



ARTÍCULO ORIGINAL

ORIGINAL ARTICLE

ARTIGO ORIGINAL

## Estudio histológico de las glándulas de meibomio en la llama (*Lama glama*)

Histological study of the meibomian glands in the llama (*Lama glama*)

Estudo histológico das glândulas meibomianas da lhama (*Lama glama*)

DOI: <https://doi.org/10.20453/stv.v12i1.5079>

Julio Enrique Ramirez Huanca<sup>1</sup> , Fernando Samuel Paredes Baca<sup>1</sup> 

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue describir histológicamente las características estructurales de las glándulas de meibomio en la llama (*Lama glama*). Estas glándulas se encuentran anexas al ojo y contribuyen en la formación de una de las capas de la película lagrimal encargada de proteger la córnea del ojo. Se colectaron muestras de globos oculares, incluido los párpados, de cinco llamas jóvenes, a las cuales se les diseccionó y extrajo las glándulas de meibomio. Las muestras se almacenaron en formol tamponado al 10 % y se procesaron bajo la técnica de inclusión en parafina. Se cortaron, tiñeron y analizaron en el microscopio. Las glándulas presentaron gran cantidad de adenómeros saculares compuestos, rodeados de tejido conectivo conformado por fibras de colágeno y vasos sanguíneos. Se observan conductos excretores menores y mayores revestidos por un epitelio estratificado plano no queratinizado. Los adenómeros muestran meibocitos basales que son pequeños y redondos, meibocitos centrales de forma poliédrica que contienen vesículas lipídicas y meibocitos superficiales con núcleos picnóticos, que posteriormente se desintegran y muestran sus restos en la luz de los conductos. La comparación con la literatura permite concluir que existe una coincidencia con otras especies respecto al tipo de adenómero y tipos celulares. En cuanto a la cantidad de adenómeros, hay similitud con el camello dromedario; además, las glándulas de meibomio en las llamas son más numerosas que en otras especies y que podrían ser una adaptación de esta especie.

**Palabras clave:** *Lama glama*, glándula de meibomio, película lagrimal.

### ABSTRACT

The objective of the study was to describe histologically the structural characteristics of the meibomian glands in the llama (*Lama glama*). These glands are annexed to the eye and contribute to the formation of one of the layers of the tear film responsible for protecting

<sup>1</sup> Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria. Cusco, Perú.

© Los autores. Artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.



Recepción: 25/11/2023  
Aceptación: 23/05/2024  
Publicación: 29/06/2024

Citar como:  
Ramirez, J. E. y Paredes, F. S. (2024). Estudio histológico de las glándulas de meibomio en la llama (*Lama glama*). *Salud y Tecnología Veterinaria*, 12(1), 13-18. <https://doi.org/10.20453/stv.v12i1.5079>

the cornea of the eye. Samples of eyeballs, including eyelids, were collected from five young llamas, from which the meibomian glands were dissected and extracted. The samples were stored in 10% buffered formalin and processed under the paraffin-embedding technique. They were cut, stained and analyzed under the microscope. The glands showed a large number of compound saccular adenomeres, surrounded by connective tissue composed of collagen fibers and blood vessels. Minor and major excretory ducts lined by non-keratinized flat stratified epithelium were observed. The adenomeres showed basal meibocytes that were small and round, central meibocytes of polyhedral shape containing lipid vesicles and superficial meibocytes with pyknotic nuclei, which subsequently disintegrate and show their remains in the lumen of the ducts. Comparison with the literature allows us to conclude that there is a coincidence with other species with respect to the type of adenomer and cell types. Regarding the number of adenomeres, there is similarity with the dromedary camel; in addition, the meibomian glands in llamas are more numerous than in other species and may be an adaptation of this species.

