



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

**“ANATOMÍA DE LA LENGUA Y MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO
DE LAS PAPILAS LINGUALES DEL PUMA (*PUMA CONCOLOR*)”**

Por:

María Pía ALVEZ CORREA ²

Evelyn BELTRÁN LINDIMAN ¹

María Sara DI PACE COCINO ¹

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias.

1: Orientación: Higiene, Inspección, Control y Tecnología de los Alimentos de Origen Animal

2: Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2021**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa:



Martín Lima

Segundo Miembro (Tutor):



William Pérez

Tercer Miembro:



Noelia Vázquez

Fecha: 15 de noviembre del 2021

Autores:



MARÍA PÍA ALVEZ CORREA



EVELYN BELTRÁN LINDIMAN



MARÍA SARA DI PACE COCINO

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor Prof. William Pérez, por guiarnos en el proceso y ayudarnos a concretar este trabajo.

A los docentes del Área de Anatomía, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.

Al Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay por su colaboración y aportes a nuestro trabajo.

A la casa de estudios por los años de aprendizaje y por brindarnos herramientas que servirán en nuestro futuro.

A la familia y amigos que siempre han estado presentes siendo un apoyo constante.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS.....	6
RESUMEN.....	8
SUMMARY.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Descripción general de la especie a estudiar.....	10
1.2. Hábitat, estado de conservación y situación de la especie en Uruguay...11	
1.3. Hábitos alimentarios.....	12
1.4. Estudio anatómico de la lengua.....	13
1.5. Importancia del tema.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo General.....	15
2.2. Objetivos Particulares.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Animales utilizados.....	16
3.2. Métodos de estudio.....	16
4. RESULTADOS.....	18
4.1. Anatomía macroscópica.....	18
4.2. Estereomicroscopía.....	19
4.2.1. Sector dorsal del ápex.....	19
4.2.2. Sector dorsal del cuerpo.....	21
4.2.3. Sector ventral de ápex y cuerpo.....	21
4.2.4. Papilas circunvaladas.....	22

4.2.5. Raíz.....	23
4.3. Microscopía electrónica de barrido.....	24
4.3.1. Sector dorsal del ápex.....	24
4.3.2. Sector dorsal del cuerpo.....	25
4.3.3. Sector ventral de ápex y cuerpo.....	26
4.3.4. Papilas circunvaladas.....	27
4.3.5. Raíz.....	29
5. DISCUSIÓN.....	33
6. CONCLUSIONES.....	36
7. BIBLIOGRAFÍA.....	37

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	Página
Figura 1. Vista macroscópica de la superficie dorsal de la lengua del Puma...	18
Figura 2. Estereomicroscopía de la superficie dorsal del ápex lingual.....	20
Figura 3. Estereomicroscopía del sector dorsal del cuerpo lingual.....	21
Figura 4 .Estereomicroscopía de las papilas fungiformes en la superficie dorsal del cuerpo lingual.....	21
Figura 5. Estereomicroscopía del sector ventrolateral del ápex y cuerpo lingual.....	22
Figura 6. Estereomicroscopía de las papilas fungiformes en el sector ventrolateral lingual.....	22
Figura 7. Estereomicroscopía de las papilas circunvaladas de la superficie dorsal lingual.....	23
Figura 8. Estereomicroscopía de papila circunvalada.....	23
Figura 9. Estereomicroscopía de las papilas filiformes en la raíz lingual.....	23
Figura 10. Microscopía electrónica de las papilas filiformes en el ápex dorsal lingual.....	24
Figura 11. Microscopía electrónica de la superficie dorsal del ápex lingual....	25
Figura 12. Microscopía electrónica de las papilas filiformes del sector dorsal del cuerpo de la lengua.....	26
Figura 13. Microscopía electrónica de papila fungiforme en el sector dorsal del cuerpo con poro gustativo.....	26
Figura 14. Microscopía electrónica de las Papilas filiformes de la superficie ventral lingual.....	27
Figura 15. Microscopía electrónica de papila circunvalada.....	28
Figura 16. Microscopía electrónica de papila circunvalada con proyecciones en su superficie en forma de dedos con orificio central.....	28
Figura 17. Microscopía electrónica de la raíz lingual.....	29
Figura 18. Superficie dorsal lingual, observada con las tres técnicas estudiadas.....	30
Figura 19. Superficie ventral lingual observada con las tres técnicas estudiadas.....	31

Figura 20. Papila circunvalada observada con dos de las tres técnicas
estudiadas..... 32

Tabla 1. Dimensiones básicas de la lengua del puma..... 19

RESUMEN

Esta investigación presentó la primera descripción anatómica de la lengua y papilas linguales del puma (*Puma concolor*). En este estudio se utilizaron lenguas de tres pumas machos adultos, las mismas fueron disecadas y se estudiaron en primer lugar mediante anatomía macroscópica, luego estereomicroscopía y por último con microscopía electrónica de barrido. En la superficie dorsal del ápex lingual se observaron papilas filiformes las cuales eran notablemente puntiagudas y tenían múltiples proyecciones secundarias que emergían de la base de la papila principal. En la parte dorsal del cuerpo, en la mitad rostral las papilas filiformes eran largas, cilíndricas de punta roma, y en la mitad caudal dieron lugar a papilas cónicas de terminación puntiaguda. Los márgenes ventrolaterales del ápex y cuerpo lingual estaban rodeados por numerosas papilas filiformes que tenían un cuerpo papilar voluminoso y una punta bifurcada. Las papilas fungiformes estaban esparcidas por toda la superficie dorsal de la lengua. En cada mitad lateral de la lengua, en la transición del cuerpo y base, se observaron dos papilas circunvaladas y cada una de éstas estaba rodeada por una almohadilla anular gruesa en forma de herradura compuesta por papilas cónicas puntiagudas. Estas papilas circunvaladas presentaban en su superficie múltiples protuberancias, y en la punta, cada protuberancia tenía un orificio central. La raíz lingual presentó papilas filiformes más delgadas que en otros sectores, distribuidas cada vez más separadas entre sí, hasta que la misma se volvió lisa cerca de la epiglotis. La distribución anatómica de las papilas linguales fue diferente a la de otros carnívoros y representa la adaptación a los hábitos alimenticios de este mamífero.

SUMMARY

This research presents the first anatomical description of the lingual papillae of the mountain lion (*Puma concolor*). The tongues of three adult male pumas were used in this study. The tongues were dissected and studied firstly by gross and stereomicroscopy. Samples of each part were processed by study with scanning electron microscopy. On the dorsal surface of the lingual apex, filiform papillae were remarkably pointed and had many secondary projections, which emerged from the base of the main papilla. In the rostral half of the lingual body, filiform papillae were longer, cylindrical and had blunt tips. On the caudal half of the lingual body, filiform papillae gave place to conical ones exhibiting a pointed tip. The margins of the lingual apex were surrounded by numerous filiform papillae, which had a bulky papillary body and a bifurcated tip. The fungiform papillae were scattered on the whole dorsal surface of the tongue. On each lateral half of the tongue, in the transition of the body and base, two circumvallate papillae were observed and each of these were surrounded by thick and horseshoe-like annular pad, which were composed by pointed conical papillae. The dorsal surface of the circumvallate papilla was covered by many finger-like protrusion, and the tip of each protrusion had a central orifice. The lingual root presented filiform papillae that were thinner than in other sectors, distributed increasingly separated from each other, until it became smooth near the epiglottis. Anatomical distribution of lingual papillae was different to other carnivores and represents the adaptation to the feeding habits of this mammal.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general de la especie a estudiar

León de montaña o puma es un mamífero carnívoro de la familia Felidae nativo de América. El puma se ubica en la subfamilia Felinae, de los felinos pequeños, mientras que los grandes felinos son colocados dentro de la subfamilia Pantherinae. El género *Puma* incluye una especie, *Puma concolor* y treinta subespecies reconocidas (Nielsen, Thompson, Kelly y Lopez-Gonzalez, 2015).

En base al trabajo de Caragiulo, Dias-Freedman, Clar, Rabinowitz y Amato (2013). actualmente se reconocen tentativamente dos subespecies, *Puma concolor concolor* (Linnaeus, 1771) de distribución sudamericana y *Puma concolor cougar* en América del Norte y Central.

El puma es adaptable y generalista, por lo que se encuentra en los principales biomas de toda América. Es el segundo felino depredador más grande de América, después del jaguar, y el cuarto más grande del mundo, junto con el leopardo y después del tigre, el león y el jaguar. Su tamaño es mayor que el del leopardo de las nieves, aunque está más emparentado con los pequeños felinos, ya que a diferencia de los grandes felinos del género *Panthera* que pueden rugir, el puma ronronea como los felinos menores (Marchini, 2009; Wilson y Reeder, 2005).

Es un animal veloz y ágil llegando a alcanzar 60km/h y puede saltar hasta 5 metros además de trepar y nadar fácilmente, presentando hábitos solitarios y nocturnos. Vive de nueve a dieciséis años en condiciones naturales, pudiendo llegar a más de veinte años en cautiverio (Cheida y Santos, 2010).

“El puma es un felino de gran tamaño ya que su peso va desde 55 a 65 kg en machos y 35 a 45 kg en hembras, y su longitud total varía entre 2 - 2,3 m y 2,0 - 2,2 m en machos y hembras respectivamente” (Walker, 2018, p.3).

Es un animal de gran talla, con un pelaje de mediana textura, sin manchas, con excepción en las crías. Tiene cuerpo alargado, cabeza pequeña, rostro corto, cuello y cola larga. El color de los ojos es azul en las crías y cambia a café o dorado en los adultos (Currier, 1979). *Puma concolor* presenta cráneo grande y dentición poderosa, pareciéndose en general a los de otros felinos.

