minutos
Lavar con agua corriente	
Fucina acida	15 minutos
Lavar con agua destilada y secar	2 minutos
Ácido fosfomolibdico + ácido fosfotunstico	15 minutos
No lavar, solo escurrir	
Azul de anilina	15 minutos
Lavar con agua destilada y secar	
Ácido acético glacial 1%	1 minuto
Alcohol 95%	2 minutos
Xilol I	30 segundos
Xilol II	30 segundos
Montaje (bálsamo de Canadá)	

Fuente: Adaptado de Prophet et al., (1995)

La interpretación que se dio con la tinción de hematoxilina y eosina fue: núcleos color púrpura a azul y citoplasma de rosado a rojo; en cuanto a la tinción de tricromico de Masson la interpretación fue: fibras de colágeno color azul, tejido muscular color rojo y núcleos color negro.

Después de realizar los cortes y tinciones con hematoxilina - eosina y tricromico de Masson se procedió a realizar el montaje que consistió en colocar un adhesivo transparente que es el bálsamo de Canadá sobre el corte histológico ya coloreado previa deshidratación ya que este es una sustancia hidrófoba y luego colocar el cubre objetos Figura 13.

#### **4.3.2.6. Microscopia e interpretación**

Se observaron las muestras de tejidos procesados con un microscopio de luz (Nikon Eclipse 100 ®) para la interpretación de cada estructura. Posteriormente obtener imágenes digitalizadas se utilizó la modalidad de campo claro del microscopio confocal (Carl Zeiss LSM 800 ®) con, módulo airyscan que tenía acoplado una cámara fotográfica (Carl Zeiss AXICAM 12®) Figura 14.

#### **Figura 13**

*Láminas histológicas teñidas y montadas listas para su lectura*



## Figura 14

### *Microscopio confocal para captura de imágenes*



*Nota: se observa el equipo de microscopio confocal LSM 800 con módulo de campo claro.*

La interpretación de las estructuras histológicas del ojo y tejidos anexos de la llama se realizó mediante la comparación de estudios histológicos realizados en otras especies animales, libros y atlas de descripción histológica veterinaria.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Características histológicas del globo ocular

##### 5.1.1. *Córnea*

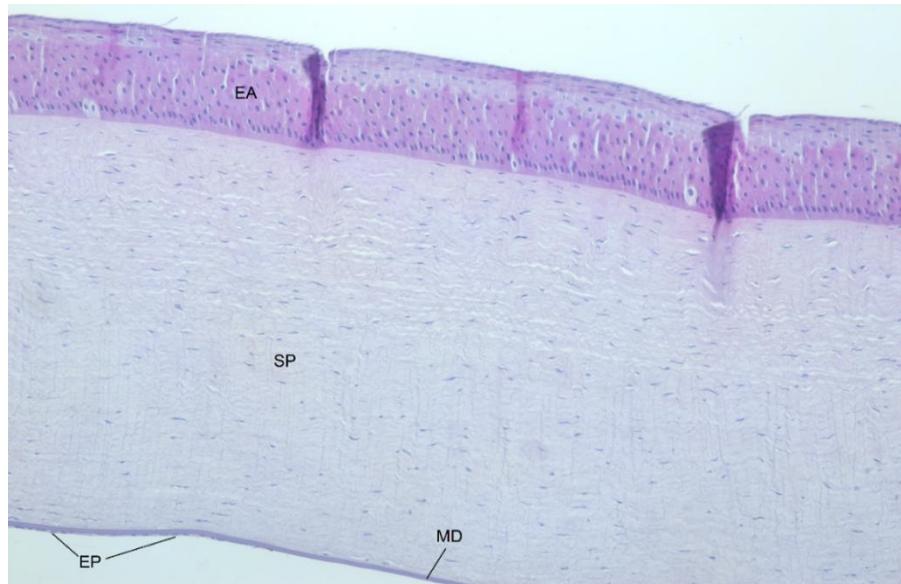
La cornea presentó dos secciones: la córnea propiamente dicha y el limbo. La córnea propiamente dicha de la llama identificamos cuatro capas: (a) epitelio anterior, (b) sustancia propia o estroma, (c) membrana de Descemet, (d) epitelio posterior.

Las Figuras 15 y Figura 16 representan un corte anteroposterior de la córnea propiamente dicha o membrana ovalada transparente del ojo que conforma la porción anterior del globo ocular y en su constitución yendo de su superficie exterior a su cara profunda, observamos las siguientes estructuras:

La primera capa presentó un epitelio anterior, formado por epitelio estratificado escamoso no queratinizado con tres tipos de células superficiales planas, intermedias y basales; presentando 10 a 12 capas de espesor, en la zona postero-anterior se observan descamaciones Figura 16. No hay evidencia de la membrana limitante anterior (membrana de Bowman). Por debajo del epitelio anterior se observó la segunda capa, siendo un tejido laminar de mayor extensión denominado sustancia propia o estroma de la córnea que constituye más del 50 % del espesor total de la córnea. El estroma estuvo compuesto por laminillas de fibras de colágeno que se disponen paralelamente a la superficie corneal, fibroblastos y células corneales con sus núcleos. La tercera capa fue la membrana basal de Descemet y se observó que era banda de color rosado intenso siendo gruesa y homogénea. La cuarta capa, fue el epitelio posterior y estuvo conformado por una sola capa de células planas dispuestas a lo largo de la superficie interna de la membrana de Descemet, que abre la superficie posterior de la córnea Figura 17.

### Figura 15

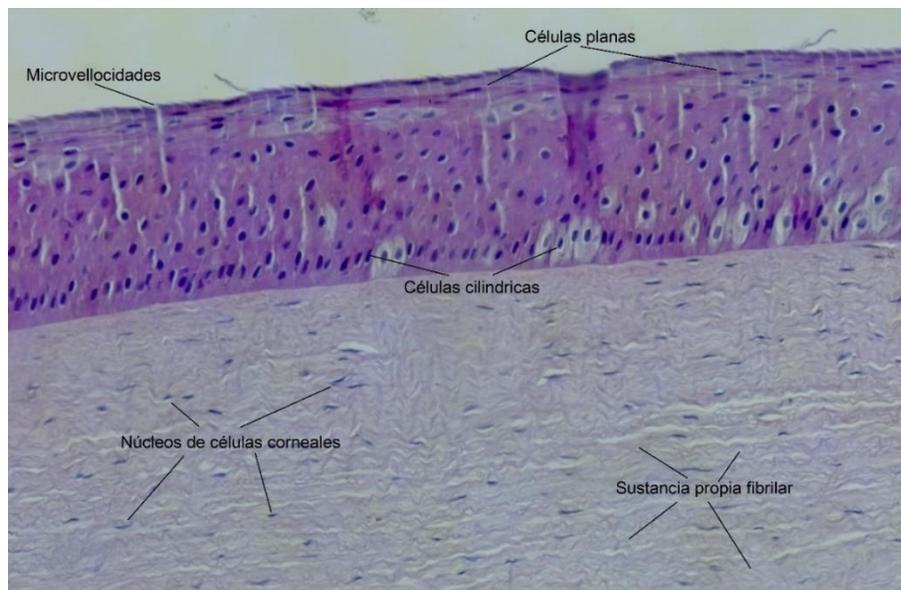
*Córnea de la llama en corte anteroposterior, coloración H&E 10X*



*Nota. Epitelio anterior (EA), sustancia propia (SP), membrana de Descemet (MD), epitelio posterior (EP).*

### Figura 16

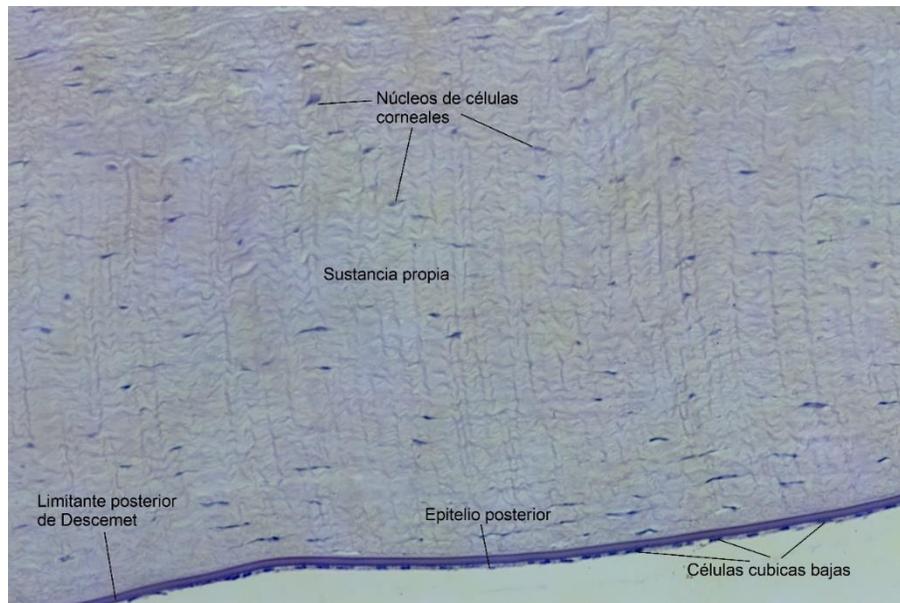
*Córnea de la llama, zona anterior, coloración H&E 20X*



*Nota. Epitelio corneal y parte del estroma.*

## Figura 17

*Cornea de la llama zona posterior, coloración H&E 20X.*



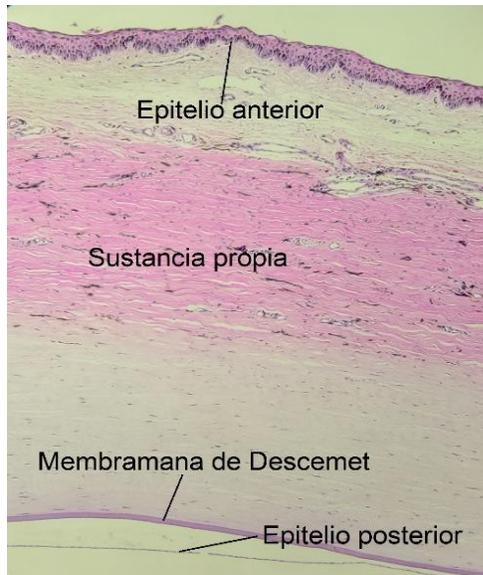
Con la tinción hematoxilina – eosina Figura 18 y tinción tricromico de Masson Figura 19 ubicadas próximo a la unión corneo - escleral se muestra una transición cornea - limbo, donde se observa cambios a nivel estructural en la córnea, el epitelio anterior ya no presenta un mismo nivel de espesor de epitelio, pero se aprecia una disposición de células superficiales planas, células intermedias y células basales, además se ve pigmentación de las células epiteliales. En el estroma corneal se halla pequeños vasos sanguíneos y el tejido conectivo laxo. Así mismo, se observa en la parte basal del epitelio la acumulación de células que son denominadas como empalizadas de Vogt.

En el limbo que es la unión corneo – escleral, se observa las laminillas de colágeno regulares del estroma corneal se fusionan con las fibras entrelazados de la esclerótica Figura 20, además la presencia de vasos sanguíneos. En la zona del epitelio, este posee menos cantidad de células, pero mantiene la disposición de tres estratos celulares (superficial, intermedio y basal) con

la diferencia que existe pigmentación Figura 20. La zona basal del epitelio presenta depresiones que ingresan al estroma del limbo y estas serían compatibles con las empalizadas de Vogt.

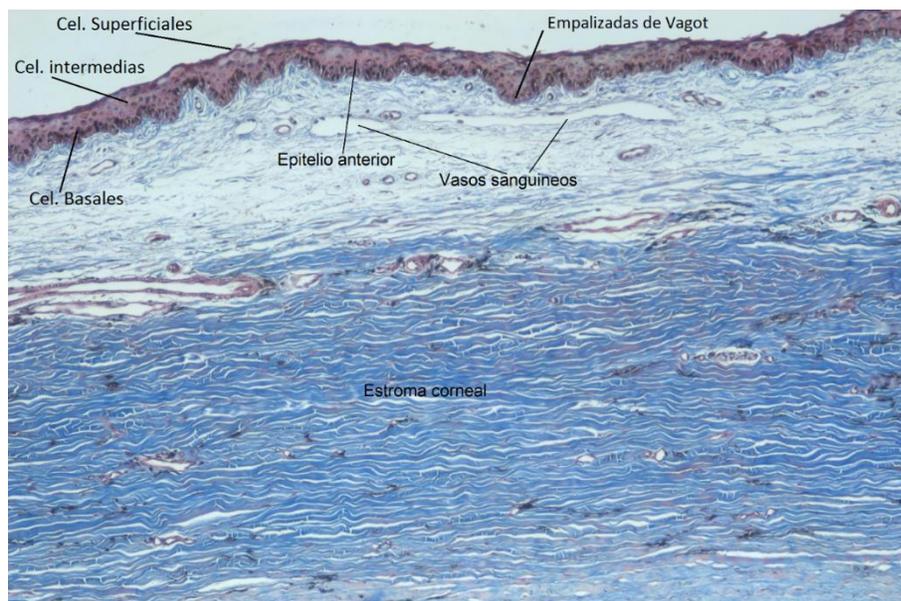
### Figura 18

*Córnea de la llama sección del limbo, coloración H&E 10X*



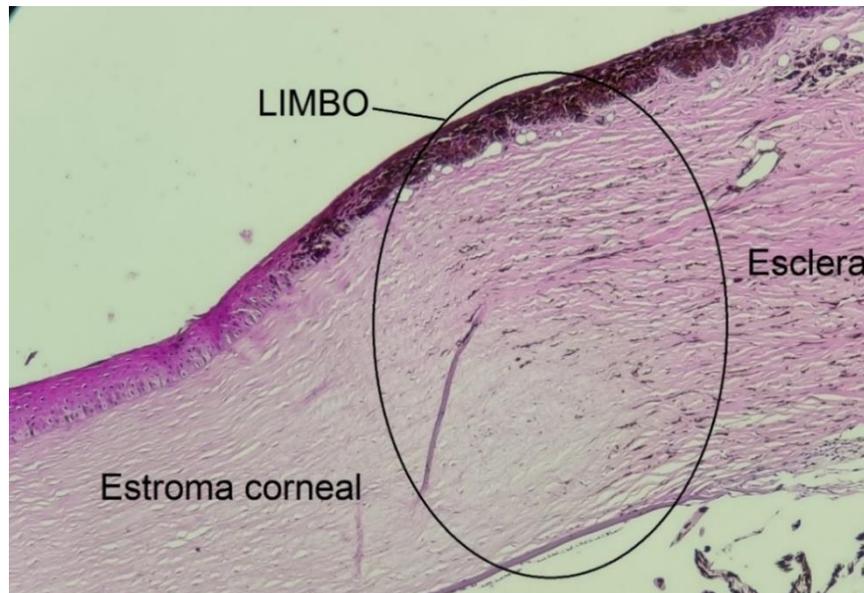
### Figura 19

*Córnea de la llama sección próxima al limbo, coloración Tricromico de Masson 10X.*



## Figura 20

*Cornea de la llama zona del limbo, corte anteroposterior, tinción H&E 10X.*



Lo descrito en la córnea específicamente en la capa epitelial anterior referido al tipo de epitelio y la distribución en tres estratos superficial, medio y basal de la llama coincide con las descripciones de este epitelio en otras especies animales (Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019).