**Keywords:** *Lama glama*, meibomian gland, tear film.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi descrever histologicamente as características estruturais das glândulas meibomianas da lhama (*Lama glama*). Essas glândulas estão ligadas ao olho e contribuem para a formação de uma das camadas do filme lacrimal que protege a córnea do olho. Amostras de globos oculares, incluindo pálpebras, foram coletadas de cinco lhamas jovens, das quais as glândulas meibomianas foram dissecadas e removidas. As amostras foram armazenadas em formalina tamponada a 10% e processadas usando a técnica de inclusão em parafina. Elas foram cortadas, coradas e analisadas ao microscópio. As glândulas apresentaram um grande número de adenômeros saculares compostos, cercados por tecido conjuntivo composto por fibras de colágeno e vasos sanguíneos. Foram observados ductos excretorios menores e maiores revestidos por epitélio estratificado plano não queratinizado. Os adenômeros apresentavam meibócitos basais, que são pequenos e redondos, meibócitos centrais de forma poliédrica contendo vesículas lipídicas e meibócitos superficiais com núcleos picnóticos, que posteriormente se desintegram e apresentam seus detritos no lúmen dos ductos. A comparação com a literatura leva à conclusão de que há uma coincidência com outras espécies em relação ao tipo de adenômero e aos tipos de células. Em relação ao número de adenômeros, há semelhança com o camelo dromedário; além disso, as glândulas meibomianas das lhamas são mais numerosas do que em outras espécies e podem ser uma adaptação dessa espécie.

**Palavras-chave:** *Lama glama*, glândula meibomiana, filme lacrimal.

## INTRODUCCIÓN

Las glândulas de meibomio pertenecen a los anexos del ojo y están ubicadas en el borde de los párpados en humanos, ratas y ratones (Treuting et al., 2018). En las especies como conejos, gatos, cabras, ovejas y bovinos, estas glândulas están dispuestas, en ambos párpados, de forma lineal y perpendicular al eje de la fisura palpebral. Cada glândula tiene un único orificio que aparece en

forma de punto de luz en el borde libre del párpado (Ibrahim et al., 1992). Las glândulas de meibomio también son denominadas glândulas tarsales, ya que pertenecen al grupo de glândulas sebáceas y están alojadas en la placa tarsal (Remington, 2012). Son glândulas exocrinas de secreción holocrina (McManus y Mitchell, 2014; Singh et al., 2020). Las glândulas de

meibomio poseen adenómeros que contienen células secretoras denominadas meibocitos, las cuales en su citoplasma contienen lípidos (Crespo-Moral et al., 2020). Estos meibocitos sintetizan y secretan lípidos (colesterol, triglicéridos y fosfolípidos) (Garza-Leon et al., 2017), además de producir proteínas que forman la capa superior de la película lagrimal.

La película lagrimal es una fina capa que cubre la córnea y la conjuntiva del ojo, posee un papel importante en la protección y el mantenimiento del bienestar de la superficie corneal y proporciona la lubricación adecuada para los párpados (Holly, 2005). La película lagrimal no es una fase acuosa homogénea, sino estructurada en distintos estratos, más o menos paralelos a la superficie corneal y conjuntival (Mayorga, 2008). Las secreciones de las glándulas de meibomio forman una de las capas de la película lagrimal. Esta película posee tres capas: (a) la capa interna, que es una delgada capa mucoide elaborada por células caliciformes de la conjuntiva y también por las criptas de Henle y las glándulas de Manz; (b) la capa media, que es acuosa secretada por la glándula lagrimal principal y las glándulas accesorias de Krause y de Wolfring; y (c) la capa externa o superficial, que se forma sobre la parte acuosa de la misma a partir de las secreciones oleosas de las glándulas de meibomio (Mayorga, 2008; Garza-Leon et al., 2017).

Los lípidos que produce la glándula de meibomio son secretados y repartidos por la superficie ocular con la acción del parpadeo, cuya función es evitar la evaporación de las lágrimas (McManus y Mitchell, 2014). Estos lípidos actúan como una barrera que impide la deshidratación de la córnea (Treuting et al., 2018) evitando que el líquido lagrimal se lave de los bordes de los ojos y, de esa manera, facilita el parpadeo suave (Kitamura et al., 2019).

Existen diversos estudios, entre ellos los histológicos, sobre las glándulas de meibomio en diferentes especies de animales, esto con la finalidad de generar un conocimiento básico. Por otra parte, el uso de los modelos animales ha demostrado ser una herramienta importante en el estudio fisiopatológico del trastorno del ojo seco en personas, en particular los modelos animales de perros y conejos (Sun et al., 2020); debido a que este trastorno del ojo seco se refiere a una anomalía difusa de las glándulas de meibomio (Henker et al., 2013).