1.2. Hábitat, estado de conservación y situación de la especie en Uruguay

El puma es el mamífero con más amplia distribución en el hemisferio occidental (Laundré y Hernández, 2010; Shaw, Beier, Culver y Grigione, 2007) y se ha visto que va desde Canadá hasta Uruguay (Cheida y Santos, 2010). Los estudios muestran que, a lo largo de su distribución, la densidad puede variar considerablemente entre sitios (Kelly et al., 2008; Laundré y Hernández, 2010).

En cuanto a la preferencia de hábitat ésta se ve influida por diversos factores, como ser preferencia por áreas rocosas y de pendientes inclinadas (mayores a 45 grados) (Hornocker, 1969; Logan e Irwin, 1985), hábitats con vegetación densa, pero puede vivir en hábitats abiertos con un mínimo de cobertura vegetal arbórea o arbustiva (Chimento y De Lucca, 2014; Gittleman, 1989; Holmes y Laundré, 2006; Macdonald y Loveridge, 2010), siendo la presencia de agua importante ya que no puede vivir en zonas que no tengan agua permanente (Shaw et al., 2007).

Las principales amenazas que enfrenta el puma son la pérdida y fragmentación de su hábitat, disminución de sus presas naturales y la caza furtiva (Caso et al., 2008; Machado, Martins y Drummond, 2005; Pautasso, Fandiño y Raimondi, 2008).

La especie es considerada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como “Preocupación Menor”, sin embargo, la especie experimenta una tendencia poblacional global a la baja (Caso et al., 2008), habiéndose documentado su extinción en grandes regiones de su distribución histórica global y se estima que perdió alrededor del 28% de su rango original (Zeller, 2007).

En Uruguay, la presencia del *Puma Concolor* es motivo de controversia, González (2001) asigna a la especie la categoría de “Amenazada e Insuficientemente Conocida” considerándola más abundante en el pasado, Cannevari y Vaccaro (2007) indican que el puma se encuentra ausente en la mayor parte de Uruguay. Otros autores, han considerado a la especie de presencia incierta en Uruguay (Caso et al., 2008) e incluso como “Extinta” en el país en estado silvestre (Achaval, Olmos y Clara, 2007; Parera, 2002).

Sin embargo, en un estudio en Uruguay realizado por Martínez, Rudolf y Queirolo (2010) se documentó mediante hallazgos que comprenden restos óseos, fotografías de huellas frescas y sus correspondientes moldes en yeso, registros de la presencia

de *P. concolor* en el establecimiento Mafalda (propiedad de la compañía Forestal Oriental S. A.) en el departamento de Río Negro. Dichos registros presentados constituyen prueba fehaciente de que el puma no está extinto en Uruguay. El autor de dicho trabajo considera que el *P. concolor* debería ser considerada como una especie críticamente amenazada en el país y su conservación a largo plazo depende de la toma de medidas urgentes de protección y mitigación de los factores causantes de su declinación histórica.

1.3. Hábitos alimentarios

El puma como carnívoro, representa uno de los grupos claves en el funcionamiento de ecosistemas naturales (Terborgh, 1988) ya que mantiene el equilibrio entre las poblaciones naturales de presas y su ecosistema (Payan, 2004).

Los principales componentes de la dieta del puma son los mamíferos. Esta dieta varía entre armadillos, osos hormigueros, agutíes, zorrillos, pecaríes, camélidos y ciervos según su abundancia relativa y biomasa (Wolf, 2001). Los hábitos alimentarios del puma varían también con la latitud (Iriarte, Franklin, Johnson y Redford, 1990), de tal manera que en hábitats templados consumen presas grandes y tienden a ser especialistas, mientras que, en hábitats tropicales consumen un mayor número de presas principalmente pequeñas (Monroy-Vilchis, Urios, Zarco-González y Rodríguez-Soto, 2009).

Los depredadores eligen la presa más rentable energéticamente. Para los grandes felinos, una combinación de dos factores, abundancia y facilidad de captura determina qué presa es la más rentable (Gómez-Ortiz, Monroy-Vilchis, Fajardo, Mendoza y Urios, 2011).

Debido al tipo de dieta, se requieren modificaciones extremas de la cabeza (cráneo, mandíbula y lengua) para soportar las altas cargas biomecánicas impuestas por la captura de presas vivas y aplastamiento de los alimentos duros como los huesos (Meloro, Clauss y Raia, 2015). Los grandes felinos no mastican su comida, sino que utilizan sus muelas carniceras para cortar sus presas en trozos o tiras pequeñas, que luego degluten enteras (Leyhausen, 1979).

La lengua de los vertebrados está especializada para cumplir diferentes funciones como la captura y movimiento de la comida, el aseo y la modulación vocal (Kilinc, Erdogan, Ketani y Ketani, 2010; Pastor, Barbosa y De Paz, 2008).

1.4 Estudio anatómico de la lengua

La anatomía de los órganos digestivos y especialmente de la lengua y sus papilas linguales es muy poco conocida en la especie de carnívoro *Puma concolor*.

Un aspecto importante de los estudios morfológicos de la lengua en los mamíferos es la estructura y la distribución de las papilas linguales en su superficie dorsal. La distribución de las diferentes papilas en la superficie de la lengua es característica de un género y puede incluso ser distintiva para una especie con respecto a otra. Uno de los elementos que más contribuyen a la morfología, distribución y tipo de papilas es la dieta (Iwasaki, 2002; Pastor et al., 2008).

Los resultados de las observaciones macroscópicas y microscópicas demostraron que estas características presentan una gran variabilidad en relación con el estilo de vida del animal, la dieta, la adaptación a diferentes condiciones ambientales y características taxonómicas (Iwasaki, 2002). Desde un punto de vista comparativo, esta variabilidad es significativa entre las unidades sistemáticas altas, tales como órdenes o familias, aunque también existen diferencias frecuentes entre especies (Iwasaki, 2002; Jackowiak y Godynicki, 2004; Kilinc et al., 2010; Kobayashi, Jackowiak, Frackowiak, Yoshimura y Kumakura, 2005).

La lengua del puma tiene como característica ser larga y plana, con lados casi paralelos. Se estrecha ligeramente hacia rostral y un poco más en la parte caudal de la boca. Su superficie dorsal está cubierta con papilas especialmente adaptadas, con salientes puntiagudas, llamadas papilas filiformes, que permiten al animal raspar la carne de un hueso, colaborando también en el aseo. También presenta estructuras redondas aplanadas llamadas papilas fungiformes, que contienen las papilas gustativas en especial en el ápex y en la parte caudal de la lengua. Estas papilas gustativas reaccionan a estímulos químicos para producir sensaciones de acidez, dulzor, amargor, y salinidad (Hornocker, Jonkel y Mech, 1979).

La lengua puede ser estudiada mediante disección macroscópica simple, microscopio estereoscópico y microscopía electrónica de barrido (SEM). Esta última permite una visualización detallada de la conformación de las papilas linguales.

1.5 Importancia del tema

El puma es uno de los grandes felinos de los que se conoce su ecología, reproducción y algunos aspectos de su nutrición. Sin embargo, los aspectos relacionados con su anatomía son muy generales. Es probable que, por ser un animal protegido, que sólo podría ser obtenido y preservado para estudios bajo condiciones especiales, se prefiera homologar su anatomía con la del gato doméstico por ejemplo (Concha, Adaro, Borroni y Altamirano, 2004).

Aunque se han publicado muchos trabajos sobre las estructuras de la superficie lingual en mamíferos, incluido el orden Carnívoros, el análisis especializado de las estructuras linguales del puma es escaso. Los numerosos estudios revelaron variaciones en la morfología y distribución de las papilas linguales en la superficie dorsal lingual en varias especies carnívoras domésticas y salvajes como el gato (Chamorro, Sandoval, Fernández, Fernández y Paz, 1987), el perro (Emura, Tamada, Hayakawa, Chen y Shoumura, 2000), pantera (Emura, Hayakawa, Chen y Shoumura, 2001), tigre (Emura, Hayakawa, Chen y Shoumura, 2004) y león (Emura, Hayakawa, Chen y Shoumura, 2003), pero no en puma.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Generar conocimiento de la anatomía de la lengua del *Puma concolor*.

2.2. Objetivos Particulares

- Describir anatómicamente la lengua del puma y con microscopio estereoscópico.
- Estudiar las papilas linguales mediante microscopio electrónico de barrido.
- Aportar datos morfométricos de la lengua y papilas linguales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Animales utilizados

Este estudio se realizó con tres pumas machos adultos. Dichos animales se obtuvieron de zoológicos locales. Si bien no se determinó la causa de muerte de los animales, no se encontró ninguna anomalía en la cavidad oral. Los animales muertos fueron recolectados por personal del lugar y conservados mediante congelación a -20° y disecados en el área de Anatomía de la Facultad de Veterinaria, UDELAR.

Esta investigación fue revisada y aprobada por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad de la República del Uruguay de acuerdo con las normas internacionales.

3.2. Métodos de estudio

El método de estudio fue la disección simple o con el uso de lupas binoculares. A medida que se avanzó en las disecciones se procedió a la toma de fotografías para su documentación, estudio y discusión. Se tomaron medidas básicas de largo, ancho y espesor en la raíz, cuerpo y ápex. Los tejidos extraídos se examinaron bajo un microscopio estereoscópico binocular (Nikon SMZ800, Tokio, Japón) para determinar las características anatómicas generales antes del examen con microscopía electrónica de barrido.