Las descamaciones que se evidencian en el epitelio anterior de la llama indicarían que las células epiteliales de la córnea tienen una vida útil de 7 a 10 días y experimentan involución, apoptosis y descamación (Sridhar, 2018). Así mismo, se podrían comparar con la presencia de micropliegues descritos en el estudio de la córnea en camellos cuya función sería la de retener la película lagrimal que protege a la córnea (Rahmoun et al., 2020). Por otra parte hacen mención de microvellosidades presentes en la superficie de las células superficiales e indica la misma función mencionada anteriormente (Eurell & Frappier, 2006) y que las microvellosidades aumentan el área de la superficie (Sridhar, 2018). Estas precisiones explicarían la estructura de la superficie del epitelio anterior de la córnea.

La presencia de la membrana de Bowman es cuestionable en los animales domésticos (Nautscher et al., 2016), si bien es cierto en el ser humano y en primates se evidencia esta capa (Eurell & Frappier, 2006; Pawlina & Ross, 2020), en los animales domésticos (perro, gato, caballo, cerdo y cabra) está ausente (Nautscher et al., 2016), sin embargo, en la oveja merina se aprecia una delgada membrana de Bowman (Cafaro et al., 2015) así mismo, la alpaca que es una especie emparentada con la llama presenta la membrana de Bowman, aclarando que el estudio solo conto con una unidad experimental (Klećkowska-Nawrot et al., 2015), mientras que en los camellos, que también son parientes lejanos de esta especie, se presenta una contradicción, así (Almubrad & Akhtar, 2012; Rahi et al. 1980) mencionan la ausencia de la membrana de Bowman, pero (Rahmoun et al. 2020) mencionan lo contrario.

Por otra parte, (Eurell & Frappier, 2006) indica que no debe confundirse la membrana basal del epitelio anterior con la membrana de Bowman, que es una capa más externa modificada de la sustancia propia que está presente en primates y aves. En el presente estudio se tomó como referencia que la membrana de Bowman es una capa acelular con presencia de fibras de colágeno (Germundsson et al., 2012) que limita entre el epitelio anterior y la sustancia fundamental, elemento que no se apreció en las láminas que se generaron. Por lo tanto, estas discrepancias podrían aclararse si se utiliza otro método de evaluación como la microscopia electrónica, un ejemplo de esto se da en estudios en gatos donde con microscopia óptica no se evidencia esta membrana, pero con microscopia electrónica si es evidente (Hayashi et al., 2002).

La estructura y organización del estroma corneal en la llama es similar a lo descrito en otras especies animales, es decir que está compuesto por una matriz uniforme de fibrillas de colágeno que contiene queratocitos dispuestos de manera alargada y aplanada (Nautscher et al., 2016). Además, la organización de empaquetamiento de fibrillas a través de la córnea tiene implicaciones

potenciales para la transparencia y el índice de refracción del tejido (Boote et al., 2003). La membrana de Descemet es similar a las descripciones realizadas en otras especies animales como perro, gato, equino y vacuno (Dellmann, 2006).

Los cambios en la transición corneo escleral en la llama coincide con otras especies tal que cambia gradualmente al epitelio conjuntival (Eurell & Frappier, 2006). Las láminas de fibras de colágeno del estroma corneal se unen con las fibras de la esclerótica, y se encuentran los únicos vasos sanguíneos que irrigan a la córnea (Pawlina & Ross, 2020), lo mencionado tiene concordancia en la especie de la llama. Por otra parte, la presencia de los tres grupos celulares superficiales, intermedios y basales, coinciden con otros estudios como es el caso de los cerdos (Crespo-Moral et al., 2020).

La empalizada de Vogt presente en la zona del limbo en la córnea de la llama también es descrita en la zona del limbo corneal en los porcinos (Crespo et al., 2020). Algunos estudios han mostrado que las células madre están más concentradas en estas zonas denominadas empalizadas de Vogt (Villareal et al., 2015). Lo que podría indicar que en la llama también se encuentran estas células, pero para ello se deberían realizar estudios inmunohistoquímicos que identificó células madres en las empalizadas de Vogt en otras especies animales (Patruno et al., 2017) .

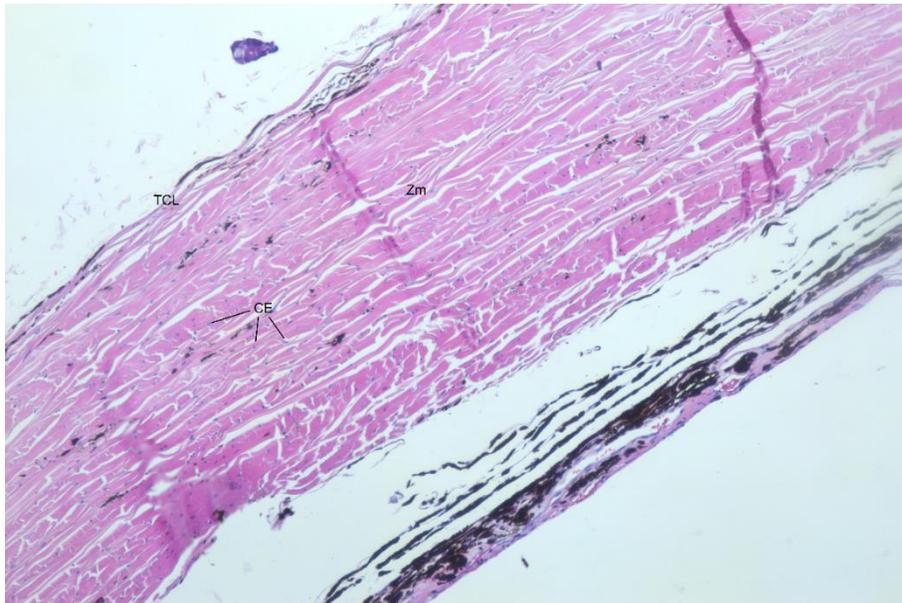
### **5.1.2. Esclerótica**

La esclerótica forma parte de la capa externa o fibrosa del ojo y estuvo constituido por tres capas; la epiesclerótica, la propia y la fúca Figuras 21, 22 y 23. La epiesclerótica estaba constituido por tejido conectivo laxo y pequeños canales vasculares. La zona media o sustancia propia tuvo un tejido conectivo denso compuesto por haces compactos de fibras de colágeno orientados paralelamente a la superficie de la pared del ojo y células fijas de la esclerótica. Los

haces de fibras se hicieron más pequeños en la región más interna o lámina fucsá de la esclerótica predominando fibroblastos, algunas fibras elásticas finas y concentración de melanocitos y células pigmentadas.

**Figura 21**

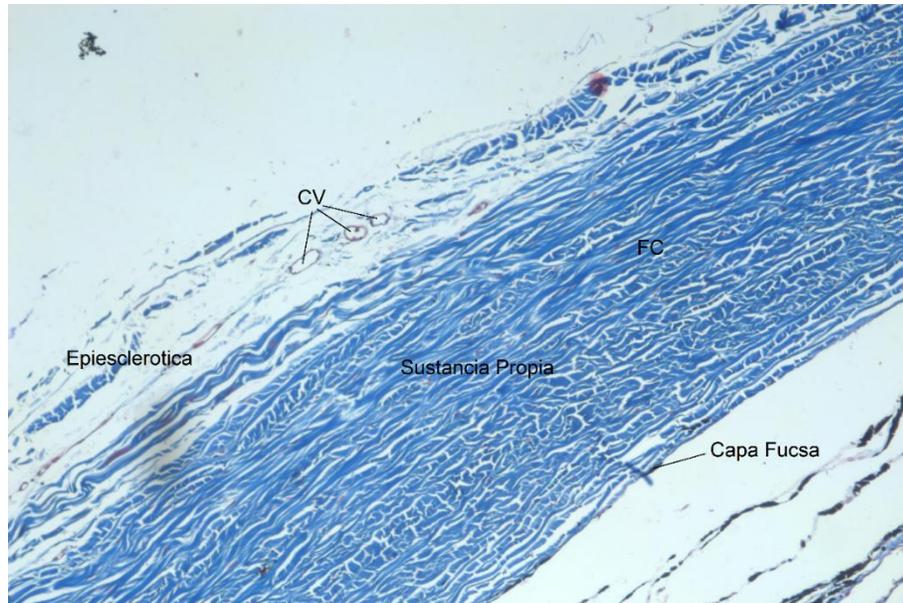
*Esclerótica de la llama, coloración H&E. 10X*



*Nota. Tejido conectivo laxo (TCL), zona media (Zm), células de la esclerótica (CE).*

**Figura 22**

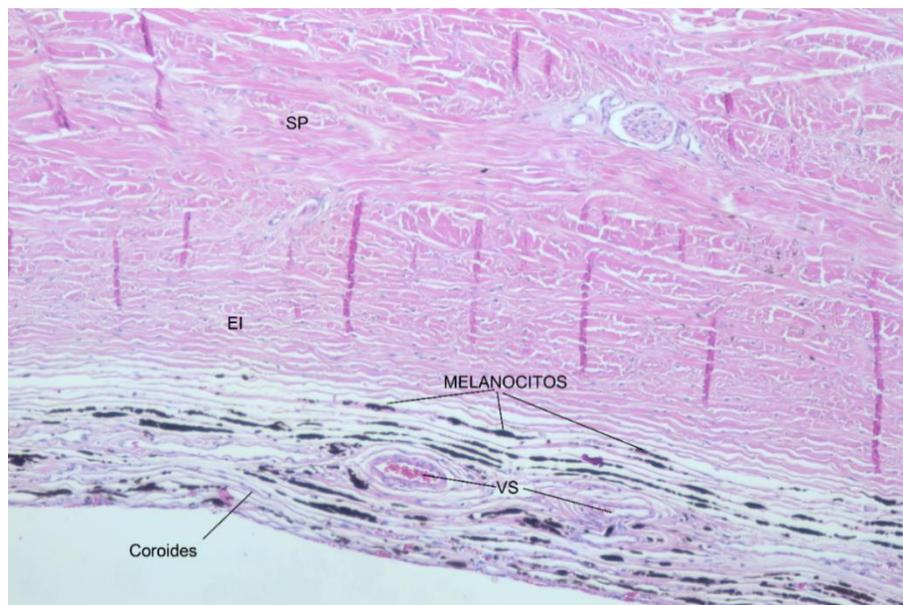
*Esclerótica de la llama, zona anterior, tinción Tricromico de Masson 10X.*



*Nota. Vasos sanguíneos (CV), fibras de colágeno (FC).*

**Figura 23**

*Esclerótica de la llama, zona posterior, coloración H&E 10X.*



*Nota. Sustancia propia (SP), esclerótica interna (EI)*

Lo observado en la esclerótica es similar con los reportes realizados en otras especies animales a nivel de su estructura histológica (Banks, 1996; Eurell & Frappier, 2006).

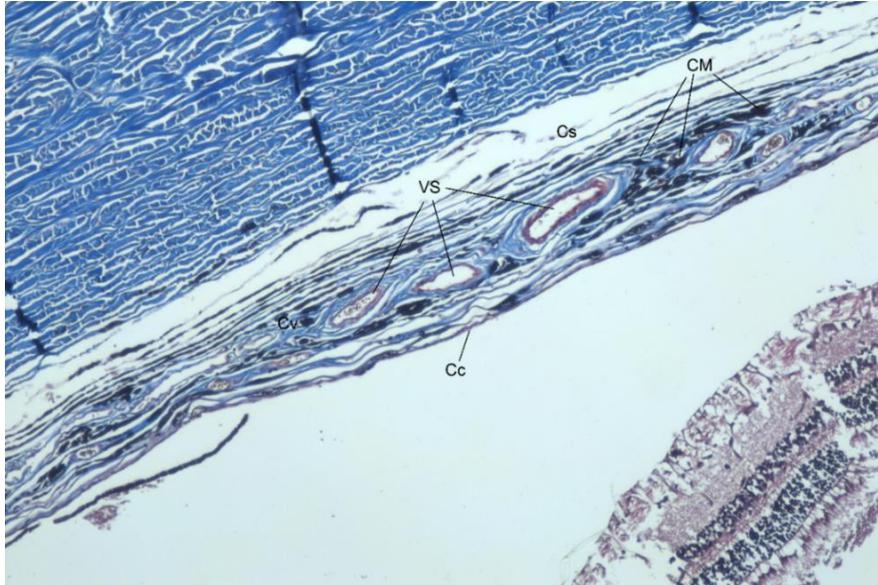
No hay una variación notable, a excepción de que el tamaño, forma y grosor del globo puede ser bastante variable en diferentes especies (Liebich, 2019), siendo la esclerótica es más gruesa en el limbo (unión de la córnea y esclerótica) en perros y gatos y en la región del nervio óptico en ungulados (Eurell & Frappier, 2006). Para el caso de la llama no se realizó medidas de grosor en la esclerótica que podrían brindarnos más detalles acerca de esta diferencia.

### **5.1.3. Coroides**

La túnica vascular del ojo, la coroides de la llama estuvo ubicado entre la esclera y retina, tenía cuatro capas: la supracoroidea, vascular, coriocapilar y membrana de Bruch Figura 25. La primera capa llamada supracoroidea, que contenía una fina red de fibras de tejido conectivo que se une a la esclerótica, formado por haces de colágeno, fibras elásticas, fibrocitos. En un aumento mayor Figura 28, la segunda capa fue la vascular que presentó grandes arterias, venas y gránulos de pigmentos oscuros (cromatóforos) que varían en tamaño y están distribuidos irregularmente por toda la coroides, pero más densamente en esta capa. No se observó la capa del *tapetum lucido*. Por lo tanto, la tercera capa que presentó fue la capa coriocapilar Figuras 26 y 27 en la que se ve una red de capilares y, por último, al lado del epitelio de la retina se encontró la cuarta capa denominada membrana de Bruch constituida de fibras elásticas y esta viene a limitar con el epitelio pigmentario de la retina.