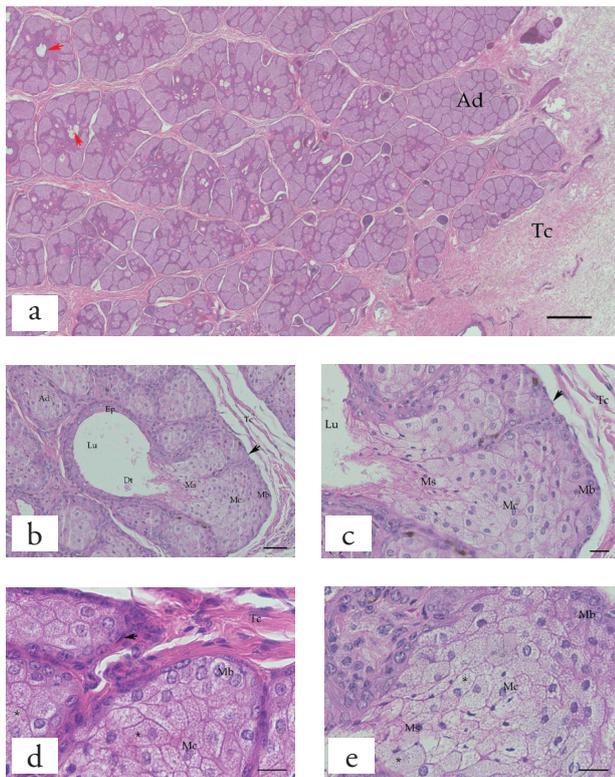
En este contexto, es importante conocer la estructura histológica que poseen las glándulas de meibomio en las especies de camélidos sudamericanos, como es el caso de la llama, a fin de valorar su utilidad como modelo animal para el estudio de la fisiología y patología de los ojos. Por ello, el objetivo del estudio fue describir histológicamente las glándulas de meibomio en las llamas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron globos oculares y párpado de las cabezas de cinco llamas (*Lama glama*) provenientes del centro de beneficio municipal. Los animales fueron evaluados clínicamente previos al beneficio y se encontraban aparentemente sanos. Las llamas tenían una edad entre uno a dos años según cronología dentaria. Posterior a la disección de los globos oculares, se colocaron las muestras en formol tamponado al 10 % para luego ser transportados al laboratorio de histología y patología de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Las muestras fueron procesadas bajo la técnica de inclusión en parafina (Prophet et al., 1995). Los bloques de parafina, con el tejido incluido, se cortaron a 5  $\mu\text{m}$  de espesor, utilizando un micrótopo de rotación (Leica RM2125). Las láminas generadas se tiñeron con hematoxilina-eosina (HE), que permitió diferenciar núcleos y citoplasmas, y con la tinción tricrómica de Masson (Megías et al., 2018), que permitió diferenciar el tejido conectivo. Los preparados histológicos se observaron en un microscopio óptico (Nikon Eclipse 100). Para la toma de fotografías se utilizó una cámara para microscopio AXICAM 512 (Carl Zeiss) con el *software* ZEN lite Blue edition (Carl Zeiss).

## RESULTADOS

Desde el punto de vista histológico, se observó una gran cantidad de adenómeros saculares de forma multilobular compuesta, similares a las glándulas sebáceas. Las glándulas estaban rodeadas de tejido conectivo conformado, principalmente, por fibras de colágeno y vasos sanguíneos (figuras 1 y 2). Alrededor de los adenómeros se ubicaban las células planas con núcleos heterocromáticos relacionadas con el tejido conectivo. Entre las unidades glandulares se distinguieron los conductos de las glándulas, unos de menor diámetro de luz y otros de mayor diámetro de luz, denominados conductos menores y mayores