Las lenguas fueron fijadas en solución de formol al 10 % durante un mes. Luego pequeñas secciones del ápex, cuerpo rostral y caudal, partes laterales del cuerpo y raíz fueron removidas para su procesamiento y estudio en el microscopio electrónico de barrido. Las muestras seleccionadas se colocaron en solución buffer fosfato salino (PBS) (pH 7,4) y se sometieron a deshidratación en concentraciones crecientes de acetona: 25, 50, 75 y 100 % y luego se realizó un tratamiento similar con alcohol etílico según las técnicas utilizadas en Japón (S. Iwasaki, comunicación personal).

Posteriormente en el laboratorio de Microscopía electrónica de la Facultad de Ciencias (UDELAR) con las muestras deshidratadas, se procedió al secado de punto crítico en el aparato Denton Vacuum Critical Point Dryer con CO₂. Luego se realizó metalización con oro en Denton Vacuum Desk II a 30 mA durante 120 segundos. De esta forma las muestras quedaron listas para su observación a 20 keV en el microscopio electrónico de barrido JEOL 5900 LV, lo cual permitió la obtención de imágenes hasta 20000 aumentos y la realización de mediciones básicas de las papilas linguales.

Luego se seleccionaron las imágenes más ilustrativas y representativas las cuales se describieron en los resultados en forma comparativa por regiones anatómicas de la lengua.

Para la descripción se utilizó la nomenclatura de la versión online de la Nómina Anatómica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017). Los datos fueron presentados como la media \pm DS.

4. RESULTADOS

4.1. Anatomía macroscópica

La lengua del puma estaba compuesta de tres partes, ápex, cuerpo y raíz. La misma se caracterizaba por un cuerpo lingual alargado, que se ensanchaba relativamente y terminaba en un ápice redondeado. Se pudo apreciar en la superficie del ápice lingual un surco mediano poco profundo de 26 ± 2 mm de longitud (Figura 1).

Las medidas anatómicas básicas se presentaron en la tabla 1.



Fig.1. Vista macroscópica de la superficie dorsal de la lengua del Puma. 1: Ápex; 2: Cuerpo; 3: Raíz; Flechas superiores: Papilas fungiformes de la superficie lateral del cuerpo; Flecha inferior izquierda: Papilas filiformes; Flecha inferior derecha: Papila circunvalada.

Tabla 1. Dimensiones básicas de la lengua del puma (n=3).

Lengua (mm)	
Largo total	123 ± 4
Ancho del ápex	38 ± 1
Ancho del cuerpo	42 ± 2
Ancho de la raíz	35 ± 2
Espesor del ápex	6 ± 1
Espesor del cuerpo	21 ± 2
Espesor de la raíz	20 ± 2

La superficie dorsal de la lengua estaba densamente cubierta por papilas filiformes, de forma y longitud variable dirigiéndose hacia caudal desde el centro del ápex hasta la raíz. Entre las mismas y en los bordes laterales del cuerpo se distribuían papilas de tipo fungiforme. En la parte dorsal de la raíz se observaron dos papilas circunvaladas o valladas simétricamente dispuestas de cada lado, las más caudales de ambos lados estaban más próximas entre sí, las más rostrales se alejaban más (Figura 1).

La cara ventral del ápex cerca del borde y la superficie ventral de la parte rostro lateral del cuerpo presentaron papilas de tipo filiforme.

4.2. Estereomicroscopía

4.2.1. Sector dorsal del ápex

La superficie dorsal del ápex de la lengua presentó papilas filiformes y todas ellas se dirigieron hacia caudal (Figura 1). Las puntas de estas papilas eran notablemente

puntiagudas en este sector de la lengua siendo en el sector rostral de escaso desarrollo (Fig. 2a) mientras que hacia caudal fueron de mayor tamaño (Figura 2b), en este sector en la transición con el cuerpo, fue notoria la presencia de dos tipos de papilas filiformes, una de ellas tenía forma más globulosa con superficie irregular granulosa o estructuras similares a pápulas con punta más redondeada y otras compuesta por una parte basal de superficie granulosa y una parte distal lisa que terminaba en punta con forma de capuchón (Figura 2c).

Las pocas papilas fungiformes se encontraban dispersas entre papilas filiformes.

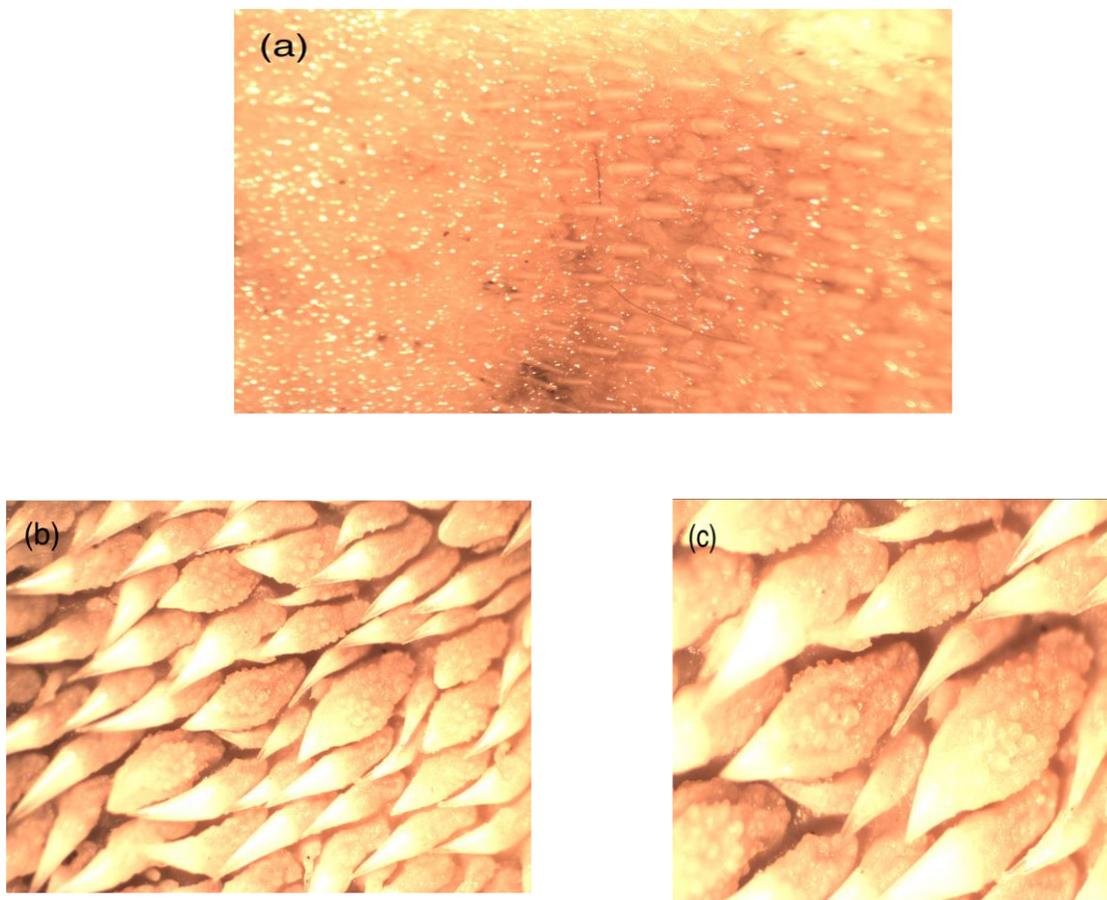


Figura 2. Estereomicroscopía de la superficie dorsal del ápex lingual: (a) papilas filiformes del sector rostral. (b) papilas filiformes puntiagudas en el sector caudal. (c) dos tipos de papilas filiformes en la transición con el cuerpo.

4.2.2. Sector dorsal del cuerpo

Las papilas filiformes en la superficie lingual dorsal eran más voluminosas y grandes que las papilas filiformes ubicadas en el ápice. En la mitad rostral del cuerpo lingual, las papilas filiformes eran más largas y cilíndricas, mientras que en la mitad caudal ocurrió una transición hacia papilas cónicas dispuestas densamente, y cada papila estaba terminada por un extremo puntiagudo (Figura 3).

Distribuidas entre las papilas filiformes se observaron dispersas las papilas fungiformes que eran más frecuentes que en el ápex (Figura 4).

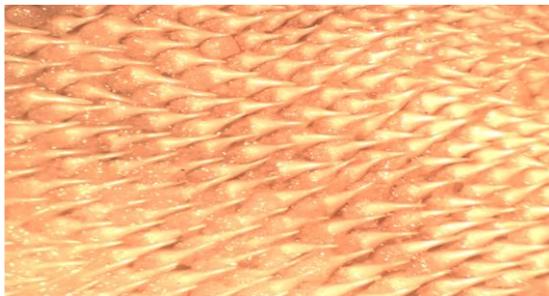


Figura 3. Estereomicroscopía del sector dorsal del cuerpo lingual. Se observan papilas filiformes cónicas.

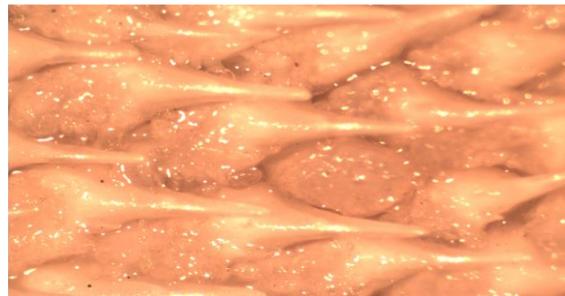


Figura 4. Estereomicroscopía de las papilas fungiformes en la superficie dorsal del cuerpo lingual.