**Figura 24**

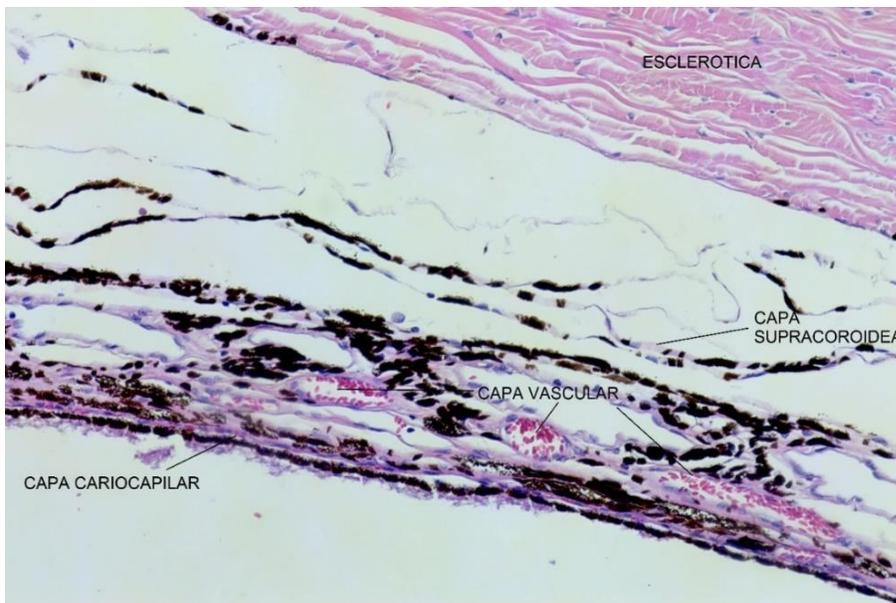
*Coroides de la llama, corte anteroposterior, coloración Tricromico de Masson 10X.*



*Nota. Capa supracoroidea (Cs), capa vascular (Cv), capa coriocapilar (Cc), vasos sanguíneos (VS), cromatóforos (CM).*

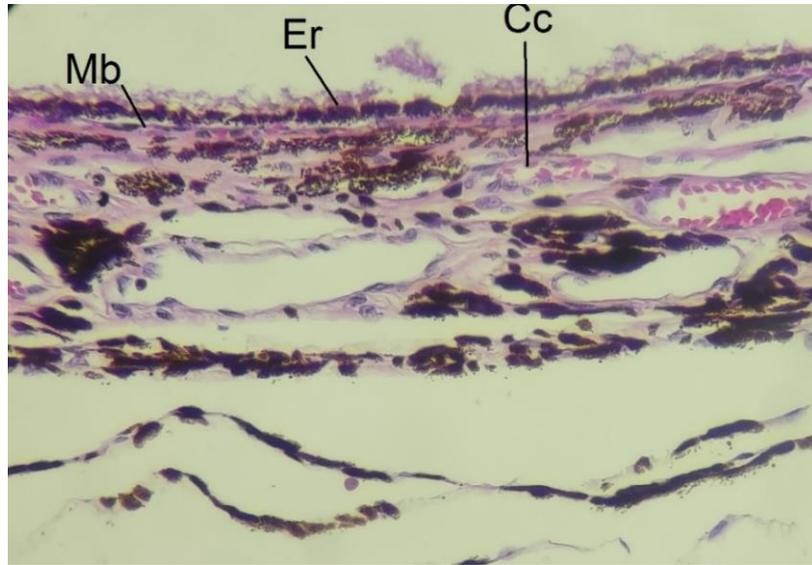
**Figura 25**

*Coroides de la llama, corte anteroposterior, coloración H&E 20X*



**Figura 26**

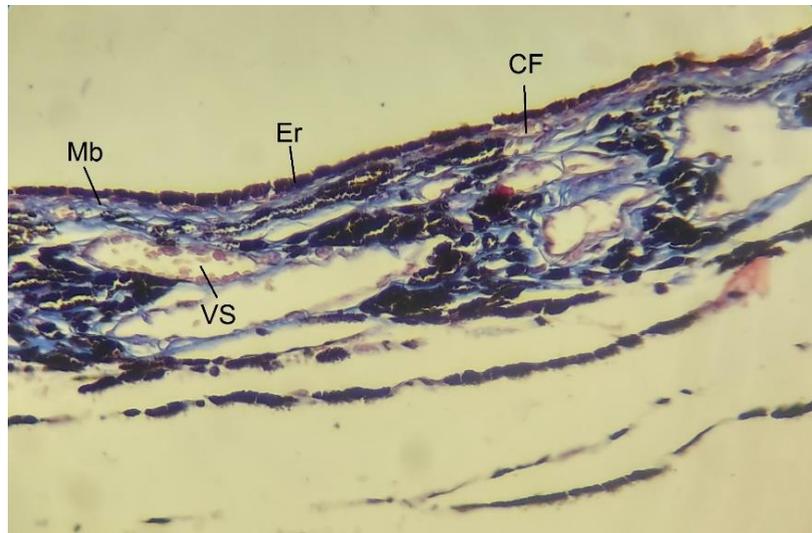
*Coroides de la llama zona posterior, coloración H&E 20X.*



*Nota. Epitelio de la retina (Er), capa coriocapilar (Cc), membrana de Bruch (Mb).*

**Figura 27**

*Coroides de la llama zona posterior, corte anteroposterior, coloración Tricromico de Masson 20X.*



*Nota. Epitelio de la retina (Er), membrana de Bruch (Mb), capilar fenestrado (CF), vaso sanguíneo (VS).*

## Figura 28

Coroides de la llama, detalle de la zona posterior, coloración H&E 63 X.



De acuerdo con Bacha & Bacha, (2012) y (Kotb et al., 2019) la coroides presentan cinco capas en todos los mamíferos domésticos como caballo, burro, rumiantes, perro y gato; excepto en el cerdo y camélidos sudamericanos que solo presentan cuatro capas tal como se evidencia en la especie llama en este estudio. Por otra parte, en especies emparentadas a la llama como son los camellos, el estudio histológico de la coroides en estos animales también evidencian la presencia de cuatro capas, no teniendo el *tapetum lúcido* (Rahi et al., 1980). El *tapetum lucidum* actúa como una capa reflectora de luz que tiene como función aumentar la recepción de luz en condiciones de poca iluminación (Eurell & Frappier, 2006).

En la llama no identificamos el *tapetum lucidum* lo que coincide con los animales sin *tapetum lucidum* como por ejemplo los primates, ardillas, pájaros, canguro rojo y cerdo (Ollivier et al., 2004) que generalmente tienen hábitos diurnos y se observa un reflejo del fondo de ojo de

color rojo o naranja a gris pálido (Chijiwa et al., 1990; Young & Braekevelt, 1993), ello debido a un reflejo de la luz de los vasos sanguíneos coroideos (Samuelson, 1999).

El resto de capas de la coroides está presente en la llama al igual que en otras especies animales (Banks, 1996; Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019). Así mismo, la membrana de Brush que está presente en la llama, también es conocida como complejo basal (Eurell & Frappier, 2006). Esta capa a su vez posee una cinco subcapas, pero estas son observadas bajo microscopio electrónico (Pawlina & Ross, 2020) pero en este estudio solo se limitó al uso de microscopio óptico, por tal motivo no se puede observar estas subcapas.

La característica de presentar pigmentación en el coroides se debe a la presencia de células pigmentarias, en este caso de melanocitos (Banks, 1996; Pawlina & Ross, 2020) pero no indican la función que desempeñarían más allá de dar una pigmentación. En un estudio realizado en el ojo humano (Kaczurowski, 1963) se describe a estas estructura pigmentadas como cromatóforos de la coroides e indica que desempeñan el papel de microglándulas sui generis, produciendo una "secreción" específica en forma de gránulos de melanina, además concluye que dichas secreciones desempeñan el papel de material aislante para las fibras nerviosas, en las que no hay láminas de mielina, colaborando así a lograr una visión precisa y nítida porque protege los impulsos de la dispersión difusa en los tejidos circundantes. Este estudio es antiguo y en las recientes fuentes bibliográficas no se menciona o describen como cromatóforos a este nivel del ojo, por lo tanto, lo encontrado en la coroides de la llama simplemente sería considerado como células pigmentarias.

#### **5.1.4. *Cuerpo ciliar***

La descripción del cuerpo ciliar del ojo de la llama estuvo organizado de la siguiente manera: epitelio ciliar, capa vascular y el musculo ciliar Figuras 29 y 30.

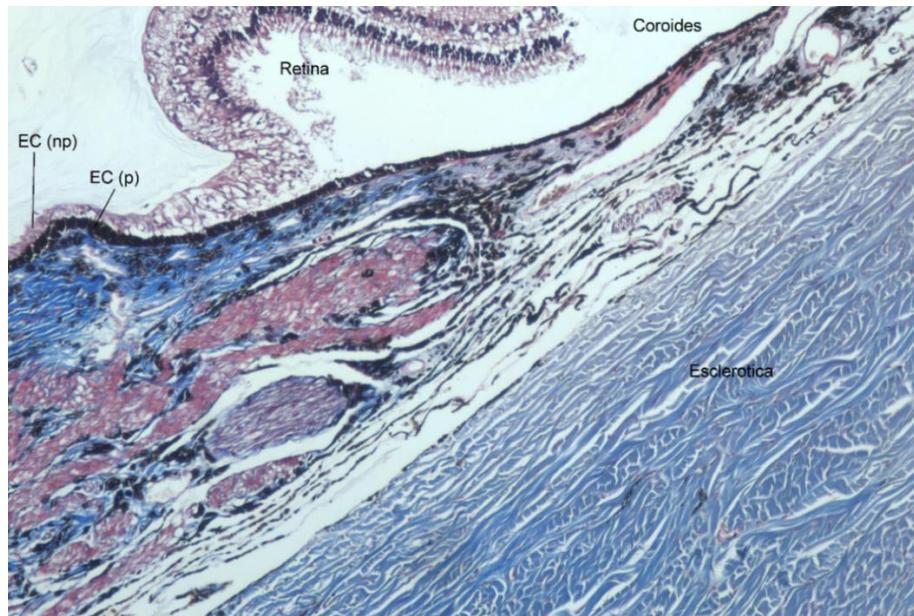
El epitelio ciliar estuvo formado por una bicapa de células cuboidales simple que consta de una capa basal de células pigmentadas y una capa superficial de células no pigmentadas Figura 31. Otra estructura que se aprecia junto al cuerpo ciliar Figura 34 son las prolongaciones del cuerpo ciliar llamados procesos ciliares que se extienden sobre la superficie posterior del iris fusionándose con el epitelio pigmentario de este último. Los procesos ciliares estuvieron compuestos por tejido conectivo laxo y una densa red de capilares. Presentó un epitelio que contienen dos capas de células epiteliales una basal que es pigmentada y la superficial que no posee pigmento, las mismas que provienen del cuerpo ciliar. Por encima de los procesos ciliares se observaron unas fibras delgadas que corresponderían a las fibras zonulares.

En la capa vascular Figuras 30 y 31 observamos tejido conectivo vascularizado y musculo ciliar, localizada periféricamente en el cuerpo ciliar, consta de fibras musculares lisas, también se observa en la Figura 32 y Figura 33 el ángulo iridocorneal, la malla trabecular uveal formado por fibras de colágeno, fibras elásticas y células pigmentarias que forman el ligamento pectinato y la malla trabecular corneo escleral que es un entramado de fibras de tejido conectivo adyacentes a la esclerótica.

El músculo ciliar estuvo conformado por musculo liso y se aprecia que está dispuesto en varias direcciones. Haciendo uso de las tinciones en tricromico de Masson se puede apreciar en color rojo las fibras musculares lisas Figuras 29 y 30.

## Figura 29

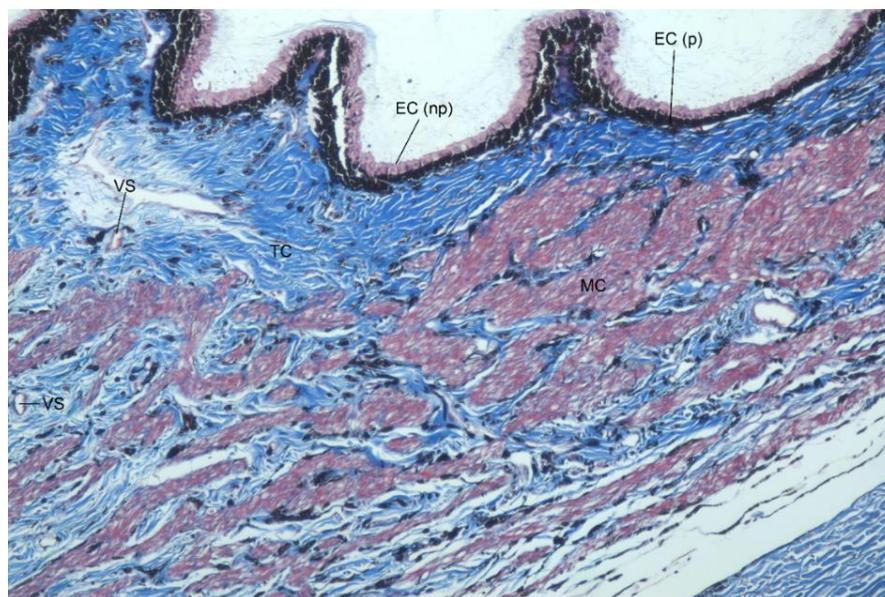
*Cuerpo ciliar de la llama unido a la retina, tinción tricromico de Masson 10X.*



*Nota. Epitelio ciliar pigmentado (ECp), epitelio ciliar no pigmentado (ECnp)*

## Figura 30

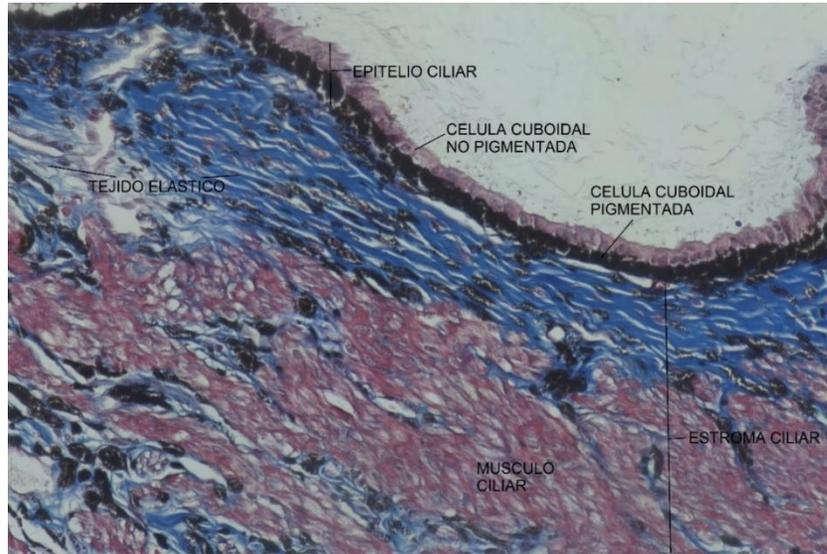
*Cuerpo ciliar de la llama (vista de un sector) tinción tricromico de Masson 10X*



*Nota. Epitelio ciliar no pigmentado EC (np), epitelio ciliar pigmentado EC (p), vasos sanguíneos (VS), tejido conectivo (TC), musculo ciliar (MC).*