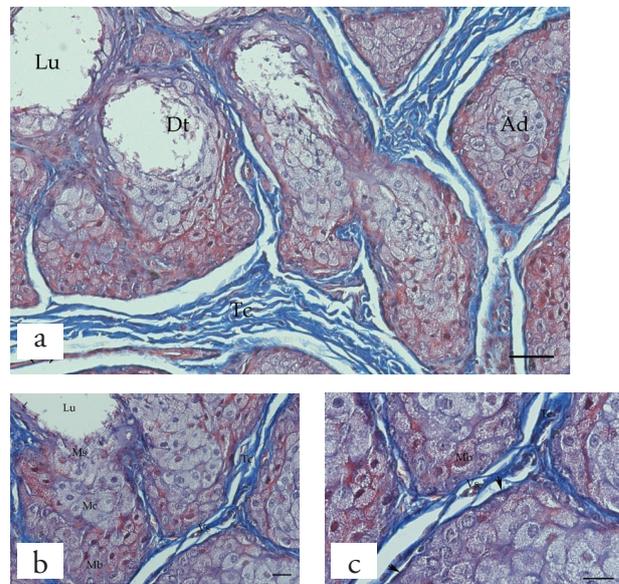


**Figura 1.** Glándula de meibomio de la llama. Tinción tricrómico de Masson. (a), barra 100 µm; (b), barra 20 µm; (c), barra, 20 µm. Referencias: Ad (adenómero); Tc (tejido conectivo); Lu (lúmen del conducto); Dt (dehiscencia de secreción en el lumen); Mb (meibocitos basales); Mc (meibocitos centrales); Ms (meibocitos superficiales); Vs (vasos sanguíneos); flecha negra (células planas periglandulares).

respectivamente. Ambos conductos estuvieron revestidos por un epitelio estratificado plano no queratinizado (figura 1b). Se observó varias capas celulares en los conductos menores y menos capas en los conductos mayores. A nivel del lumen de los conductos excretores se vieron restos de células que vendrían a ser los detritus de meibocitos (figura 2a), confirmando que la secreción de estas glándulas es holocrina.

Los adenómeros estaban conformados por células basales, las cuales poseen actividad proliferativa, muestra de ello es que los núcleos de estas células presentan eucromatina. A medida que los meibocitos se fueron dividiendo, se trasladaron hacia el centro de la glándula y se observaron estructuras similares a células que acumulan en su citoplasma vacuolas blanquecinas que serían lípidos (figuras 1d y 1e). Los núcleos de estas células eran redondas (meibocitos basales). Cuando los meibocitos estaban maduros se ubicaron

en el centro del adenómero, siendo de forma poliédrica y mostrando ligera picnosis (meibocitos centrales) (figura 1d). Los meibocitos cercanos al conducto se mostraban con núcleos más picnóticos, luego se notaron meibocitos desintegrados, liberando, de esta manera, su contenido en los conductos colectores (meibocitos superficiales) (figuras 1b y 2a). En cuanto al tamaño y forma de los meibocitos, se observó que los basales eran más pequeños; los centrales eran de mayor tamaño y tenían una forma poliédrica; y los superficiales mantuvieron el tamaño, con un núcleo muy picnótico y se iban desintegrando a medida que se aproximaban al conducto (figura 1d).



**Figura 2.** Glándula de meibomio de la llama. Tinción tricrómico de Masson. (a), barra 100 µm; (b), barra 20 µm; (c), barra, 20 µm. Referencias: Ad (adenómero); Tc (tejido conectivo); Lu (lúmen del conducto); Dt (dehiscencia de secreción en el lumen); Mb (meibocitos basales); Mc (meibocitos centrales); Ms (meibocitos superficiales); Vs (vasos sanguíneos); flecha negra (células planas periglandulares).

## DISCUSIÓN

Los adenómeros tipo glándulas sebáceas, reportadas en este estudio, coinciden con lo descrito en cerdos (Crespo-Moral et al., 2020), conejos, cabras, vacas (Ibrahim et al., 1992), ovejas (Ibrahim et al., 1992; Singh et al., 2020), camellos (Balah et al., 2013; Al-Ramadan, 2015), chinchillas (Voigt et al., 2012) y cobayos (Gasser et al., 2011).