4.2.3. Sector ventral de ápex y cuerpo

En las partes ventrolaterales del ápex y cuerpo las papilas filiformes se distribuyeron densamente (Figura 5a), las mismas se orientaron en dirección variable, pero tendiendo hacia caudal. En este sector las papilas filiformes presentaron extremidad bífida o ramificada (Figura 5b). La región central de la superficie ventral de la lengua carecía de papilas (Figura 19a). Más cerca del borde lateral se observaron papilas fungiformes redondeadas (Figura 6).

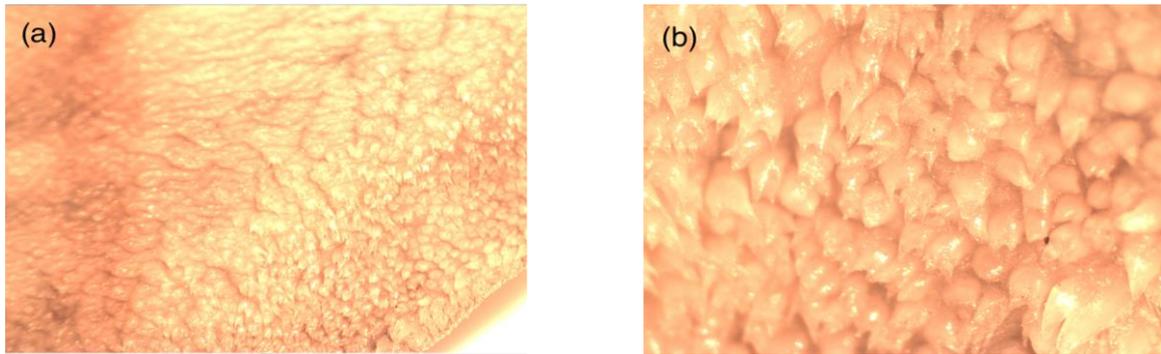


Figura 5. Estereomicroscopía del sector ventrolateral del ápex y cuerpo lingual. a) papilas filiformes de la superficie ventral lingual. b) extremidad bífida o ramificada de dichas papilas.

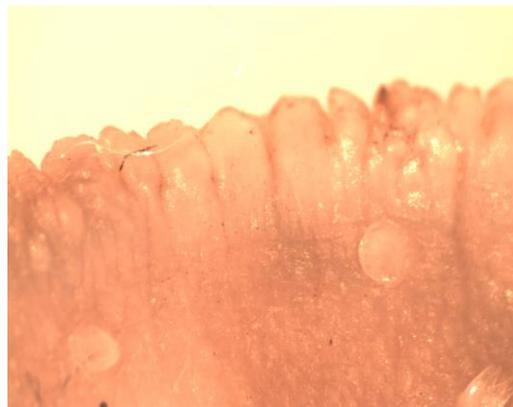


Figura 6. Estereomicroscopía de las papilas fungiformes en el sector ventrolateral lingual.

4.2.4. Papilas circunvaladas

En la transición del cuerpo a la base lingual, se localizaron cuatro papilas circunvaladas organizadas en forma de “V”, encontrándose simétricamente dispuestas de cada lado (Figura 18). Cada papila circunvalada estaba rodeada por una almohadilla anular gruesa en forma de herradura, que estaba formada por papilas filiformes cónicas más largas y puntiagudas. Estas papilas presentaron una superficie irregular y rugosa (Figura 7 y 8).

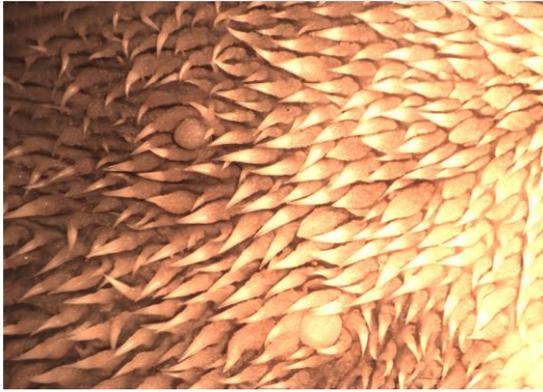


Figura 7. Estereomicroscopía de las papilas circunvaladas de la superficie dorsal lingual.

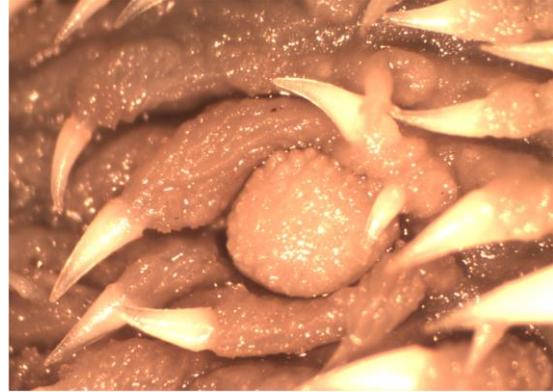


Figura 8. Estereomicroscopía de papila circunvalada. Se observa la misma rodeada por una almohadilla anular formada por papilas filiformes cónicas.

4.2.5. Raíz

A nivel de la raíz se encontraron papilas filiformes más alargadas y delgadas (Figura 9) que se distribuyeron cada vez más separadas entre sí y que perdieron gradualmente su parte distal en forma de capuchón. Finalmente, la raíz se volvió lisa cerca de la epiglotis.

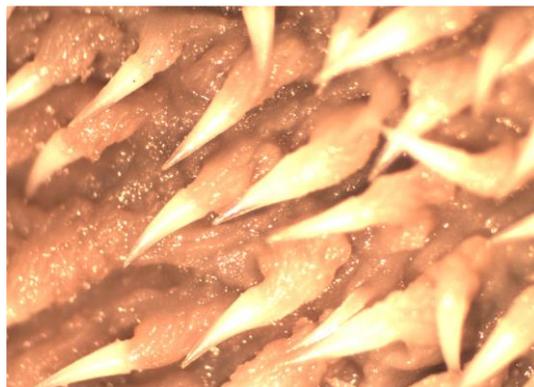


Figura 9. Estereomicroscopía de las papilas filiformes en la raíz lingual.

4.3. Microscopía electrónica de barrido

4.3.1. Sector dorsal del ápex

Con el microscopio electrónico de barrido se visualizó claramente que las papilas filiformes eran más irregulares y tenían múltiples proyecciones secundarias que emergían de la base de la papila principal (Figura 10). La parte principal o cuerpo de la papila filiforme midió $268,2 \pm 20,5 \mu\text{m}$ y las proyecciones secundarias midieron $135,6 \pm 10,9 \mu\text{m}$. Entre las papilas filiformes se encontraron dispersas papilas fungiformes, éstas tenían poros gustativos en su superficie y medían $237 \times 243 \mu\text{m}$ de ancho y largo respectivamente (Figura 11).

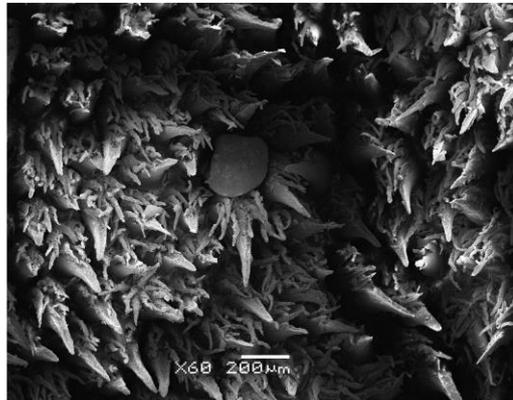


Figura 10. Microscopía electrónica de las papilas filiformes en el ápex dorsal lingual. Se observan las papilas filiformes con proyecciones secundarias.

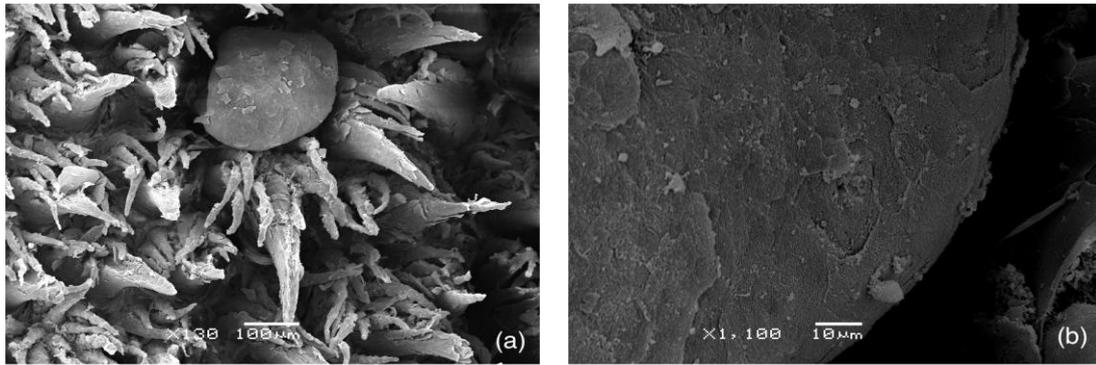


Figura 11. Microscopía electrónica de la superficie dorsal del ápex lingual. a) Papilas fungiformes del ápex dorsal. b) Poros gustativos en papilas fungiformes.