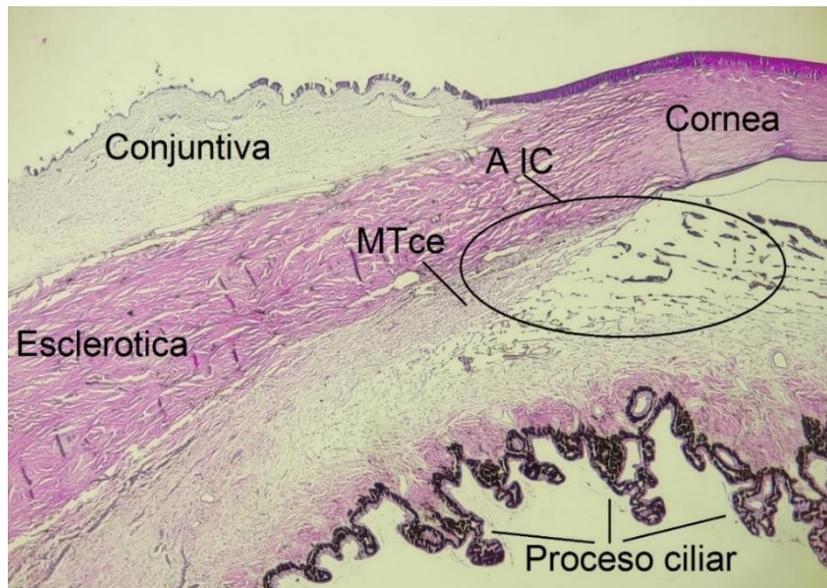
**Figura 31**

*Cuerpo ciliar de la llama, detalle de un sector (capa epitelial), corte anteroposterior, coloración Tricromico de Masson 20X.*



**Figura 32**

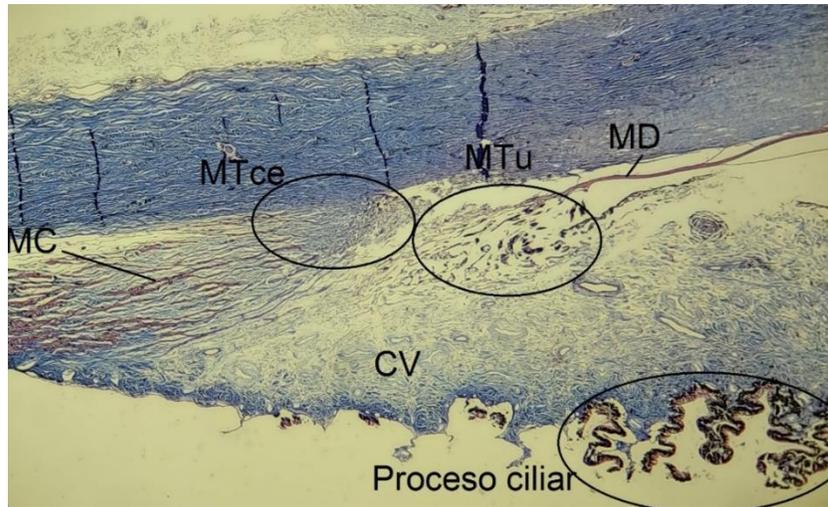
*Angulo iridocorneal del ojo de la llama, coloración H&E. 10X*



*Nota. Ángulo iridocorneal (Aic), malla trabecular corneoescleral (MTce).*

### Figura 33

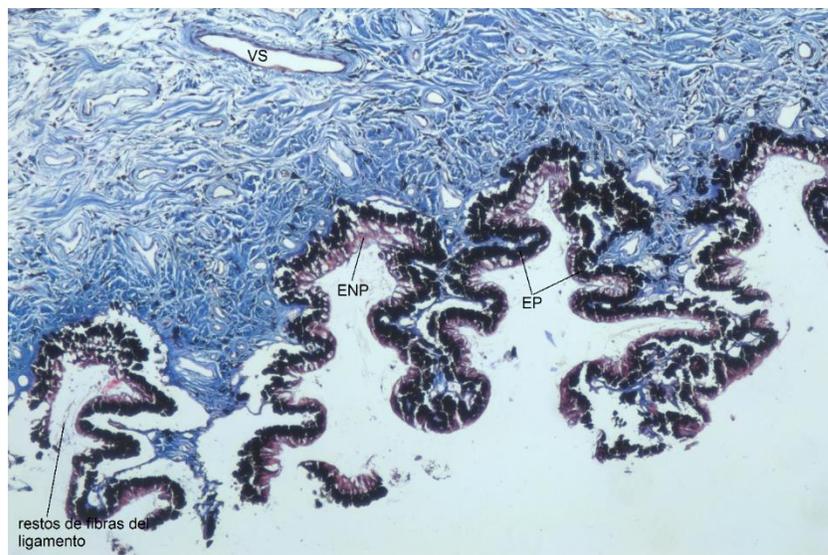
Ángulo iridocorneal de la llama, coloración tricromico de Masson 10X.



Nota. Musculo ciliar (MC), capa vascular (CV), membrana de Descemet (MD), malla trabecular corneoescleral (MTce), malla trabecular uveal (MTu).

### Figura 34

Proceso ciliar de la llama, coloración tricromico de Masson 10X



Nota. Epitelio no pigmentado (ENP), epitelio pigmentado (EP), vaso sanguíneo (VS).

Los hallazgos en este estudio fueron similares a los descritos en ovejas y camellos, quienes también enuncian que el cuerpo ciliar presenta un epitelio que consta de dos capas no pigmentada en la parte superior y pigmentada en la parte interna (Dalga et al., 2022). Las células de la bicapa de epitelial del cuerpo ciliar están unidas de ápice a ápice mediante uniones celulares, con las láminas basales orientadas hacia el exterior de las capas epiteliales fusionadas (Eurell & Frappier, 2006). Según (Banks, 1996), la capa epitelial ciliar con células pigmentadas y no pigmentadas forman parte de la retina y es denominada *pars ciliaris retinae*. Las células epiteliales no pigmentarias tienen la función de mantener la barrera hematoacuosa. Esta barrera contribuye a la nutrición y el funcionamiento de la córnea y el cristalino, esta característica también podría realizarse en la llama (Pawlina & Ross, 2020).

En referencia al músculo ciliar también fue descrito en otras especies animales, las fibras musculares lisas del musculo ciliar están orientadas meridionalmente en la mayoría de las especies y están encargadas de los movimientos del cristalino (Eurell & Frappier, 2006). Al respecto (Pawlina & Ross, 2020), mencionan que el músculo ciliar se extiende en tres direcciones: meridional, radial y circular. Esta característica explicaría lo que se apreció en la llama, que en los cortes las fibras musculares tenían diferentes orientaciones.

Las prolongaciones del cuerpo ciliar coinciden que estas estructuras halladas en la llama servirían de anclaje del cristalino a través de ligamentos suspensorios que se une a su capsula y además la presencia de capilares sirven para colaborar en la producción del humor acuoso como manifiestan los mismos autores (Eurell & Frappier, 2006 ; Liebich, 2019).

### 5.1.5. Iris

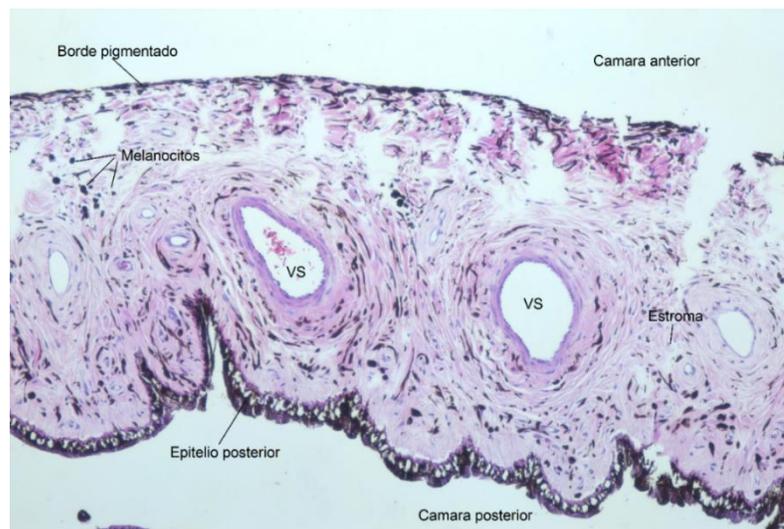
El iris fue la continuación de la capa media y separa la cámara anterior y posterior. El iris del ojo de la llama estuvo conformado por tres estructuras: superficie anterior, estroma y epitelio.

Superficie anterior que se observó como un borde pigmentado conformado por una cubierta casi continúa de fibrocitos y melanocitos Figura 35 esta superficie muestra una especie de surcos y crestas. La parte central del iris vino a ser el estroma que consta de tejido conectivo laxo vascularizado con pigmentos, cada vaso estuvo rodeado por haces de fibras de colágeno en espiral, también se observa el tejido muscular liso. El músculo que estuvo orientado a manera circular en el estroma del iris es compatible con el musculo esfínter de la pupila y el músculo que presenta orientación longitudinal es compatible con el musculo dilatador de la pupila.

El epitelio del iris se ubica en la región caudal de este. Presenta una bicapa de células cúbicas pigmentadas Figuras 35 y 36. Este epitelio continúa hacia el cuerpo ciliar, ya descrito.

#### Figura 35

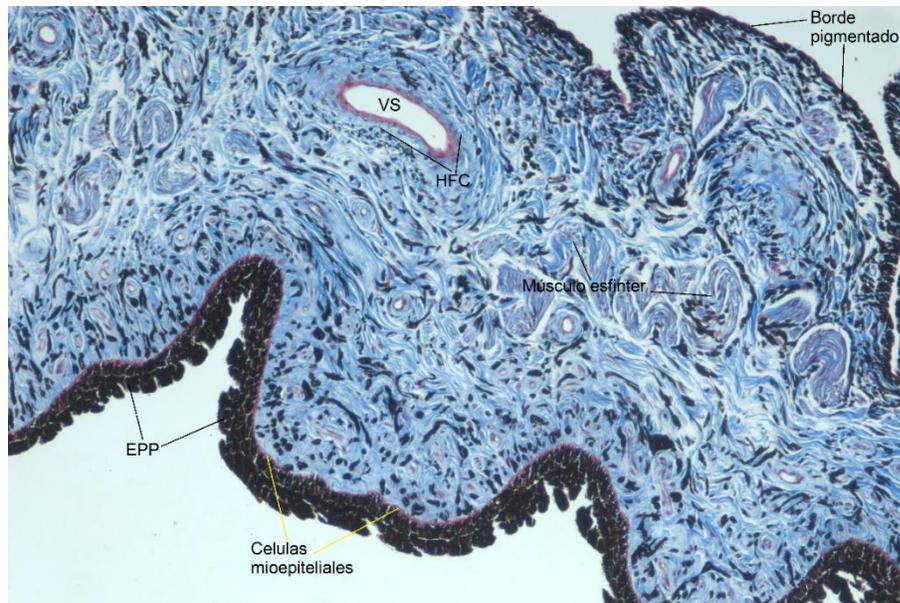
*Iris de la llama, corte antero posterior, coloración H&E 10X.*



*Nota. Vaso sanguíneo (VS).*

### Figura 36

*Iris de la llama, Corte anteroposterior, tinción tricromico de Masson 10X*



*Nota. Epitelio posterior pigmentado (EPP), haz de fibras de colágeno (FC), vaso sanguíneo (VS)*

La conformación histológica del iris concuerda con las descripciones que realizan algunos autores (Banks, 1996; Brusco et al., 2014; Dalga et al., 2022; Eurell & Frappier, 2006). En un estudio realizado en camellos dromedarios (Rahi et al., 1980) se describe que la capa anterior del iris está cubierta por una capa continua de células pigmentadas tal como se halló en la llama.

A nivel del estroma las descripciones realizadas en la llama coincide con los autores citados anteriormente. (Liebich, 2019) indica que el espacio libre del iris es la pupila y esta se apertura o cierra por acción de los músculos del iris. En la llama al igual que otras especies animales se observó el músculo dispuesto en dos secciones uno circular y otro radial (Banks, 1996; Eurell & Frappier, 2006). La función de estos músculos es regular el ingreso de la luz, por ello estos músculos realizan la función de miosis y midriasis (Pawlina & Ross, 2020). Esta conformación explica esta función en la llama y que es usado también en las exploraciones físicas del ojo (Gionfriddo, 2010).

En la parte caudal se hace referencia al epitelio que sumado a la pigmentación de las otras secciones que se describió controla la cantidad de luz que entra al ojo (Liebich, 2019). Las células de la parte caudal del iris son las mismas que recubre el cuerpo ciliar, es decir las del epitelio pigmentario de la retina y las células epiteliales no pigmentarias denominadas parte irídica de la retina (Según Banks, 1996).

El color de los ojos en los animales como el caso de la llama está dado en el iris. La coloración depende de la presencia, ausencia y distribución de la melanina (Banks, 1996). Se menciona que en animales albinos, hay ausencia de pigmentos y el color del iris es rojo debido a la riqueza de vasos de su estroma (Brusco et al., 2014). Un iris azul es debido a la carencia de melanina en el estroma y el color se originaría por la luz que se refleja del componente pigmentado en la parte irídica de la retina. Esto quizá se da en las llamas y sea la explicación a los animales llamados ojo zarco debido a la coloración que presentan (Según Banks, 1996)

#### **5.1.6. Retina**

Fue la capa más interna del globo ocular de la llama, estuvo constituida por diez diferentes capas: Capa 1 epitelio pigmentario, capa 2 fotorreceptora, capa 3 limitante externa, capa 4 granulosa externa, capa 5 plexiforme externa, capa 6 granulosa interna, capa 7 plexiforme interna, capa 8 células ganglionares, capa 9 fibras nerviosas, capa 10 limitante interna Figuras 37 y 38.

Por fuera observamos epitelio pigmentado presentando un epitelio cúbico con abundante pigmentación oscura Figura 37, en la capa fotorreceptora se encuentran células en forma de cono y bastones fotosensibles Figura 39; posterior a ello está la limitante externa, formado por plexos

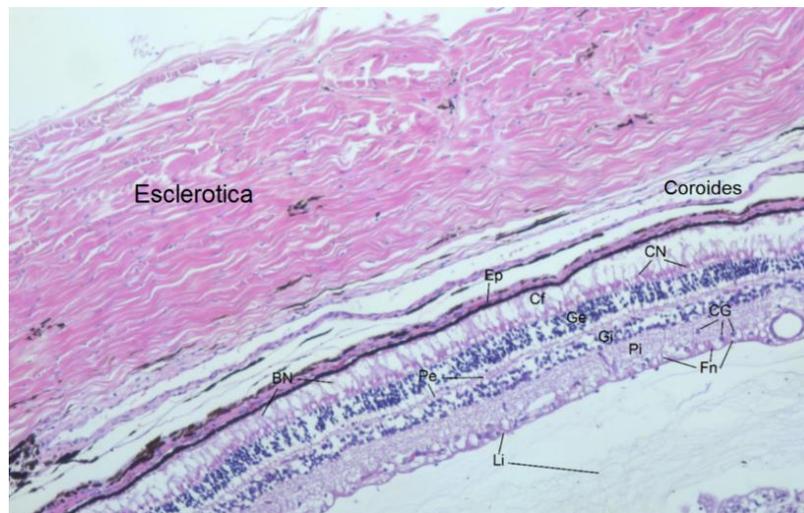
entre los receptores y las extremidades externas de las células de Müller Figura 40; seguido de una capa granulosa externa que es allí donde se ubican los núcleos de los fotorreceptores.

La capa plexiforme externa contiene uniones sinápticas entre axones de fotorreceptores y dendritas de neuronas bipolares y de asociación horizontal; después de esta capa se halla la capa granulosa interna que contiene núcleos de neuronas bipolares, de neuronas de asociación y células de Müller. Además, podemos observó la capa plexiforme interna, que establece la sinapsis entre las neuronas intermedias y células ganglionares Figura 40.