A diferencia de lo reportado en la llama, en el caso de los camellos dromedarios, el extremo proximal

del conducto principal presenta un revestimiento de epitelio cúbico estratificado (Balah et al., 2013), mientras que el extremo distal era similar al de la llama, es decir, un epitelio estratificado plano no queratinizado. En el caso de la oveja (Singh et al., 2020), el revestimiento de los conductos coincide con lo observado en la llama. En las chinchillas, los conductos excretores poseían dos capas (Voigt et al., 2012), esto coincidiría con los conductos mayores que se describen en la llama.

Las diferencias morfológicas de las células del adenómero ubicadas desde la capa basal, que muestran núcleos redondos hasta secciones superiores donde se muestran células poliédricas con núcleos picnóticos, tendrían explicación por la función que cumple esta glándula, que es secretora y de tipo holocrina. Por tal motivo poseen una pérdida continua de células junto con su constante regeneración (Eurell y Frappier, 2006; Knop y Knop, 2009). Por lo tanto, las células basales de la glándula de meibomio deben proliferar continuamente a lo largo de la vida para suministrar nuevas células (Sun et al., 2020). Estas características también se observan en estudios realizados en camellos dromedarios (Balah et al., 2013). Los detalles sobre los tamaños variables entre los meibocitos basales y centrales coinciden con lo reportado por Al-Ramadan (2015) y Singh et al. (2020) en el camello dromedario y por Singh et al. (2020) en ovejas.

El elevado número de adenómeros de la glándula de meibomio en la llama coincide con lo descrito en el camello dromedario (Al-Ramadan, 2015). Este detalle podría explicar la necesidad de tener una mayor secreción lipídica para formar la película lagrimal externa, actuando de esta manera como una barrera hidrofóbica que impida la evaporación lagrimal (Butovich et al., 2012). Esta característica puede deberse a una posible adaptación de esta especie con su hábitat. Se conoce que la llama se encuentra en un clima que varía entre dos estaciones marcadas: la época de lluvia y la época seca. En esta condición ambiental adversa el aire se hace mucho más seco y las radiaciones solares más intensas (Quispe, 2011), de tal manera que las glándulas de meibomio ayudarían a evitar la evaporación de la película lagrimal (Al-Ramadan, 2015).

## CONCLUSIONES

Las glándulas de meibomio en la llama están conformadas por muchos adenómeros saculares que contienen meibocitos distribuidos en tres formas: basales, centrales y picnóticos. El número de adenómeros de esta glándula es superior a otras especies.

## Agradecimientos

Al programa de fortalecimiento de la investigación Yachayninchis Wiñarinanpaq UNSAAC. Proyecto: «Implementación de la microscopía virtual para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la E. P. de Medicina Veterinaria».

## Correspondencia:

Julio Enrique Ramirez Huanca

Contacto: [julio.ramirez@unsaac.edu.pe](mailto:julio.ramirez@unsaac.edu.pe)

## REFERENCIAS

- Al-Ramadan, S. (2015). Histological features and muc1 distribution in the palpebral conjunctiva of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Assiut Veterinary Medical Journal*, 6(146), 179-186. <https://doi.org/10.21608/avmj.2015.170231>
- Balah, A., El-Raheem, W., El-Baz, A. y El-Naseery, N. (2013). Histological and ultrastructural study on the meibian gland of camel (*Camelus dromedarius*). *Zagazig Veterinary Journal*, 41(2), 88-106. <https://doi.org/10.21608/zvjz.2013.95686>
- Butovich, I., Lu, H., McMahon, A. y Eule, J. (2012). Toward an animal model of the human tear film: biochemical comparison of the mouse, canine, rabbit, and human meibomian lipidomes. *Investigative Ophthalmology y Visual Science*, 53(11), 6881. <https://doi.org/10.1167%2Fiovs.12-10516>
- Crespo-Moral, M., García-Posadas, L., López-García, A. y Diebold, Y. (2020). Histological and immunohistochemical characterization of the porcine ocular surface. *PLoS ONE*, 15(1), 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227732>
- Eurell, J. y Frappier, B. (2006). *Dellmann's Textbook of veterinary histology*. Wiley-Blackwell.