4.3.2. Sector dorsal del cuerpo

Las papilas filiformes en la superficie lingual dorsal eran más voluminosas y grandes que en el ápex. En la mitad rostral del cuerpo lingual, las papilas filiformes eran más largas, cilíndricas y con puntas romas o truncadas (Figura 12). Estas papilas midieron $1301 \pm 100 \mu\text{m}$.

Numerosas masas de papilas filiformes rudimentarias, cortas, con varias proyecciones o ramificaciones (similares a alcachofas) que midieron $468,2 \pm 76,7 \mu\text{m}$ se localizaron entre estas papilas filiformes romas (Figura 12a).

En la mitad caudal del cuerpo lingual, las papilas filiformes estaban dispuestas más densamente, observándose una transición hacia papilas cónicas y cada una de ellas estaba terminada por un extremo puntiagudo, con una longitud de $704,8 \pm 37,8 \mu\text{m}$ (Figura 12 b).

Entre este último tipo de papilas filiformes se distribuyeron las papilas fungiformes que midieron $432 \times 455 \mu\text{m}$ de ancho y largo respectivamente, siendo más grandes que en la parte dorsal del ápex. Las mismas también presentaron poros gustativos (Figura 13).

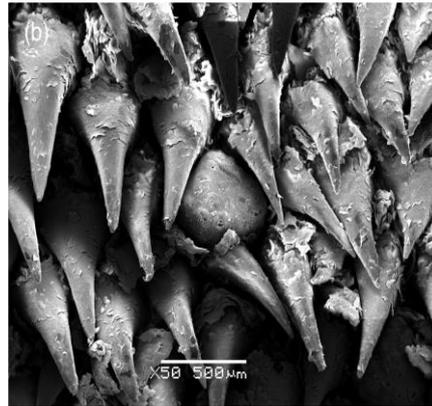
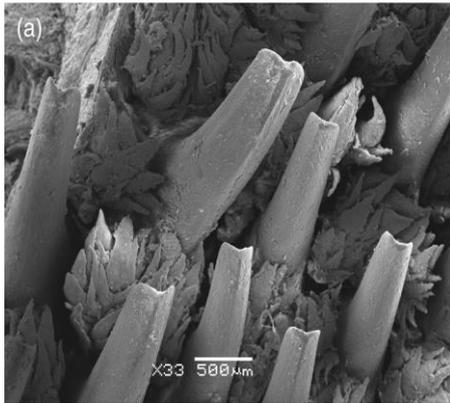


Figura 12. Microscopía electrónica de las papilas filiformes del sector dorsal del cuerpo. a) Mitad rostral con papilas de punta truncada b) Mitad caudal con papilas cónicas de extremo puntiagudo.

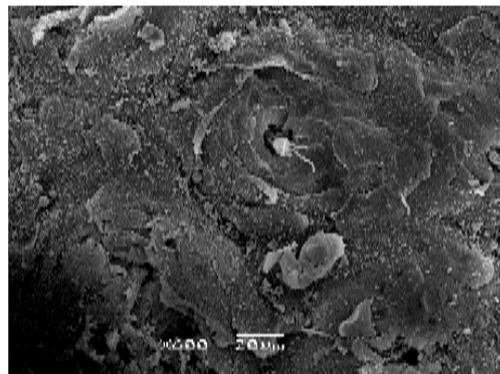
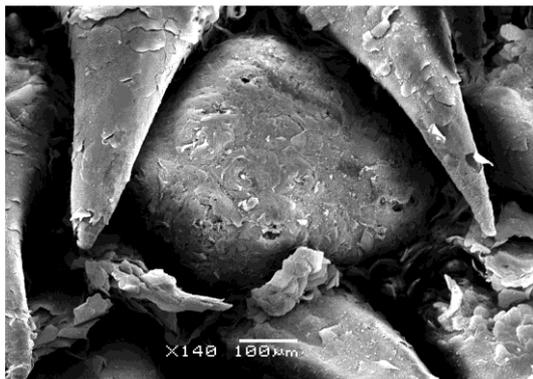


Figura 13. Microscopía electrónica de papila fungiforme en el sector dorsal del cuerpo con poro gustativo.

4.3.3. Sector ventral de ápex y cuerpo

En las partes ventrolaterales del ápex y cuerpo las papilas filiformes se distribuyeron densamente. Cada papila filiforme tenía un cuerpo papilar voluminoso y sorprendentemente, las puntas de estas papilas estaban bifurcadas o ramificadas en algunas de ellas (Figura 14). Las mismas se orientaban en dirección variable, aunque la mayoría apuntaban hacia caudal. Las papilas fungiformes se ubicaron más hacia el borde de la lengua y no entre las filiformes ventrales.

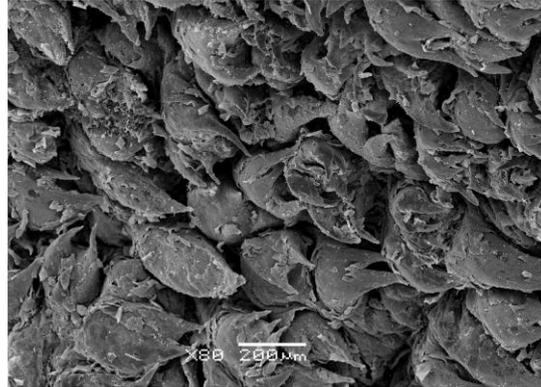


Figura 14. Microscopía electrónica de las papilas filiformes de la superficie ventral lingual. Se observan dichas papilas y en alguna se pueden ver sus terminaciones ramificadas.

4.3.4. Papilas circunvaladas

Las papilas circunvaladas como se dijo anteriormente estaban ubicadas en la transición del cuerpo a la base lingual, en cada mitad lateral de la lengua, rodeadas por una almohadilla anular formada por papilas cónicas altamente queratinizadas (Figura15). La superficie dorsal de la papila circunvalada presentaba múltiples protuberancias en forma de dedos y la punta de cada protuberancia tenía un orificio central (Figura 16).

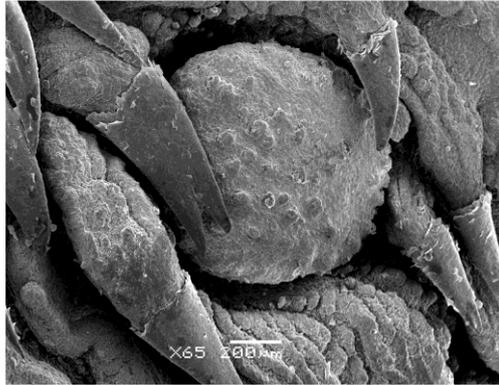


Figura 15. Microscopía electrónica de papila circunvalada. Se observa la papila circunvalada rodeada de papilas filiformes en forma de herradura.

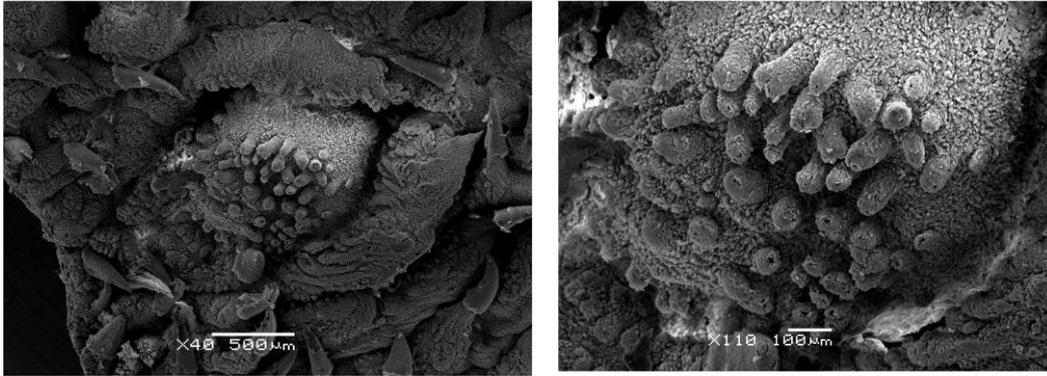


Figura 16. Microscopía electrónica de papila circunvalada con proyecciones en su superficie en forma de dedos con orificio central.

4.3.5. Raíz

Las papilas filiformes cónicas también se observaron en la raíz de la lengua, siendo más alargadas y curvadas hasta que gradualmente perdieron su parte distal en forma de capuchón. Estas se distribuyeron cada vez más separadas entre sí, finalmente la raíz se volvió lisa cerca de la epiglotis. Se detectaron orificios de glándulas salivales linguales en la mucosa lingual lisa entre estas papilas (Figura 17).

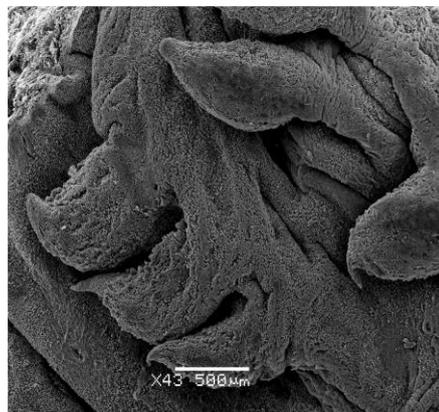


Figura 17. Microscopía electrónica de la raíz lingual. Presenta papilas filiformes cónicas y orificios de ductos salivales en la mucosa.