Inmediatamente después estuvo presente la capa ganglionar, formada por células con núcleos que se disponen únicamente en dos o tres estratos. Enseguida se observó la capa que correspondió a las fibras nerviosas, que forman el nervio óptico donde sus fibras están dirigidas transversalmente con presencia de algunos vasos sanguíneos Figura 40. La décima capa observada fue la membrana limitante interna, ésta forma el límite de la retina, en ella se apoyan los extremos de las terminaciones internas de las células de Müller.

### **Figura 37**

*Esclerótica, coroides y retina de la llama, coloración H&E 10X.*



*Nota. Epitelio pigmentario (Ep), capa fotoreceptora (Cf), bastones (BN), conos (CN)capa granulosa externa (Ge), plexiforme externa (Pe), capa granulosa interna (Gi), plexiforme interna (Pi), células ganglionares (CG), fibras nerviosas (Fn), limitante interna (Li).*

### **Figura 38**

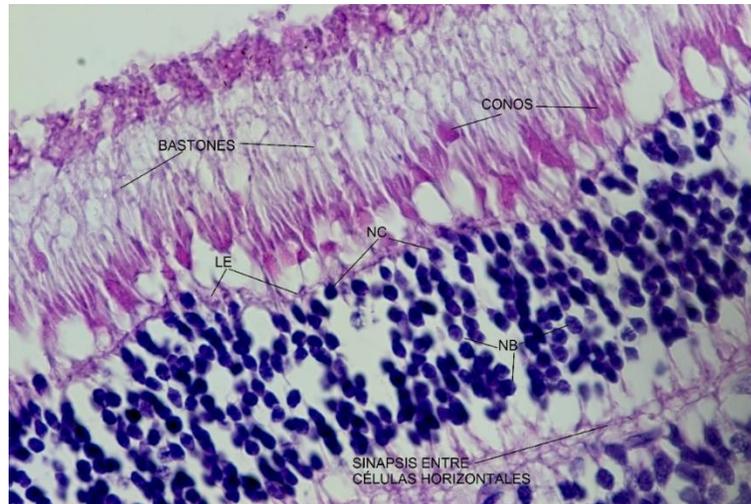
*Retina de la llama, coloración tricromico de Masson 10 X.*



*Nota. Limitante externa (Le), capa granulosa externa (Ge), plexiforme externa (Pe), capa granulosa interna (Gi), plexiforme interna (Pi), capa de células ganglionares (Ccg), células ganglionares (CG), capa de fibras nerviosas (Cfn), vasos sanguíneos (Vs).*

### Figura 39

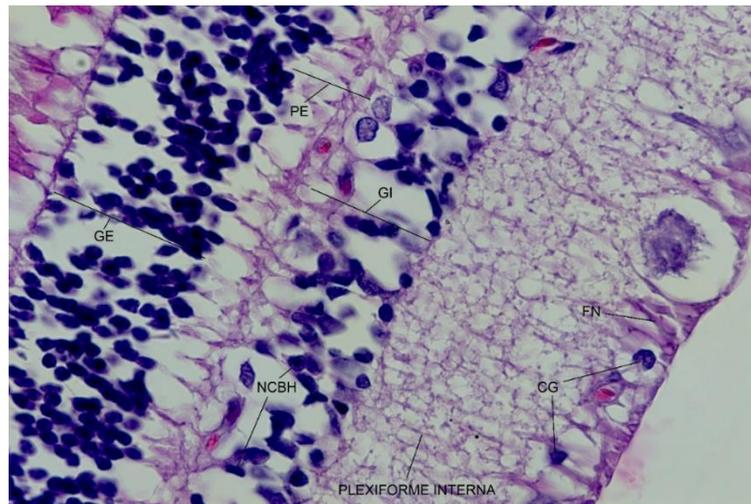
*Retina de la llama, zona anterior, coloración H&E 63X.*



*Nota. Limitante externa (LE), núcleo de conos (NC), núcleo de bastones (NB).*

### Figura 40

*Retina de la llama, zona posterior, coloración H&E 63X.*



*Nota. Granulosa externa (GE), plexiforme externa (PE), núcleo de células bipolares horizontales (NCBH), Granulosa interna (GI), células ganglionares (CG), fibras nerviosas (FN).*

En otras especies animales como el camello, caballo y ovinos (Dalga et al., 2022), búfalos (Kima et al., 2018), resto de mamíferos (Banks, 1996; Eurell & Frappier, 2006), aves (González & Barbeito, 2014) y el ser humano (Brüel et al., 2012; Brusco et al., 2014; Pawlina & Ross, 2020) indican la presencia de las diez capas en la retina, lo cual coincide a lo hallado en este estudio en la llama. Además, dentro de esta capa existen diferentes células como los fotorreceptores (conos y bastones), células bipolares, células ganglionares, células horizontales, y células de muller; descritas tanto en el ser humano (Brüel et al., 2012; Brusco et al., 2014) y en animales (Eurell & Frappier, 2006; Liebich, 2019). La mayoría de estas células se han podido ubicar en los sitios histológicos de la retina en la llama, algunas no se precisan bien debido a la organización que poseen la retina y donde se requiere de otras tinciones histológicas para poderlos identificar e incluso para una mejor identificación se requieren técnicas de microscopia electrónica. Pero siguen los patrones histológicos de otras especies, comparándolos con la retina de la llama se asume que la retina de esta especie al contar con las 10 capas, también presenta todas las células descritas en otros animales. Este conjunto de células va a permitir a la retina transmitir las señales de luz en señales químicas hacia el encéfalo (Brüel et al., 2012). De tal manera que permite que los animales puedan relacionarse con su entorno (Dalga et al., 2022).

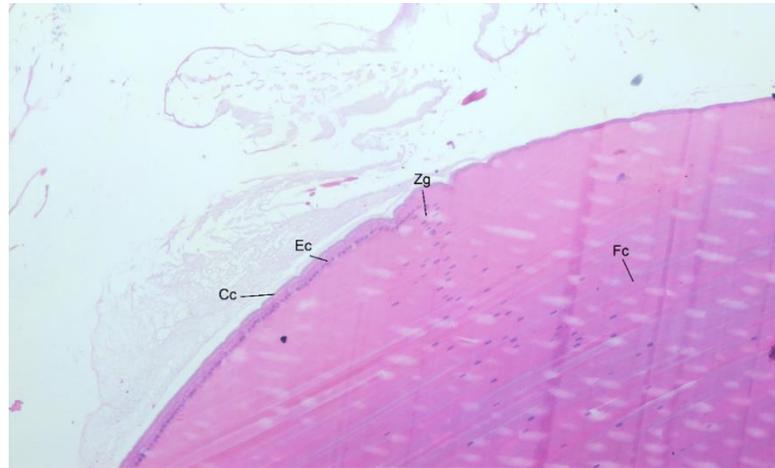
#### **5.1.7. *Cristalino***

El cristalino del ojo de la llama se compone de la capsula, el epitelio del cristalino y las fibras del cristalino Figura 41. La capsula es una membrana basal gruesa que rodea el epitelio y las células del cristalino; se compone de microfibrillas de colágeno. El epitelio del cristalino es de tipo simple cúbico y está presente en la superficie anterior una única capa de células cubicas Figura 42. Hacia el ecuador del cristalino las células epiteliales se alargan para adquirir forma de fibras

que rellenan la cavidad. En la zona central está conformado por células alargadas y que se van notando como fibras y gradualmente van perdiendo el núcleo a medida que llega a la parte central.

### Figura 41

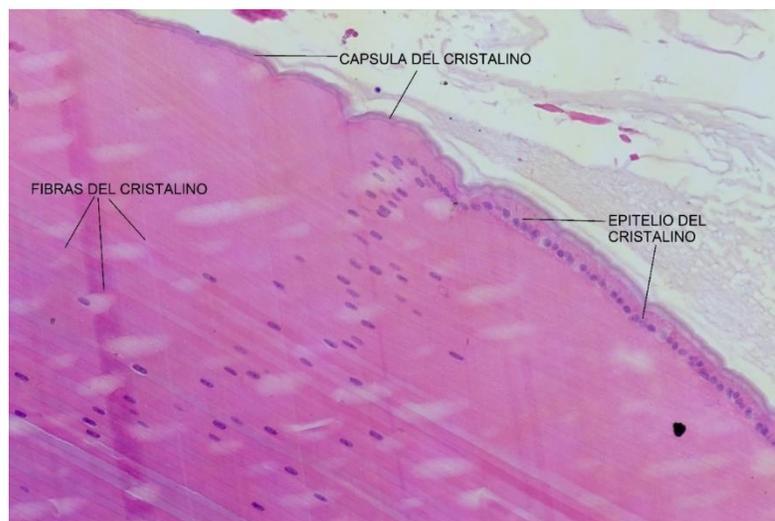
*Cristalino de la llama, coloración H&E 10X.*



*Nota. Capsula del cristalino (Cc), epitelio del cristalino (Ec), zona germinal (Zg), fibras del cristalino (Fc).*

### Figura 42

*Cristalino de la llama, coloración H&E 20X.*



Las estructuras histológicas del cristalino en la llama son similares a lo descrito por (Bacha & Bacha, 2012) y (Liebich, 2019) en animales domésticos. La capsula que se evidencia viene a ser la membrana basal del epitelio, se trataría de un epitelio inverso donde la membrana basal esta externamente (Eurell & Frappier, 2006). La presencia del epitelio cúbico es similar a descripciones en otras especies animales (Bacha & Bacha, 2012; Banks, 1996; Liebich, 2019).

La parte central del cristalino es llamada núcleo (Banks, 1996), que presentan zonas concéntricas de las fibras del cristalino como se observó en la llama. En la descripción realizada no se evidenció vasos sanguíneos debido a que la función del cristalino es refractar los rayos luminosos (Barbeito & Diessier, 2022) y para ello debe ser una estructura traslucida sin pigmentación alguna como lo que contiene la sangre.

## **5.2. Características histológicas de los párpados**

### **5.2.1. *Párpado y membrana nictitante***

Los párpados son pliegues de piel que recubre la parte anterior del globo ocular. El parpado en la llama se compone de las siguientes capas, desde fuera hacia adentro: piel, dermis, musculo orbicular (porción palpebral), conjuntiva palpebral.

La piel que recubre la cara anterior es delgada, presentando un epitelio estratificado queratinizado Figura 43. La dermis tiene tejido conectivo laxo, en esta sección existen folículos pilosos, glándulas sudoríparas (glándulas de Moll) y sebáceas (glándula de Zeiss) Figura 44. También se observa la presencia de músculo que vendría a ser el musculo orbicular que cierra el parpado, insertadas como fibras musculares estriadas concéntricas, al que se une mediante el tejido conectivo Figuras 45 y 51. Los folículos pilosos carecen de musculo erector del pelo y se relacionan con las glándulas sebáceas que se localizan cerca de los bordes de los párpados. Las

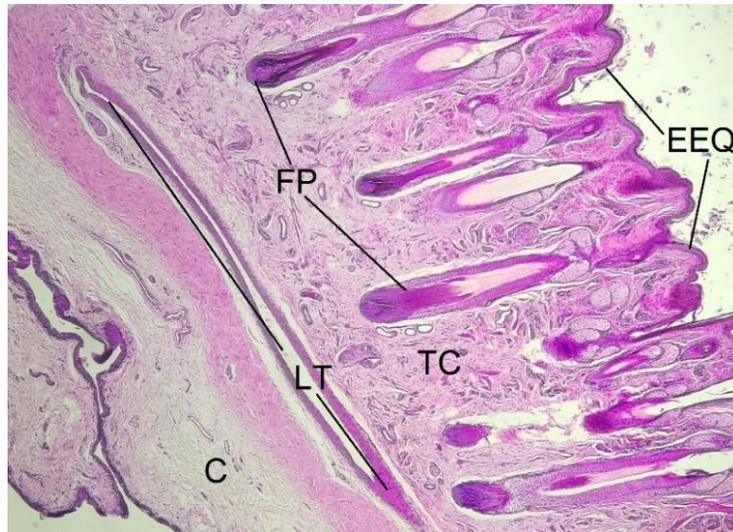
glándulas de Moll, localizadas entre los folículos pilosos se abren sobre los bordes libres de los párpados Figura 46.

Las glándulas tarsales en la mayoría de los animales forman parte del párpado, en este caso se ubicó una estructura aislada y cuyos cortes histológicos muestran unidades glandulares saculares de forma multilobular compuesta, similares a las glándulas sebáceas. Externamente poseen tejido conectivo a manera de cápsula y luego va penetrando alrededor de las unidades glandulares, en esta zona también se visualiza vasos sanguíneos.

En muchos animales existe la presencia del tercer párpado o también llamado la membrana nictitante que es un pliegue ventro-medial de la conjuntiva. En el caso de la llama presenta este tercer párpado y desde el punto de vista histológico estuvo conformado por lo siguiente. La superficie conjuntival del tercer párpado presenta un epitelio estratificado con presencia de células caliciformes. Por debajo hay la presencia de tejido conectivo laxo en la que se observaron muchos vasos sanguíneos, fibrocitos y fibras elásticas y de colágeno. La membrana nictitante o tercer párpado de la llama está apoyado por un cartílago compuesto por tejido hialino con numerosos condrocitos y sustancia intercelular Figura 47; a su vez este cartílago está rodeado por tejido conectivo grueso. La superficie bulbar conjuntival del tercer párpado también está cubierta por un epitelio estratificado con presencia de células caliciformes Figura 47 y también hay agregaciones de linfocitos que se observa como nódulos linfáticos Figura 48 denominados tejido linfoide asociado a la conjuntiva (CALT).