- Garza-Leon, M., Ramos-Betancourt, N., Beltrán-Díaz de la Vega, F. y Hernández-Quintela, E. (2017). Meibografía. Nueva tecnología para la evaluación de las glándulas de meibomio. *Revista Mexicana de Oftalmología*, 91(4), 165-171. <https://doi.org/10.1016/j.mexoft.2016.04.007>
- Gasser, K., Fuchs-Baumgartinger, A., Tichy, A. y Nell, B. (2011). Investigations on the conjunctival goblet cells and on the characteristics of glands associated with the eye in the guinea pig. *Veterinary Ophthalmology* 14(1), 26-40. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2010.00836.x>
- Henker, R., Scholz, M., Gaffling, S., Asano, N., Hampel, U., Garreis, F., Hornegger, J. y Paulsen, F. (2013). Morphological Features of the Porcine Lacrimal Gland and Its Compatibility for Human Lacrimal Gland Xenografting. *PLoS ONE*, 8(9), e74046. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074046>
- Holly, F. (2005). La película lagrimal: una parte del ojo pequeña pero altamente compleja. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 80(2), 67-68. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912005000200002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912005000200002)
- Ibrahim, I., Kelany, A. y Taha, M. (1992). Comparative anatomical and histological studies on the meibomian (tarsal) glands in rabbits, cats, goats, sheep and cattle. *Assiut Veterinary Mededical Journal*, 28(55), 81-92. <https://doi.org/10.21608/avmj.1992.186634>
- Kitamura, Y., Maehara, S., Nakade, T., Miwa, Y., Arita, R., Iwashita, H. y Saito, A. (2019). Assessment of meibomian gland morphology by noncontact infrared meibography in Shih Tzu dogs with or without keratoconjunctivitis sicca. *Veterinary Ophthalmology*, 22(6), 744-750. <https://doi.org/10.1111/vop.12645>
- Knop, N. y Knop, E. (2009). Meibom-Drüsen: Teil I: Anatomie, embryologie und histologie der meibom-drüsen. *Der Ophthalmologe*, 106(10), 872-883. <https://doi.org/10.1007/s00347-009-2006-1>
- Mayorga, M. (2008). Película lagrimal: estructura y funciones. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 1(11), 121-131. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=svo>
- McManus, L. y Mitchell, R. (eds.) (2014). *Pathobiology of human disease: A dynamic encyclopedia of disease mechanisms*. Elsevier.
- Megías, M., Molist, P. y Pombal, M. (2018). *Atlas de histología animal y vegetal: Técnicas histológicas*. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-protocolos.pdf>
- Prophet, E., Mills, B., Arrington, J. y Sobin, L. (eds.). (1995). *Métodos histotecnológicos*. Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América.
- Quispe, E. (2011). Adaptaciones hematológicas de los Camélidos Sudamericanos que viven en zonas de elevadas altitudes. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 5(1), 1-26. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/RCCV1111120001A>
- Remington, L. (2012). *Clinical anatomy and physiology of the visual system*. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-56108-9>
- Singh, A., Gahlot, P. y Parkash, T. (2020). Histomorphochemical characterization of meibomian and ciliary glands of sheep (*Ovis aries*). *Haryana Veterinarian*, 59(2), 160-163. <https://www.luvas.edu.in/haryana-veterinarian/download/harvet2020-dec/2.pdf>
- Sun, M., Moreno, I., Dang, M. y Coulson-Thomas, V. (2020). Meibomian gland dysfunction: What have animal models taught us? *International Journal of Molecular Sciences*, 21(22), 1-25. <https://doi.org/10.3390/ijms21228822>
- Treuting, P., Dintzis, S. y Montine, K. (2018). *Comparative anatomy and a mouse, rat, and human atlas histology*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-03145-0>
- Voigt, S., Fuchs-Baumgartinger, A., Egerbacher, M., Tichy, A. y Nell, B. (2012). Investigations on the conjunctival goblet cells and the characteristics of the glands associated with the eye in chinchillas (*Chinchilla laniger*). *Veterinary Ophthalmology*, 15(5), 333-344. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2011.00989.x>