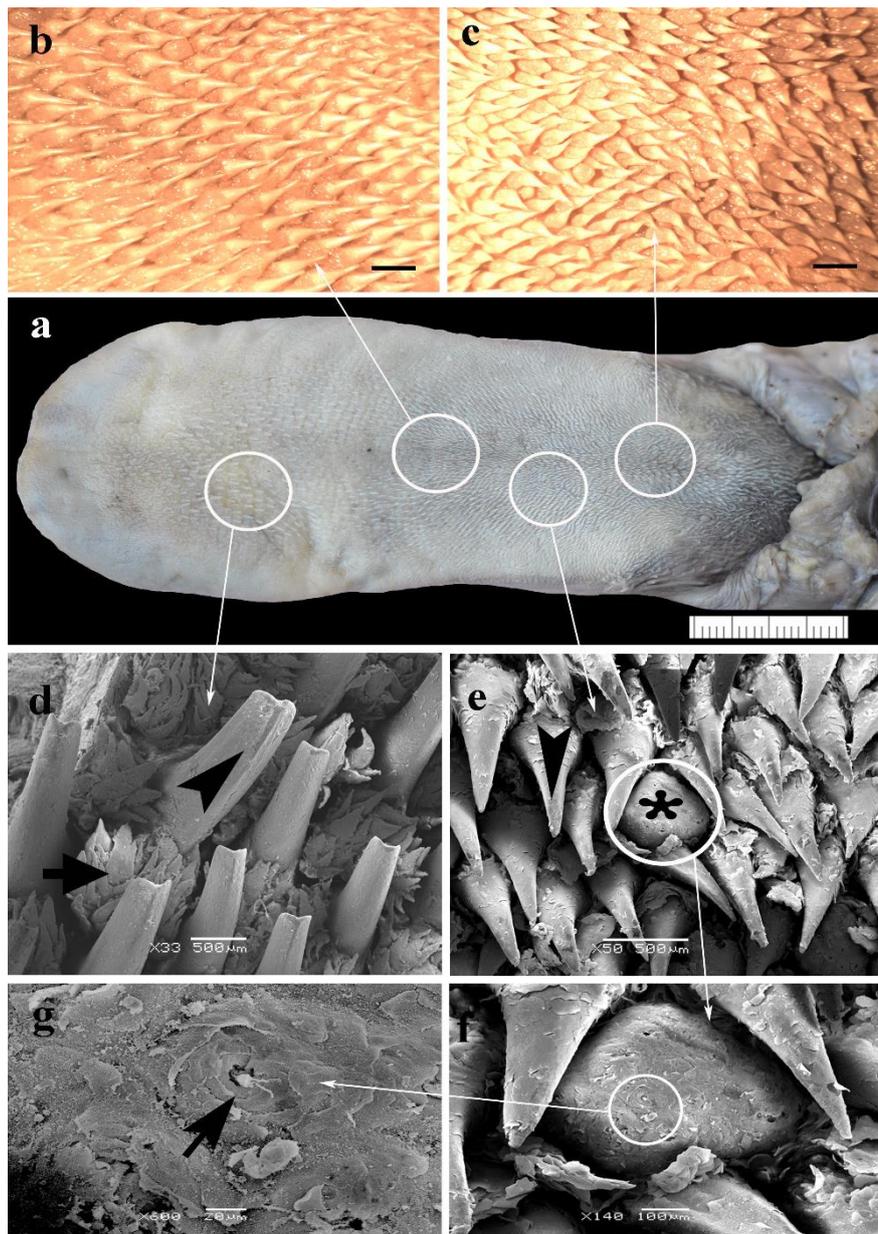


Figura 18. Superficie dorsal lingual observada con las 3 técnicas estudiadas. (a) Vista macroscópica. (b,c) Estereomicroscopía de las papilas filiformes del cuerpo lingual. (d) SEM, papilas filiformes de la mitad rostral del cuerpo. (e) SEM, papilas filiformes de la mitad caudal del cuerpo y papila fungiforme (*). (f,g) Papila fungiforme con poro gustativo en su superficie. Escala: (a) regla en cm, (b,c) 0,5 mm, (d,e) 500 μ m , (f) 100 μ m ,(g) 20 μ m.

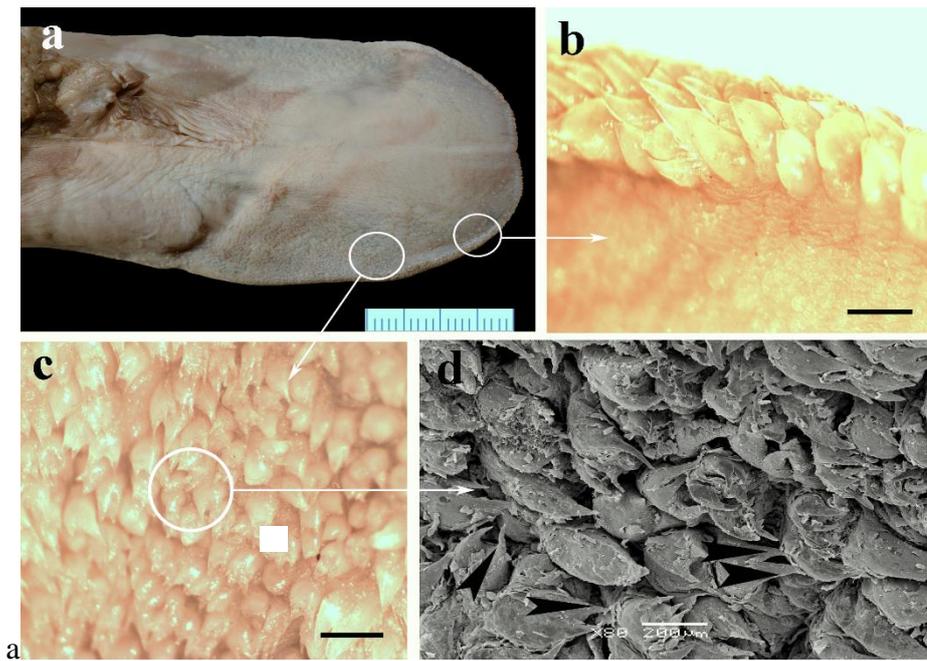


Figura 19. Superficie ventral lingual observada con las tres técnicas estudiadas. (a) vista macroscópica. (b) estereomicroscopía de las papilas filiformes en el margen lateral. (c) estereo microscopía de papilas filiformes con extremidades bifurcadas. (d) SEM papila filiforme bifurcada. Escala :(a) regla en cm, (b,c) 0,2 mm, (d) 200μm.

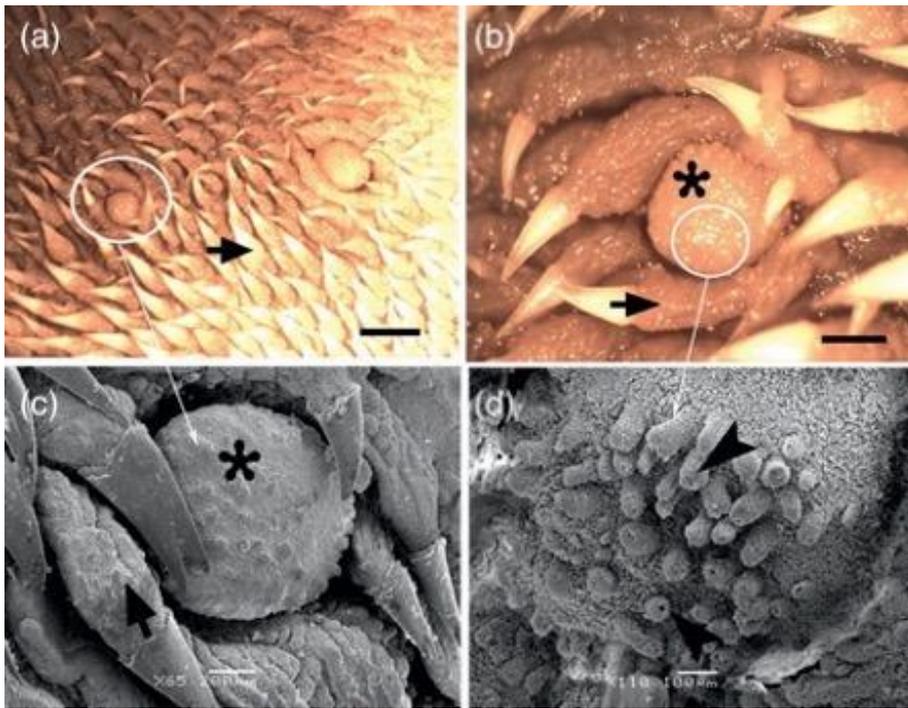


Figura 20. Papila circunvalada observada con dos de las tres técnicas estudiadas. (a,b) estereomicroscopía de papila circunvalada (*) rodeada de papilas filiformes en forma de herradura (flecha). (c) SEM de papila circunvalada (*) y papilas filiformes (flecha) (d) protrusiones similares a dedos en su superficie con orificio central. Escala: (a) 0,5mm, (b) 0,2mm, (c) 200 μ m, (d) 100 μ m.

5. DISCUSIÓN

Hasta donde sabemos, ésta es la primera descripción anatómica de la lengua del puma utilizando estereomicroscopía y microscopía electrónica de barrido. En el orden Carnívora, se han realizado muchos estudios utilizando microscopía electrónica de barrido (Boshell, Wilborn y Singh, 1982; Chamorro et al., 1987; Emura et al., 2000; Emura et al., 2001; Emura et al., 2003; Emura et al., 2004; Emura, Okumura, Chen y Shoumura, 2006; Erdoğan, Lima y Pérez, 2016; Jackowiak y Godynicki, 2004; Jackowiak, Godynicki, Skieresz-Szewczyk y Trzcielińska-Lorych, 2009; Pastor et al., 2008; Pastor, Barbosa, De Paz, García y Ferrero, 2011; Takemura et al., 2009). Estos estudios han revelado variaciones en la morfología lingual, la estructura y la distribución de las papilas en la superficie dorsal entre los géneros de mamíferos.