### Figura 43

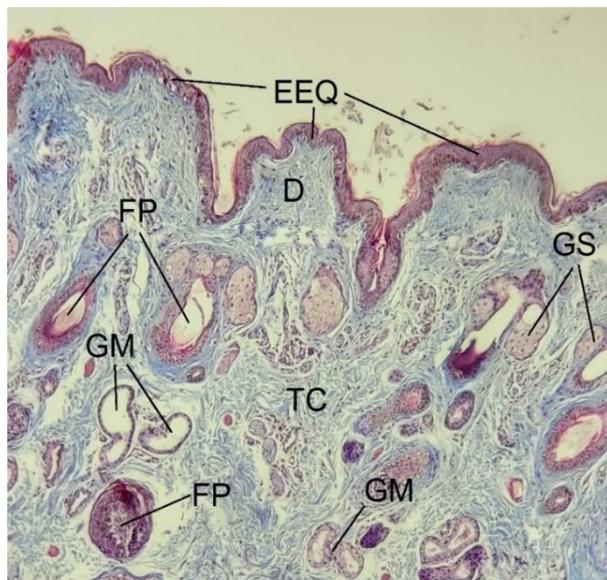
*Párpado de la llama corte anteroposterior, coloración H&E. 10X.*



*Nota. Epitelio estratificado queratinizado (EEQ), folículo piloso (FP), lamina tarsal (LT), tejido conectivo (TC), conjuntiva (C).*

### Figura 44

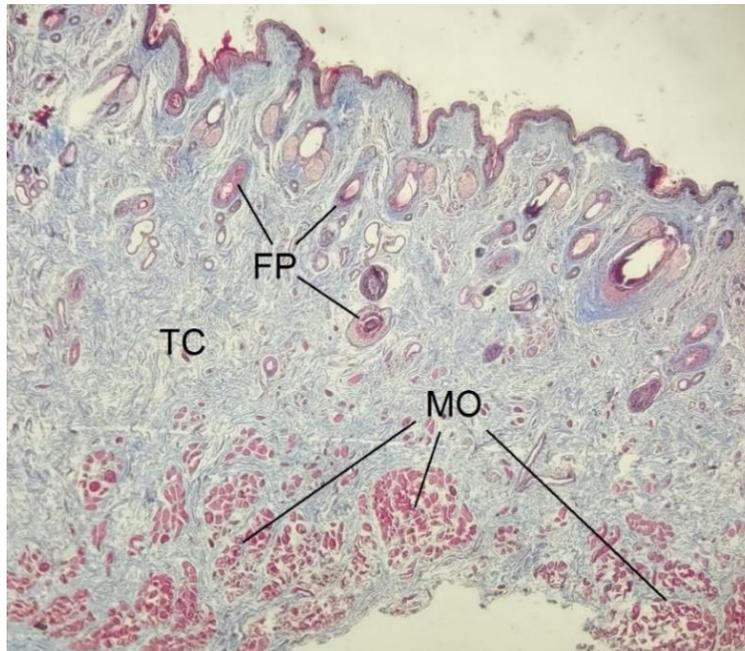
*Párpado de la llama, corte transversal, tinción tricromico de Masson 10X.*



*Nota. Epitelio estratificado queratinizado (EEQ), dermis (D), folículo piloso (FP), tejido conectivo (TC), glándula de Moll (GM), glándula sebácea (GS).*

**Figura 45**

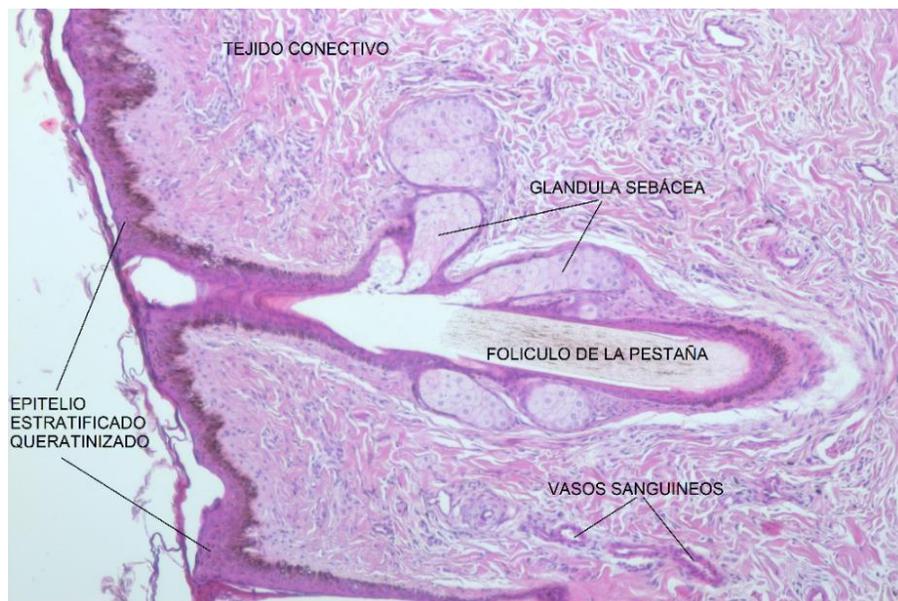
*Párpado de la llama, coloración tricromico de Masson 10X*



*Nota. Folículo piloso (FP), tejido conectivo (TC), músculo orbicular (MO).*

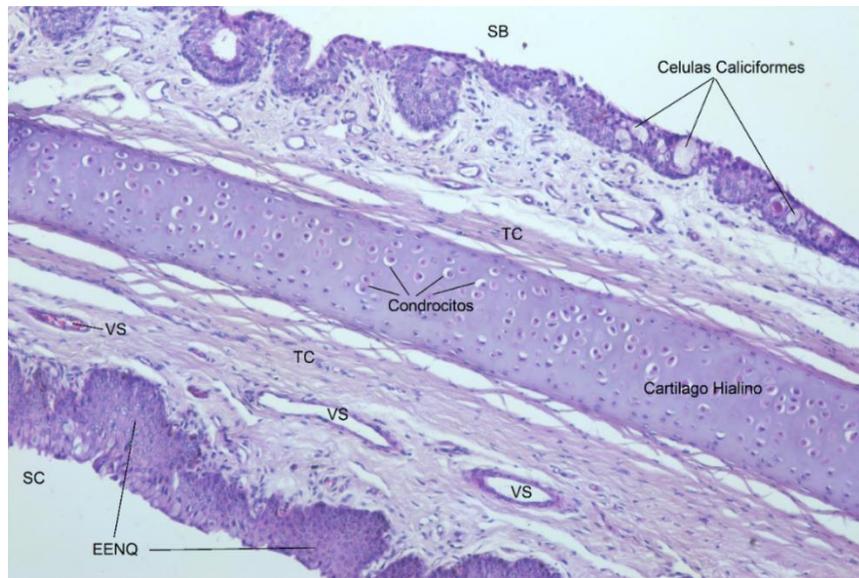
**Figura 46**

*Párpado de la llama, folículo piloso, coloración H&E 20X.*



**Figura 47**

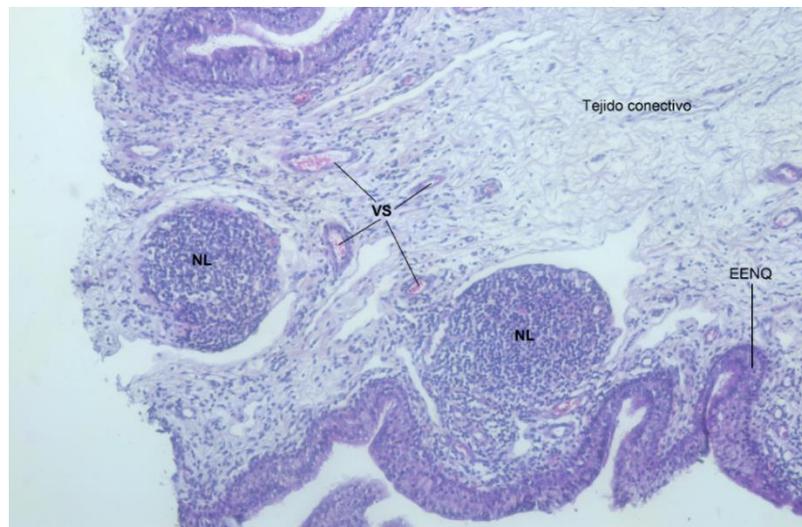
*Tercer parpado de la llama, coloración H&E. 10X.*



*Nota. Epitelio estratificado no queratinizado (EENQ), tejido conectivo (TC), vaso sanguíneo (VS), superficie conjuntival (SC), superficie bulbar (SB).*

**Figura 48**

*Superficie bulbar conjuntival del tercer parpado de la llama, coloración H&E. 20X.*



*Nota. Epitelio estratificado no queratinizado (EENQ), nódulos linfáticos (NL), vaso sanguíneo (VS).*

En referencia al párpado, los hallazgos en la llama se aproximan con descripciones realizadas en camellos (Balah et al., 2013), ovejas (Singh et al., 2020) y cabras (Parkash et al., 2021). Esto en referencia al epitelio que también muestra la existencia de células caliciformes, a la presencia de folículos pilosos y de las glándulas. Las glándulas que se ubican en los párpados son glándulas sebáceas de las pestañas (glándulas de Zeiss), que son pequeñas glándulas sebáceas modificadas y glándulas apocrinas de las pestañas (glándulas de Moll), que son glándulas sudoríparas pequeñas (Pawlina & Ross, 2020). Estas mismas glándulas se encontraron en el párpado de la llama. La presencia de las células caliciformes en el epitelio palpebral descrita en la llama y en otras especies animales tendrían la función de contribuir con su secreción a la composición de la lágrima que baña al globo ocular (Barbeito & Diessier, 2022).

Hay una diferencia que se encuentra y es la presencia de la placa tarsal en las ovejas y cabras (Parkash et al., 2021; Singh et al., 2020). En otras especies la placa tarsal forma parte del párpado y lo describen como glándulas tarsales siendo estas similares a las glándulas sebáceas. En el caso de la llama esta estructura no se visualiza en los cortes histológicos. Esto coincide con la descripción realizada en camellos que indican que las glándulas tarsales o glándulas del meibomio se encuentran como estructuras independientes y no forman parte del párpado, y se encuentran en la cara inferior del ojo siendo de forma irregular (Balah et al., 2013). Esto explicaría que esta característica se estaría repitiendo en la llama ya que son especies emparentadas.

En referencia al tercer párpado no está tan desarrollado como en aves y reptiles (Liebich, 2019). En el caso de la llama la parte central posee un cartilago hialino en rumiantes y perro es un cartilago tipo hialino, similar a lo reportado en la llama (Banks, 1996) y (Barbeito & Diessier, 2022). Así mismo, indica que en caballos, cerdo y gatos el cartilago es tipo elástico, estas diferencias son atribuidas al factor especie animal. En estudios referidos al tercer párpado en

animales también se describió la presencia de tejido linfóide, similar a lo existente en la llama (Eurell & Frappier, 2006; Klećkowska-Nawrot et al., 2023). El tipo de epitelio que recubre el tercer párpado en la llama también coincide con lo reportado por (Eurell & Frappier, 2006). La descripción histológica del tercer párpado en la llama es compatible a lo descrito en camellos (Al-Ramadan & Ali, 2012). Al existir una cercanía entre estas dos especies, se explicaría estas coincidencias.

Sobre la presencia del tejido linfóide en el tercer párpado (Steven & Gebert, 2009) lo denominan como el CALT e indican que desempeña un papel importante en la protección de la superficie ocular al iniciar y regular respuestas inmunitarias. Así mismo, el tejido linfóide asociado a la conjuntiva, esta en contacto íntimo con epitelio palpebral en el ser humano, ello indicaría que en los animales como la llama el CALT es una estructura que esta presente de manera regular (Knop & Knop, 2005). Varios folículos linfoides estaban presente en la superficie palpebral de los párpados de camello, específicamente cerca del canto interno, lo que coincide en lo descrito en las llamas, de esta manera a nivel de la membrana nictitante esta presente el sistema inmune (Al-Ramadan & Ali, 2012).

### **5.3. Características histológicas de la conjuntiva ocular**

En referencia a la conjuntiva, hay dos zonas de conjuntiva, la que está en relación al párpado (conjuntiva palpebral) y la conjuntiva bulbar.

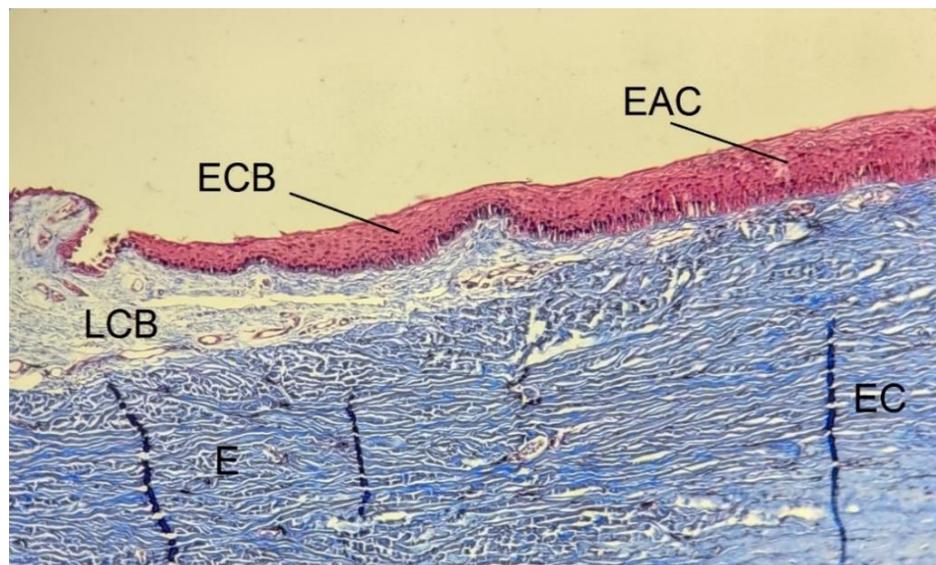
La conjuntiva palpebral Figura 50 está presente en la cara interna del párpado recubriendo esta superficie. Consta de un epitelio pseudoestratificado que se vuelve escamoso estratificado cerca del borde del párpado. Así mismo, se observa células caliciformes dispersas en toda la conjuntiva Figura 52. El epitelio se encuentra sobre una lámina propia de tejido conectivo laxo vascularizado.

La conjuntiva bulbar es continúa con la superficie anterior de córnea en el limbo y cubre la esclerótica. El epitelio que presenta la conjuntiva bulbar es estratificado no queratinizado. Por debajo del epitelio presenta un tejido conectivo laxo con presencia de vasos sanguíneos Figura 49.