En el puma, la superficie dorsal del ápice lingual y el cuerpo estaba completamente cubierta por papilas filiformes que se reportaron en muchas especies carnívoras como el oso (Pastor et al., 2011), el jaguar (Emura, Okumura y Chen, 2013), el hurón (Takemura et al., 2009) y gato pescador (Emura, Okumura y Chen, 2014). En el presente estudio, las papilas filiformes tenían muchas proyecciones secundarias que emergían de la base de las papilas principales. De igual manera, las papilas filiformes del gato pescador (Emura et al., 2014), hurón (Takemura et al., 2009), jaguar (Emura et al., 2013), oso (Pastor et al., 2011), marta japonesa (Emura, Okumura y Chen, 2007), suricata (Erdoğan et al., 2016), tigre (Emura et al., 2004), perro mapache y zorro (Emura et al., 2006) tenían varios procesos puntiagudos accesorios o secundarios.

En el hurón (Takemura et al., 2009), estos procesos accesorios se ubicaron adyacentes entre sí en el lado apical de la papila, dispuestos en una distribución circular. Sin embargo, las proyecciones secundarias o accesorias de las papilas filiformes fueron independientes entre sí en puma, gato pescador (Emura et al., 2014), oso (Pastor et al., 2011), jaguar (Emura et al., 2013), perro mapache y zorro (Emura et al., 2006).

Okada y Schraufnagel (2005) revelaron varios tipos de papilas filiformes con procesos accesorios en diferentes regiones de la lengua; además, afirmaron que diferentes partes de la lengua de la zarigüeya tenían diferentes funciones en la masticación habiendo mantenido sus rasgos carnívoros ancestrales, pero también habían desarrollado las características herbívoras de otros marsupiales.

En el presente estudio, las papilas filiformes también se detectaron en los márgenes laterales de la superficie ventral del ápice lingual. Sin embargo, estas papilas aparecieron únicamente en la superficie lingual dorsal y lateral en osos (Pastor et al., 2011). En puma, las papilas filiformes en la parte rostral del cuerpo lingual eran grandes y tenían una forma cilíndrica, lo que también se reportó en la parte rostral del cuerpo lingual del gato pescador (Emura et al., 2014) y la región central del cuerpo lingual de pantera (Emura et al., 2001). Además, estas papilas se describieron como papilas filiformes gigantes en la lengua de tigre (Emura et al., 2004).

En el puma, algunas papilas filiformes de los márgenes ventrales de la lengua tenían puntas bifurcadas y de manera similar, se notificaron papilas filiformes trifurcadas en la zarigüeya común (Okada y Schraufnagel, 2005), pero estaban ubicadas en la superficie dorsal del cuerpo lingual. En tigre (Emura et al., 2004), se detectaron papilas filiformes bífidas en la parte caudal de la lengua.

Las papilas fungiformes redondeadas, se esparcieron al azar en la superficie lingual dorsal del puma. Se observó una distribución similar de las papilas fungiformes en muchas especies de carnívoros como la marta japonesa (Emura et al., 2007), el gato (Ojima, Takeda, Saiki y Matsumoto, 1996) y suricata (Erdoğan et al., 2016). Ojima et al. (1996) dividieron las papilas fungiformes del gato en cuatro tipos. Según estos autores, el proceso principal y accesorio de las papilas fungiformes se dispusieron en el margen basal anterior. Estas papilas se pueden clasificar en cuatro tipos según la forma y el tamaño del proceso principal y el número de procesos accesorios. Necesitamos estudios adicionales para el uso y extrapolación de esta clasificación al puma, león, tigre y otros carnívoros.

Además, en suricata (Erdoğan et al., 2016), tigre (Emura et al., 2004), perro mapache y zorro (Emura et al., 2006), las papilas fungiformes estaban densamente distribuidas en la punta del ápice lingual y se condensaron a lo largo de los márgenes laterales del ápice lingual del hurón (Takemura et al., 2009) y pantera (Emura et al., 2001). En algunas especies de osos (Pastor et al., 2011), las papilas fungiformes redondeadas se ubicaron en toda la superficie dorsal de la lengua como en el puma, pero especialmente se condensaron en la región rostral de la lengua. En la superficie de las papilas fungiformes se detectaron numerosos poros gustativos como se reportó en otros carnívoros como el gato (Chamorro et al., 1987), hurón (Takemura et al., 2009) y osos (Pastor et al., 2011).

Las papilas foliadas no se detectaron en el presente estudio. Asimismo, no se determinó la presencia de las papilas foliadas en el hurón (Takemura et al., 2009), suricata (Erdoğan et al., 2016) y tigre (Emura et al., 2004). A diferencia del puma y otros mamíferos estudiados, se reportaron papilas foliadas en gato (Chamorro et al., 1987), osos (Pastor et al., 2011), perro mapache y zorro (Emura et al., 2006).

En el puma se observaron cuatro papilas circunvaladas en la parte caudal de la lengua. Las mismas se organizaron en forma de V como se informó en el hurón (Takemura et al., 2009). El número de papilas circunvaladas fue muy variable en otras especies de carnívoros; Se reportaron 2 papilas circunvaladas en suricatas (Erdoğan et al., 2016), 4 en tigre (Emura et al., 2004), 10 en pantera (Emura et al., 2001), 8 en hurón (Takemura et al., 2009), 7 en jaguar (Emura et al., 2013), 3 en zarigüeya (Krause y Cutts, 1982; Mançanares et al., 2012; Okada y Schraufnagel, 2005), 4 en marta japonesa (Emura et al., 2007) y 13-14 en osos (Pastor et al., 2011). Las papilas circunvaladas estaban rodeadas por una almohadilla anular en algunos carnívoros (Emura et al., 2001; Emura et al., 2000; Okada y Schraufnagel, 2005; Pastor et al., 2011) al igual que lo visto en el puma. Esta almohadilla estaba formada por papilas cónicas como se informó en el hurón (Takemura et al., 2009), gato (Chamorro et al., 1987) y perro mapache (Emura et al., 2006), mientras enormes papilas filiformes rodeaban las papilas circunvaladas en suricata (Erdoğan et al., 2016) y de forma triangular en pantera (Emura et al., 2001).

La superficie de la papila circunvalada presentaba muchas protuberancias en forma de dedos en el puma. La papila circunvalada tenía una superficie irregular en el suricata (Erdoğan et al., 2016), el tigre (Emura et al., 2004), el perro mapache y el zorro (Emura et al., 2006), mientras que las superficies de las papilas circunvaladas eran lisas en la marta japonesa (Emura et al., 2007).

Cabe destacar que en nuestro estudio si bien los animales se encontraban en cautiverio, su dieta consistía en carne vacuna, muy similar a la de la vida silvestre, pero sería interesante realizar estudios comparativos con animales silvestres y comparar las papilas estableciendo eventuales cambios.

6. CONCLUSIONES

En conclusión, describimos las características anatómicas de la lengua del puma enfocándonos en la especialización morfológica de las papilas linguales y así buscamos mejorar el conocimiento de la anatomía de la lengua en esta especie. Nuestro trabajo comprueba que existen diferencias con las lenguas de otros mamíferos descriptos, aunque las similitudes parecen ser mayores. Las estructuras linguales, la topografía y las características morfológicas de la lengua del puma reflejaban las implicaciones generales de la familia Felidae.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Achaval, F., Olmos, A., y Clara M. (2007). *Mamíferos de la República Oriental del Uruguay: guía fotográfica* (2° ed). Montevideo: Biophoto.
- Boshell, J.L., Wilborn, W.H., y Singh, B.B. (1982). Filiform papillae of cat tongue. *Acta Anatomica*, 114(2), 97-105.
- Canevari, M., y Vaccaro, O. (2007). *Guía de mamíferos del sur de América del Sur*. Buenos Aires: L.O.L.A.
- Caragiulo, A., Dias-Freedman, I., Clark, J., Rabinowitz, S., y Amato, G. (2013). Mitochondrial DNA sequence variation and phylogeography of Neotropical pumas (*Puma concolor*). *Mitochondrial DNA*, 25(4), 304–312.
- Currier, M.J.P. (1979). *An age estimation technique and some normal blood values for mountain lion (Felis concolor)* (Tesis de doctorado). Universidad Estatal de Colorado, Fort Collins.
- Caso, A., Lopez-Gonzalez, C.A., Payan, E., Eizirik, E., de Oliveira, T., Leite-Pitman, R., ... Lucherini, M. (2008). *Puma concolor*. Recuperado de www.iucnredlist.org
- Chamorro, C.A., Sandoval, J., Fernández, J.G., Fernández, M., y Paz, P.D. (1987). Estudio comparado de las Papilas linguales del Gato (*Felis catus*) y del Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) mediante el Microscopio electrónico de barrido. *Anatomía, Histología, Embryología*, 16(1), 37–47.
- Cheida, C.C., y Santos, L.B. (2010). Ordem Carnívora. En N.R. Reis, A.L. Perachi, M.N. Fregonezi y B.K. Rossaneis (Ed.) , *Mamíferos do Brasil: Guia de Identificação* (pp 463-92). Rio de Janeiro: Technical Books.
- Chimento, N.R., y De Lucca, E.R. (2014). El Puma (*Puma concolor*) recoloniza el centro y este del ecosistema de las Pampas. *Historia Natural*, 4(2), 13-51.
- Concha, I., Adaro, L., Borroni, C., y Altamirano, C. (2004). Anatomical considerations over the intrinsic musculature of thoracic limb of puma (*Puma concolor*). *International Journal of Morphology*, 22(2), 121-125.