**Figura 49**

*Unión de la córnea y la conjuntiva bulbar de la llama, coloración Tricromico de Masson*

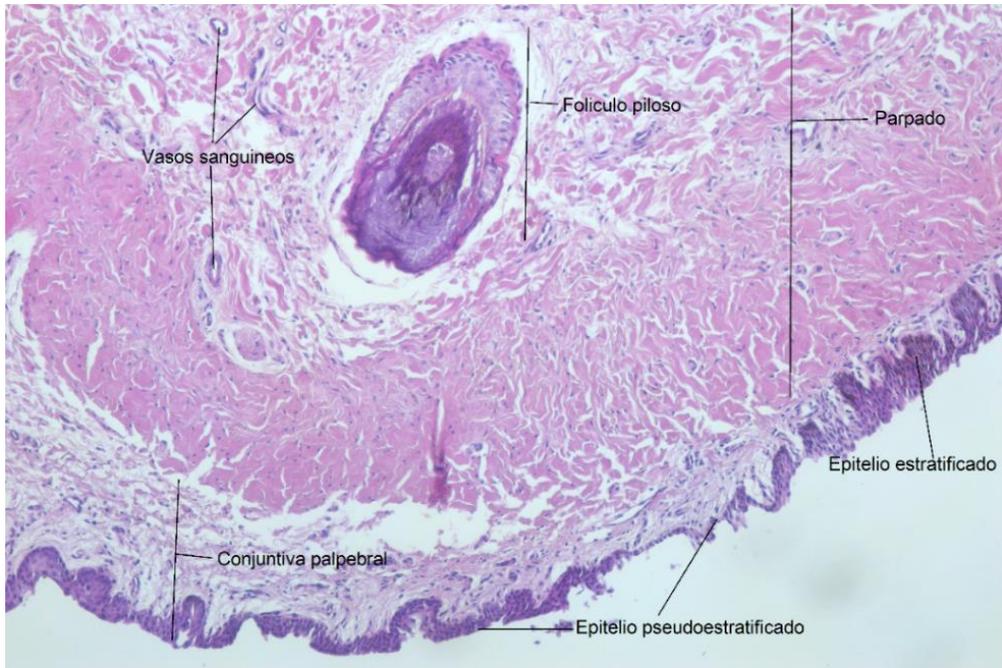
*10x.*



*Nota. Esclerótica (E), estroma corneal (EC), epitelio anterior de la córnea (EAC), epitelio de la conjuntiva bulbar (ECB), lámina propia de la conjuntiva bulbar (LCB).*

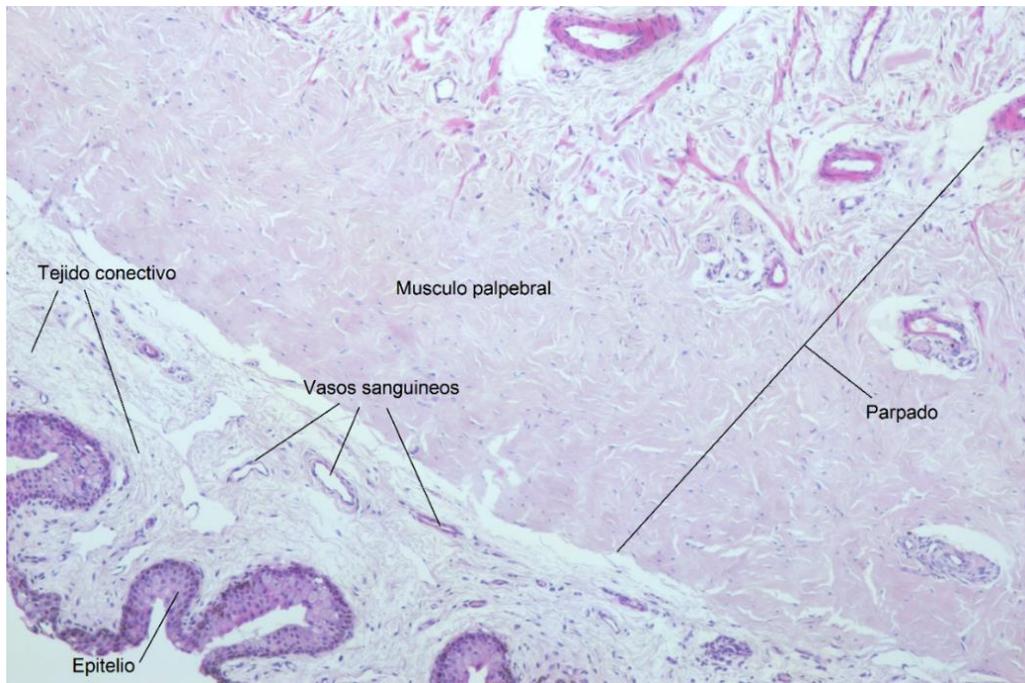
**Figura 50**

*Conjuntiva palpebral y parpado de la llama, coloración H&E 10X*



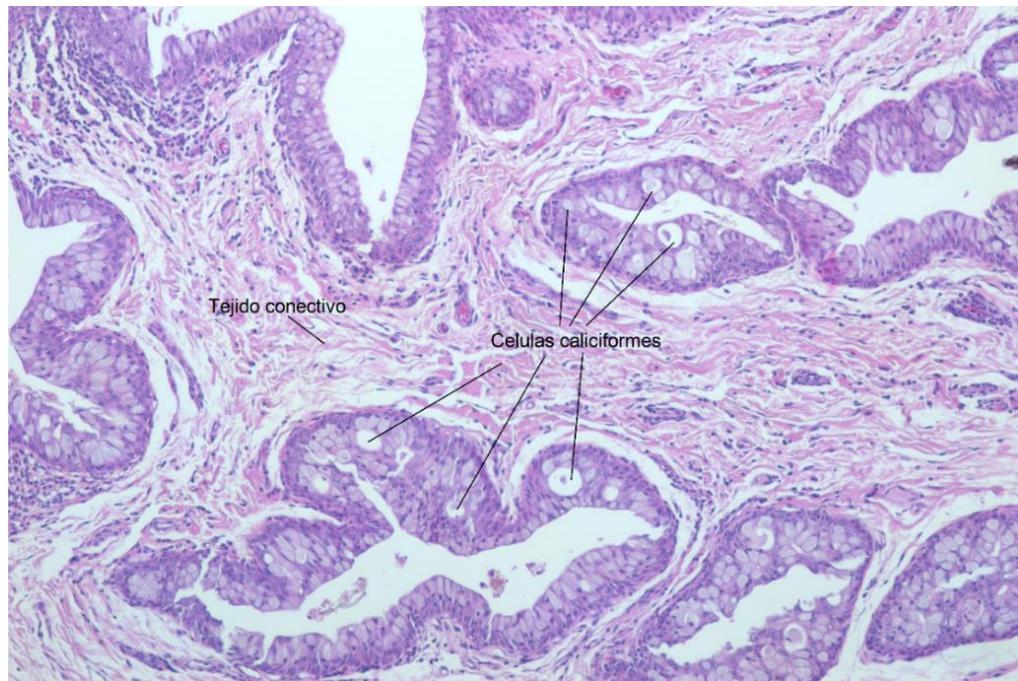
**Figura 51**

*Conjuntiva palpebral de la llama, coloración H&E. 10X.*



## Figura 52

*Conjuntiva palpebral de la llama, células caliciformes, coloración H&E. 10X.*



En animales emparentados como la alpaca o camellos, no hay descripciones histológicas de esta sección del ojo. Pero en estudios de otras especies como cerdos (Crespo-Moral et al., 2020), ovejas (Singh et al., 2020) y cabras (Parkash et al., 2021) se poseen descripciones que ayudan en la discusión de esta estructura.

La superficie epitelial en la conjuntiva palpebral de ovejas el epitelio cambia gradualmente de escamoso estratificado a columnar pseudoestratificado con numerosas células caliciformes (Singh et al., 2020). Algo similar se describe en la conjuntiva palpebral en cabras (Parkash et al., 2021). En el estudio en la llama solo se aprecia la presencia del epitelio pseudoestratificado, esto quizá debido a la falta de toma de muestras en varias secciones de la conjuntiva palpebral.

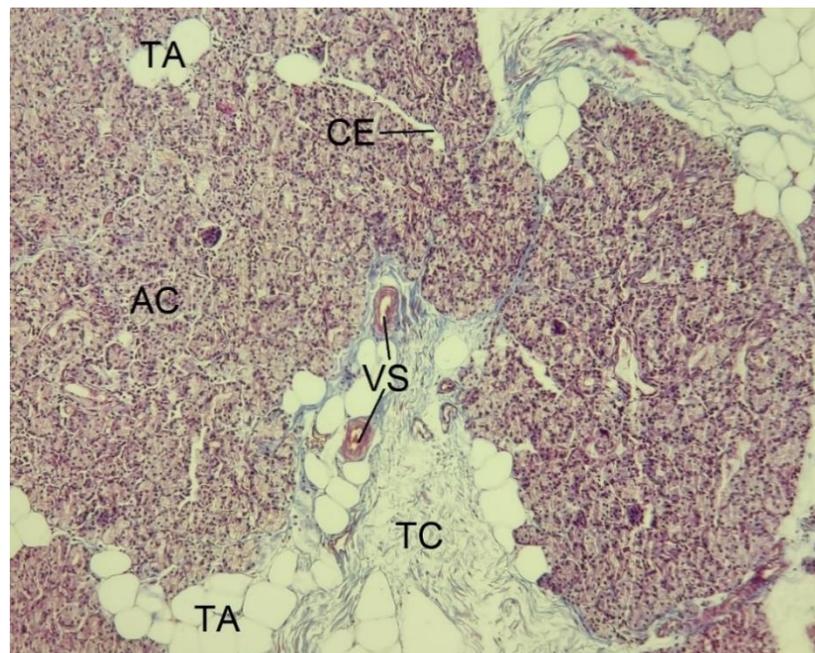
#### 5.4. Características histológicas de las Glándula lacrimal

La glándula lacrimal externamente estuvo rodeada de una cápsula de tejido conectivo laxo, este tejido se continuó hacia el interior de la estructura de tal manera que separaba la glándula en lóbulos. Entre los lóbulos también se apreció la presencia de tejido adiposo blanco y vasos sanguíneos Figura 53. El parénquima de la glándula lacrimal presentó unidades acinares secretoras de tipo seroso, de tal manera que corresponden a un tipo de glándula túbulo acinar de secreción serosa y forma de secreción merocrina.

Los acinos y túbulos se continúan en los conductos intralobulillares y estos a su vez continúan hacia los conductos interlobulillares, ambos conductos estaban revestidos por un epitelio cúbico simple Figura 54.

#### Figura 53

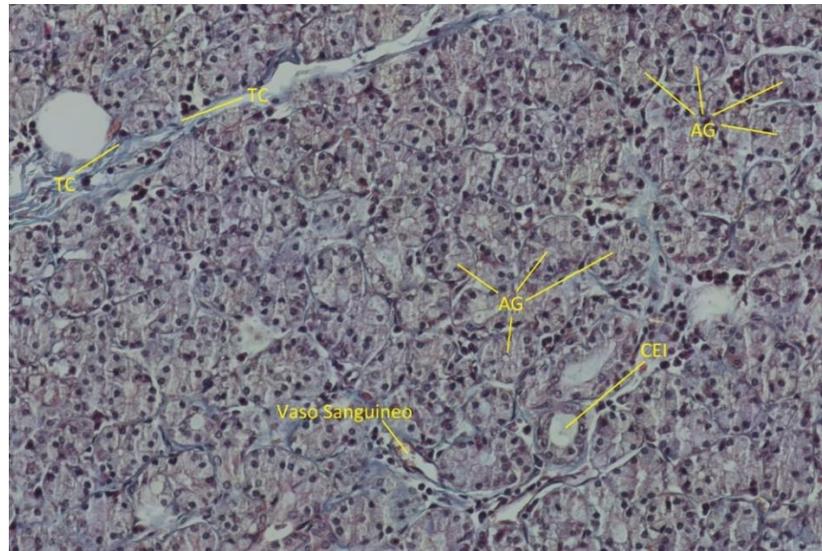
*Glándula lacrimal de la llama, coloración tricromico de Masson 10X.*



*Nota Tejido adiposo (TA), acino (AC), vaso sanguíneo (VS), conducto excretor (CE), tejido conectivo (TC).*

## Figura 54

*Glándula lacrimal de la llama, coloración tricromico de Masson 20X.*



*Nota. Tejido conectivo (TC), conducto excretor interlobulillar (CEI), acinos glandulares (AG).*

La descripción de la glándula lacrimal en llamas coincide con el estudio en las alpacas que también indican la presencia de acinos serosos y que los conductos glandulares presentan epitelio simple cúbico (Klećkowska-Nawrot et al., 2015). En otras especies como en ovinos, la glándula lagrimal está compuesta por glándulas serosas, mucosas y seromucosas en estructura túbulo-acinar (Dalga et al., 2022). Estas diferencia pueden deberse a la especie animal puesto que dependiendo de la especie hay variaciones como en el caso de gatos que son acinos serosos, en perros y ungulados los acinos son seromucosos (Eurell & Frappier, 2006).

Por otra parte haciendo una comparación con el camello dromedario, en esta especie mencionan la presencia de la capsula y los tabiques tal como se halló en la glándula lacrimal de la llama. En cuanto a los conductos glandulares también describen la presencia de conductos interlobulares, hay una diferencia en el epitelio de los conductos en el camello es de tipo columnar y lo descrito en este estudio en la llama es cúbico (Zarroug & Ali, 2015).

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

En la descripción histológica del tejido que posee el ojo de la llama se arriba a las siguientes conclusiones:

- La córnea en el ojo de la llama está formada por cuatro capas: epitelio anterior de la córnea, estroma de la córnea, membrana Descemet y el epitelio posterior de la córnea. La córnea carece de la membrana de Bowman. La esclerótica del ojo de la llama presenta tres capas, constituido por tejido conectivo laxo y haces de fibras de colágeno densamente entrelazados. Estas capas son: la epiesclerótica, la sustancia propia esclerótica y la capa Fucsa.
- La coroides en la llama presentó cuatro capas: la capa supracoroidea, la capa vascular, la capa coroidocapilar y la membrana de Brush. No hay presencia del *tapetum lúcido*. El cuerpo ciliar de la llama presenta una bicapa de células cuboidales en su epitelio y en el estroma se halló vasos sanguíneos, tejido conectivo elástico y músculo liso. El iris del ojo de la llama presenta una capa biepitelial pigmentada con una lámina basal que conecta al estroma que contenía fibroblastos, melanocitos, vasos sanguíneos.
- La capa interna o neural del globo ocular presentó la retina, estuvo compuesto por diez capas, epitelio pigmentario, capa fotorreceptora, limitante externa, granulosa externa, plexiforme externa, granulosa interna, plexiforme interna, células ganglionares, fibras nerviosas y limitante interna.

- El cristalino de llama estuvo compuesto por una capsula, un epitelio y células cubicas simples que se van alargando para formar las fibras del cristalino.
- El párpado de la llama presentó externamente la piel cuyo epitelio fue estratificado escamoso queratinizado y por debajo la dermis que contenía folículos pilosos, glándulas de Zeiss, glándulas de Moll y el músculo era liso; dentro del parpado no hay las glándulas tarsales.
- En la descripción histológica de la conjuntiva estuvo conformado por dos tipos de conjuntivas de acuerdo a su ubicación, conjuntiva bulbar que estaba formada por un epitelio estratificado no queratinizado y la conjuntiva palpebral formada por un epitelio pseudoestratificado.
- En la descripción histológica de las glándulas lacrimales de la llama, estuvo compuesto por acinos serosos que proporcionan secreción exocrina, entre los lóbulos glandulares contiene tejido conectivo con presencia de vasos sanguíneos. Externamente estaba rodeado por una cápsula de tejido conectivo.

## 6.2. Recomendaciones

- Para ampliar la interpretación histológica del ojo y sus órganos anexos de llama realizando estudios inmunohistoquímicos que permita identificar y diferenciar mejor sus estructuras.
- Realizar más trabajos de investigación que participen en la descripción histológica del ojo y sus órganos anexos de la llama para incrementar el conocimiento y permitir mejorar nuestra comprensión de la fisiológica de este órgano en esta especie.
- Para complementar el presente estudio, se sugiere realizar técnicas histológicas más adecuadas para estudiar el ojo de la llama.
- Realizar estudios de descripción histológica en otros camélidos como la alpaca, la vicuña y el guanaco.
- Se recomienda un estudio histológico comparativo entre ojos sanos y patológicos.
- Realizar estudios de los cambios histológicos y fisiológicos a condiciones climáticas extremas en camélidos.