- Emura, S., Hayakawa, D., Chen, H., y Shoumura, S. (2001) Morphology of the dorsal lingual papillae in the newborn panther and Asian black bear. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 78(5), 173-177.
- Emura, S., Hayakawa, D., Chen, H., y Shoumura, S. (2003). SEM and gross study on the lingual surface of the lion, *Panthera leo*. *Mammalian Science*, 43(1), 45-50.
- Emura, S., Hayakawa, D., Chen, H., y Shoumura, S. (2004). Morphology of the lingual papillae in the tiger. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 81(2-3), 39-43.
- Emura, S., Okumura, T., Chen, H., y Shoumura, S. (2006). Morphology of the lingual papillae in the raccoon dog and fox. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 83(3), 73-76.
- Emura, S., Okumura, T., y Chen, H. (2007). Morphology of the lingual papillae in the Japanese marten. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 84(2), 77-81.
- Emura, S., Okumura, T., y Chen, H. (2013). Morphology of the lingual papillae in the jaguar. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 89(4), 93–97.
- Emura, S., Okumura, T., y Chen, H. (2014). Morphology of the lingual papillae in the fishing cat. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 90(4), 79–83.
- Emura, S., Tamada, A., Hayakawa, D., Chen, H., y Shoumura, S. (2000). Morphology of the dorsal papillae in the bush dog (*Speothos venaticus*). *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 77(5), 137–141.
- Erdoğan, S., Lima, M., y Pérez, W. (2016). Anatomical and Scanning Electron Microscopic Study of the Tongue in the Meerkat (*Suricata suricatta*, Schreber, 1776). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 45(1), 51-59.
- Gittleman, J.L. (1989). Carnivore group living: Comparative Trends. En *Carnivore behavior, ecology, and evolution* (pp. 183-207). Boston: Springer.
- Gómez-Ortiz, Y., Monroy-Vilchis, O., Fajardo, V., Mendoza, G., y Urios, V. (2011). Is food, quality important for carnivores? The case of *Puma concolor*. *Animal Biology*, 61(3), 277–288.

- González, E.M. (2001). *Guía de campo de los mamíferos de Uruguay. Introducción al estudio de los mamíferos*. Montevideo: Vida Silvestre.
- Holmes, B.R., y Laundré, J.W. (2006). Use of open, edge and forest areas by pumas *Puma concolor* in winter: are pumas foraging optimally?. *Wildlife Biology*, 12(2), 201-209.
- Hornocker, M.G. (1969). Winter territoriality in mountain lions. *The Journal of Wildlife Management*, 33(3), 457-464.
- Hornocker, M.G., Jonkel, C., y Mech, L.D. (1979). Family felidae. Mountain lion (*Felis concolor*). Wild animals of North America. Washington, D.C: National Geographic.
- Iriarte, J.A., Franklin, W.L., Johnson, W.E., y Redford K.H. (1990). Biogeographic variation of food habits and body size of the America puma. *Oecologia*, 85, 185-190.
- Iwasaki, S. (2002). Evolution of the structure and function of the vertebrate tongue. *Journal of Anatomy*, 201(1), 1-13.
- Jackowiak, H., y Godynicki, S. (2004). The scanning electron microscopic study of lingual papillae in the silver fox (*Vulpes vulpes fulva*, Desmarest, 1820). *Annals of anatomy*, 186(2), 179-183.
- Jackowiak, H., Godynicki, S., Skieresz-Szewczyk, K., y Trzecielińska-Lorych, J. (2009). Scanning Electron Microscopic Study of the Lingual Papillae in the Arctic Fox (*Alopex lagopus* L., 1758). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 38(5), 377-381.
- Kelly, M., Noss, A., Di Bitetti, M., Maffei, L., Arispe, R., Paviolo, A., ... Di Blanco, Y. (2008). Estimating Puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina and Belize. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 408-418.
- Kilinc, M., Erdogan, S., Ketani, S., y Ketani, M.A. (2010). Morphological study by scanning electron microscopy of the lingual papillae in the Middle East blind mole rat (*Spalax ehrenbergi*, Nehring, 1898). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 39, 509-515.

- Krause, W.J., y Cutts, J.H. (1982). Morphological Observations on the Papillae of the Opossum Tongue. *Acta Anatomica*, 113(2), 159-168.
- Kobayashi, K., Jackowiak, H., Frackowiak, H., Yoshimura, K., y Kumakura, M. (2005). Comparative morphological study on the tongue and lingual papillae of horses (Perissodactyla) and selected ruminantia (Artiodactyla). *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 110(2), 55–63.
- Laundré, J.W., y Hernández, L. (2010). What we know about pumas in Latin America. En M.G. Hornocker y S. Negri (Eds.), *Cougar: ecology and conservation* (pp 76- 90). Chicago: University of Chicago Press.
- Leyhausen, P. (1979). *Cat behavior: The predatory and social behavior of domestic and wild cats*. New York: Garland STPM Press.
- Logan, K.A., e Irwin, L.L. (1985). Mountain lion habitats in the Bighorn Mountains, Wyoming. *Wildlife Society Bulletin*, 13(3), 257-262.
- Macdonald, D.W., y Loveridge, A.J. (2010). *Biology and conservation of wild felids*. New York: Oxford University Press.
- Machado, A.M.B., Martins, C.S., y Drummond, G.M. (2005). *Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- Mançanares, C. A. F., Santos, A. C., Piemonte, M. V., Vasconcelos, B. G., Carvalho, A. F., Miglino, M. A.,..., Neto, A. C. A. (2012). Macroscopic and microscopic analysis of the tongue of the common opossum (*Didelphis marsupialis*). *Microscopy Research and Technique*, 75(10), 1329–1333.
- Marchini, S. (2009) *Guía de convivencia gente y jaguares*. Mato Grosso: Amazonarium Ltda.
- Martínez, J.A., Rudolf, J.C., y Queirolo, D. (2010). *Puma concolor* (Carnivora, Felidae) en Uruguay: situación local y contexto regional. *Mastozoología Neotropical*, 17(1), 153-159.
- Meloro, C., Clauss, M., y Raia, P. (2015). Ecomorphology of Carnivora challenges convergent evolution. *Organisms Diversity & Evolution*, 15(4), 711-720.

- Monroy-Vilchis, O., Urios, V., Zarco-González, M., y Rodríguez-Soto, C. (2009). Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology*, 59(2), 145-157.
- Nielsen, C., Thompson, D., Kelly, M., y Lopez-Gonzalez, C.A. (2015). *Puma concolor* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2015. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en>
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature . (2017) *Nómina Anatómica Veterinaria* (6ª ed.). Hanover : Editorial I.C.V.G.A.N.
- Ojima, K., Takeda, M., Saiki, C., y Matsumoto, S. (1996). Angioarchitectural classification of the fungiform papillae in the cat tongue. *Zoological Science*, 13(4), 533-535.
- Okada, S., y Schraufnagel, D.E. (2005). Scanning electron microscopic structure of the lingual papillae of the common opossum (*Didelphis marsupialis*). *Microscopy and Microanalysis*, 11(4), 319-332.
- Parera, A. (2002). *Los mamíferos de la Argentina y la región austral de Sudamérica*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Pastor, J.F., Barbosa, M., y De Paz, F.J. (2008). Morphological study of the lingual papillae of the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) by scanning electron microscopy. *Journal of Anatomy*, 212(2), 99-105.
- Pastor, J.F., Barbosa, M., De Paz, F.J., García, M., y Ferrero, E. (2011). Functional and comparative study of lingual papillae in four species of bear (Ursidae) by scanning electron microscopy. *Microscopy Research and Technique*, 74(10), 910-919.
- Pautasso, A. A., Fandiño, B., y Raimondi, V. (2008). *Mamíferos de la provincia de Santa Fe, Argentina*. Santa Fe: Ediciones Biologica.
- Payán, E. (2004). *Diagnóstico, análisis y propuestas de manejo para el conflicto de predación entre carnívoros y los sistemas productivos de la región Andina con énfasis en el eje cafetero de Colombia*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

Shaw, H.G., Beier, P., Culver, M., y Grigione, M. (2007). Puma field guide. A guide covering the biological considerations, general life history, identification, assessment, and management of *Puma concolor*. The Cougar Network.

Takemura, A., Uemura, M., Toda, I., Fang, G., Hikida, M., y Suwa, F. (2009). Morphological study of the lingual papillae in the ferret (*Mustela putorius furo*). Okajimas Folia Anatomica Japonica, 86(1), 17-24.

Terborgh, J. (1988). The big things that rule the world - a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology*. 2(4), 402-403.

Walker, E. (2018). *Presencia potencial de puma (Puma Concolor) en Uruguay en un contexto regional* (Tesis de grado). Facultad de ciencias, UDELAR, Montevideo.

Wilson, D.E., y Reeder, D.M. (2005) *Mammal Species of the World* (3ª edición, 2 vols.) Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Wolf, F. (2001). *Vertebrate ecology in caatinga: A. Distribution of wildlife in relation to water. B. Diet of pumas (Puma concolor) and relative abundance of fields* (Tesis de maestría). Universidad de Missouri-St. Louis.

Zeller, K.A. (2007). *Jaguars in the New Millennium Data Set Update: The State of the Jaguar in 2006*. New York: Wildlife Conservation Society. Recuperado de <https://databasin.org/datasets/ab4e719799dd412485b4eb441c0221e7/>