## CAPITULO VII

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

#### 7.1. Bibliografía citada

- Abuagla, I., Ali, H., & Ibrahim, Z. (2016). *An Anatomical Study on the Eye of the One-Humped Camel (Camelus dromedarius)*. 5(3), 137-141.
- Abuel-Atta, A. A., DeSantis, M., & Wong, A. (1997). Encapsulated sensory receptors within intraorbital skeletal muscles of a camel. *The Anatomical Record*, 247(2), 189-198. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0185\(199702\)247:2<189::AID-AR5>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0185(199702)247:2<189::AID-AR5>3.0.CO;2-T)
- Almubrad, T., & Akhtar, S. (2012). Ultrastructure features of camel cornea – collagen fibril and proteoglycans. *Veterinary Ophthalmology*, 15(1), 36-41. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2011.00918.x>
- Al-Ramadan, S., & Ali, A. (2012). Morphological Studies on the Third Eyelid and its Related Structures in the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*). *Journal of Veterinary Anatomy*, 5(2), 71-81. <https://doi.org/10.21608/jva.2012.44875>
- Andrew, S. E., Willis, A. M., & Anderson, D. E. (2002). Density of corneal endothelial cells, corneal thickness, and corneal diameters in normal eyes of llamas and alpacas. *American Journal of Veterinary Research*, 63(3), 326-329. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.326>
- Bacha, W., & Bacha, L. (2012). *Color atlas of veterinary histology* (3.<sup>a</sup> ed.). Wiley-BlackWell.
- Balah, A. M., Abd El-Raheem, W. A., El-Baz, A. M., & El-naseery, N. I. (2013). Histological and Ultrastructural Study on the Meibomian Gland of Camel (*Camelus dromedarius*). *Zagazig Veterinary Journal*, 41(2), 88-106. <https://doi.org/10.21608/zvzj.2013.95686>
- Banks, W. (1996). *Histología veterinaria aplicada* (2.<sup>a</sup> ed.). Manual Moderno.

- Barbeito, C., & Diessier, M. (2022). *Introducción a la histología veterinaria* (1.<sup>a</sup> ed.). Universidad Nacional de la Plata.
- Bonavia, D. (1996). *Los camélidos sudamericanos: Una introducción a su estudio*. Institut français d'études andines. <https://doi.org/10.4000/books.ifea.2616>
- Boote, C., Dennis, S., Newton, R. H., Puri, H., & Meek, K. M. (2003). Collagen Fibrils Appear More Closely Packed in the Prepuillary Cornea: Optical and Biomechanical Implications. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 44(7), 2941. <https://doi.org/10.1167/iovs.03-0131>
- Boya, J. (2011). *Atlas de Histología y Organografía Microscópica* (3.<sup>a</sup> ed.). Medica Panamericana.
- Brancoft, Suvarna, K., & Layton, C. (2013). *Brancoft's Theorie and practice of histological techniques* (7.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.
- Brüel, A., Ilso, E., Trantum, J., Klaus, Q., & Finn, G. (2012). *Geneser Histología* (4.<sup>a</sup> ed.). Médica Panamericana.
- Brusco, H., López, J. J., & Loidl, C. F. (2014). *Histología médico-práctica*. Elsevier.
- Buschbeck, E. K. (2008). Anatomical and Functional Diversity of Animal Eyes. En *Animal Models in Eye Research* (pp. 1-5). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374169-1.00001-1>
- Bustamante, A. V., Maté, M. L., Lamas, H. E., Giovambattista, G., Zambelli, A., & Vidal-Rioja, L. (2006). Análisis de diversidad genética en tres poblaciones de llamas (*Lama glama*) del noroeste argentino. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79(2). <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2006000200004>
- Cafaro, T. A., Suarez, M. F., Maldonado, C., Croxatto, J. O., Insfrán, C., Urrets- Zavalía, J. A., & Serra, H. M. (2015). On the Cornea of Healthy Merino Sheep: A Detailed Ex Vivo

- Confocal, Histological and Ultrastructural Study. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 44(4), 247-254. <https://doi.org/10.1111/ahc.12131>
- Chijiwa, T., Ishibashi, T., & Inomata, H. (1990). Histological study of choroidal melanocytes in animals with tapetum lucidum cellulosum. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 228(2), 161-168. <https://doi.org/10.1007/BF00935727>
- Cook, CS, y Gilger, BC (1999). Anatomía y fisiología ocular de los camélidos. *Oftalmología veterinaria*, 2(2), 85-91.
- Crespo-Moral, M., García-Posadas, L., López-García, A., & Diebold, Y. (2020). Histological and immunohistochemical characterization of the porcine ocular surface. *PLOS ONE*, 15(1), e0227732. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227732>
- Cunha, C. M., Oliveira, L. E., & Kfoury Jr, J. R. (2016). Comparative anatomy of the extraocular muscles in four Myliobatoidei rays (Batoidea, Myliobatiformes). *Journal of Anatomy*, 228(5), 877-886. <https://doi.org/10.1111/joa.12438>
- Czerwinski, S. L. (2019). Ocular Surface Disease in New World Camelids. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 22(1), 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2018.09.001>
- Dalga, S., Aksu, S. İl., Aslan, K., Deprem, T., & Uğran, R. (2022). Anatomical and histological structures of eye and lacrimal gland in Norduz and Morkaraman sheep. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(2), 336-346. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4181>
- Dellmann, D. (1994). *Histología veterinaria* (2.<sup>a</sup> ed.). Zaragoza.
- Emanuele, P. (1995). Histotecnología ocular. En *Métodos histotecnológicos* (pp. 111-124). Instituto de patología de las fuerzas armadas de los Estados Unidos de América.

- Ertas, T. D., Kahvecioğlu, K. O., & Erdoğan, S. (2022). Morphological Aspects and Microscopic Analyses of Fibrous Tunic and Uveal Components in Bovine Eye. *Microscopy and Microanalysis*, 28(5), 1794-1807. <https://doi.org/10.1017/S1431927622000812>
- Eurell, J. A., & Frappier, B. (2006). *Dellmann's Textbook of veterinary histology* (6.<sup>a</sup> ed.). Blackwell Publishing. [www.blackwellprofessional.com](http://www.blackwellprofessional.com)
- FAO. (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en argentina. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina.* [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_de\\_camelidos/camelidos\\_general/162-situacion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/162-situacion.pdf)
- Gartner, L. (2018). *Histología atlas en color y texto* (7.<sup>a</sup> ed.). Wolters Kluwer.
- Gelatt, K. N., Otzen Martinic, G. B., Flaneig, J. L., Schein, O. D., Muñoz, B., West, S. K., Duncan, D. D., Nethercott, J. R., & Koren, H. S. (1995). Results of ophthalmic examinations of 29 alpacas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206(8), 1204-1207.
- Germundsson, J., Fagerholm, P., Koulikovska, M., & Lagali, N. S. (2012). An Accurate Method to Determine Bowman's Layer Thickness In Vivo in the Human Cornea. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(4), 2354. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8565>
- Gionfriddo, J. R. (2010). Ophthalmology of South American Camelids. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26(3), 531-555. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.08.004>
- Gionfriddo, J. R., Gionfriddo, J. P., & Krohne, S. G. (1997). Ocular diseases of llamas: 194 cases (1980-1993). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 210(12), 1784-1787.
- González, N., & Barbeito, C. (2014). *Histología de las aves*. Universidad Nacional de la Plata.

- Hayashi, S., Osawa, T., & Tohyama, K. (2002). Comparative observations on corneas, with special reference to bowman's layer and descemet's membrane in mammals and amphibians. *Journal of Morphology*, 254(3), 247-258. <https://doi.org/10.1002/jmor.10030>
- Heesy, C. P. (2004). On the relationship between orbit orientation and binocular visual field overlap in mammals. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 281A(1), 1104-1110. <https://doi.org/10.1002/ar.a.20116>
- Kaczurowski, M. I. (1963). Chromatophores of the Human Eye\*. *American Journal of Ophthalmology*, 56(5), 766-785. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(63\)92942-8](https://doi.org/10.1016/0002-9394(63)92942-8)
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Rosadio, R., & Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1485), 2575-2584. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>
- Kima, M., Barhaiya, R., Vyas, Y., & Bhayani, D. (2018). Histomorphological Study on Retina of the Adult Surti Buffalo (*Bubalus bubalis*). *International Journal of Livestock Research*, 8(5), 218. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170930063313>
- Klećkowska-Nawrot, J., Goździewska-Harłajczuk, K., Kupczyńska, M., Kaleta-Kuratewicz, K., Kuropka, P., & Barszcz, K. (2023). Anatomical, Histological and Histochemical Observations of the Eyelids and Orbital Glands in the Lowland Tapir (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1785) (Perissodactyla: Ceratomorpha). *Animals*, 13(13), 2081. <https://doi.org/10.3390/ani13132081>
- Klećkowska-Nawrot, J., Nowaczyk, R., Goździewska-Harłajczuk, K., Krasucki, K., & Janeczek, M. (2015). Histological, histochemical and fine structure studies of the lacrimal gland and superficial gland of the third eyelid and their significance on the proper function of the

- eyeball in alpaca (*Vicugna pacos*). *Folia Morphologica*, 74(2), 195-205.  
<https://doi.org/10.5603/FM.2015.0001>
- Knop, E., & Knop, N. (2005). The role of eye- associated lymphoid tissue in corneal immune protection. *Journal of Anatomy*, 206(3), 271-285. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2005.00394.x>
- Knop, E., & Knop, N. (2007). Anatomy and Immunology of the Ocular Surface. En J. Y. Niederkorn & H. J. Kaplan (Eds.), *Chemical Immunology and Allergy* (pp. 36-49). KARGER. <https://doi.org/10.1159/000099252>
- Kotb, A. M., Ibrahim, I. A.-A., Aly, K. H., & Zayed, A. E. (2019). Histomorphometric analysis of the choroid of donkeys, buffalos, camels and dogs. *International Ophthalmology*, 39(6), 1239-1247. <https://doi.org/10.1007/s10792-018-0932-0>
- Land, M., & Nilsson, D.-E. (2012). *Animal Eyes* (2.<sup>a</sup> ed.). Oxford Animal Biology Series.
- Liebich, H. (2019). *Veterinary histology of domestic mammals and birds* (5.<sup>a</sup> ed.). 5m Publishing.
- Lo Sapio, M. (2016). *Estudio sobre diferentes aspectos de la visión y la anatomía ocular del toro de lidia* [Tesis doctoral, Universidad de Murcia].  
<https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/47823>
- McGeady, TA, Quinn, PJ, FitzPatrick, ES, y Ryan, MT (2017). *Embriología veterinaria*.
- McMenamin, P. G., & Steeper, T. (2005). *Comparative anatomy and pathology of the eye in animal models used in toxicology*.
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018a). *Atlas de Histología Vegetal y Animal: Técnicas histológicas protocolos*. Facultad de Biología Universidad de Vigo.  
<https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-protocolos.pdf>

- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018b). *Atlas de Histología Vegetal y Animal: Técnicas histológicas tinción*. Facultad de Biología Universidad de Vigo. <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-tincion.pdf>
- Merindano, M., Costa, J., Canals, M., Potau, J., & Ruano, D. (2002). *A comparative study of Bowman's layer in some mammals: Relationships with other constituent corneal structures*. 6(3), 133-139.
- Mohammadpour, A. A. (2009). Morphological and histological study of superior lacrimal gland of third eyelid in camel (*Camelus dromedarius*). *Iranian Journal of Veterinary Research*, 10(4). <https://doi.org/10.22099/ijvr.2009.1717>
- Nautscher, N., Bauer, A., Steffl, M., & Amselgruber, W. M. (2016). Comparative morphological evaluation of domestic animal cornea. *Veterinary Ophthalmology*, 19(4), 297-304. <https://doi.org/10.1111/vop.12298>
- Ollivier, F. J., Samuelson, D. A., Brooks, D. E., Lewis, P. A., Kallberg, M. E., & Komáromy, A. M. (2004). Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Veterinary Ophthalmology*, 7(1), 11-22. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2004.00318.x>
- Osorio, D., & Vorobyev, M. (2008). A review of the evolution of animal colour vision and visual communication signals. *Vision Research*, 48(20), 2042-2051. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2008.06.018>
- Parkash, T., Singh, A., & Gahlot, P. K. (2021). *Histomorphological and histochemical studies of the Meibomian and ciliary glands of goat (Capra hircus)*. 60(1), 57-60.
- Patrino, M., Perazzi, A., Martinello, T., Blaseotto, A., Di Iorio, E., & Iacopetti, I. (2017). Morphological description of limbal epithelium: Searching for stem cells crypts in the dog,

- cat, pig, cow, sheep and horse. *Veterinary Research Communications*, 41(2), 169-173.  
<https://doi.org/10.1007/s11259-017-9676-y>
- Pawlina, W., & Ross, M. (2020). *Ross Histología texto y atlas* (8.<sup>a</sup> ed.). Wolter Kluwer.
- Pinto, C., Martín, C., & Cid, M. D. (2010). Camélidos sudamericanos: Clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 2010, 4(1), 23-36.
- Prophet, E., Mills, B., Arrington, J., & Sobin, L. (1995). *Métodos histotecnológicos*. Instituto de patología de las fuerzas armadas de los Estados Unidos de América.
- Quispe, E. C., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 1-14. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- Rahi, A. H. S., Sheikh, H., & Morgan, G. (1980). Histology of the camel eye. *Cells Tissues Organs*, 106(3), 345-350. <https://doi.org/10.1159/000145199>
- Rahmoun, D. E., Lieshchova, M. A., Gherissi, D. E., & Hadjeris, T. (2020). Anatomical and histological characteristics of the dromedary eye (*Camelus dromedarius*). *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(2), 132-138. <https://doi.org/10.32819/2020.82018>
- Samuelson, D. (2007). Ophthalmic anatomy. En *Veterinary Ophthalmology* (3.<sup>a</sup> ed., pp. 31-150). Lippincott, Williams & Wilkins.
- SENAMHI. (2024). Datos hidrometeorológicos. <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>.
- Silverman, J. (2013). Euthanasia records for individual animals. *Lab Animal*, 42(11), 413-413.  
<https://doi.org/10.1038/labani.412>

- Singh, A., Gahlot, P. K., & Parkash, T. (2020). *Histomorphochemical characterization of meibomian and ciliary glands of sheep (Ovis aries)*. 59(2), 160-163.
- Sridhar, M. (2018). Anatomy of cornea and ocular surface. *Indian Journal of Ophthalmology*, 66(2), 190. [https://doi.org/10.4103/ijo.IJO\\_646\\_17](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_646_17)
- Steven, P., & Gebert, A. (2009). Conjunctiva-Associated Lymphoid Tissue – Current Knowledge, Animal Models and Experimental Prospects. *Ophthalmic Research*, 42(1), 2-8. <https://doi.org/10.1159/000219678>
- Torres, H. (1992). *South American camelids: An action plan for their conservation*. IUCN/SSC Action Plans for the Conservation of Biological Diversity. <https://portals.iucn.org/library/node/6004>
- Wakild, E. (2021). Learning from the llama: On the broad contours of cultural contributions and geographic expansion. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 28(suppl 1), 141-159. <https://doi.org/10.1590/s0104-59702021000500006>
- Young, D. L. W., & Braekevelt, C. R. (1993). Fine structure of the retinal epithelial regions of the Red Kangaroo (*Macropus rufus*). *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 175(3), 299-303. [https://doi.org/10.1016/S0940-9602\(11\)80023-3](https://doi.org/10.1016/S0940-9602(11)80023-3)
- Zarroug, I., & Ali, A. (2015). *A Histological study of the lacrimal gland of the camel (Camelus dromedarius)*. 8(1), 3-10.

## CAPITULO VIII - ANEXO

### 7.2. Anexo 1: Flujoograma del trabajo de investigación

