

Marllury Quintero Virguez B.Sc.¹

Rocio Johanna Bonilla Lizarazu B.Sc.¹

Edwin Gómez Ramírez, Especialista
en Acuicultura Continental¹

Daniel Rodríguez Caicedo M.Sc.¹

Hernán Hurtado Giraldo Ph.D.^{1,2}

DISTRIBUCIÓN DE BOTONES GUSTATIVOS EN LOS BARBILLONES DEL CAPITÁN DE LA SABANA (*Eremophilus mutissi*)

TASTE BUD DISTRIBUTION ON BARBELS OF THE CAPITÁN DE LA SABANA
(*Eremophilus mutissi*)

Recibido 15 de septiembre de 2009

Aceptado 9 de octubre de 2009

1. Programa de Biología Aplicada Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada. Cra 11 101-80. Bogotá Colombia.
2. Autor para correspondencia: hernan.hurtado@unimilitar.edu.co

RESUMEN

El pez tropical *Eremophilus mutissi*, es endémico del altiplano cundinamarqués en Colombia. Con el objetivo de definir el número y distribución de botones gustativos en los barbillones, se tomaron muestras proximales, medias y distales de 11 individuos de los barbillones nasales, rictales y mandibulares. Las muestras se fijaron en formaldehído al 4%, se deshidrataron en etanol e isopropanol, se impregnaron en parafina y se realizaron cortes de 5 µm de espesor. Los botones gustativos tienen una distribución no aleatoria, la mayor densidad de botones se presenta en los niveles distales y la menor densidad en los niveles proximales de los barbillones. No se encontraron diferencias entre los tipos de barbillones. Estos presentan una estructura compatible con función sensorial importante para la interacción con el medio donde habita esta especie bentónica de aguas turbias y lentas, con poca visibilidad.

Palabras clave: Sistema sensorial, botón gustativo, barbillones, *Eremophilus mutissi*, ecología

ABSTRACT

The tropical freshwater fish *Eremophilus mutissi* is endemic to the Cundinamarca highland in Colombia. In order to define the number and distribution of taste buds, proximal, medial and distal samples were taken from 11 specimens at nasal, rictal and mandibular barbels, fixed in 4% formaldehyde, dehydrated in ethanol and isopropanol, embedded in paraffin and sectioned at 5 µm. The taste buds have a non random distribution, with more buds at the distal barbel levels, while lower density of bud was detected

at proximal barbel levels. No differences were detected among the three pairs of barbels. Barbels present a structure compatible with a sensory function, important for the interaction with the environment where this bentonic species lives: slow water with low visibility.

Key words: sensory system, taste bud, barbels, *Eremophilus mutissi*, ecology

INTRODUCCIÓN

El Capitán de la Sabana, *Eremophilus mutissi* es endémico de las aguas naturales fluviales y lacustres del altiplano Cundiboyacense (Borissov y Canosa, 2000). Cambios ecológicos como disminución en la calidad y cantidad de las aguas del altiplano, resultado de la contaminación, la pérdida de la cobertura vegetal de las cabeceras de los ríos y quebradas y el uso indebido de los recursos hídricos, entre otros han deteriorado su hábitat; razones que hacen que el capitán de la sabana sea catalogado como especie casi amenazada (Mojica et al, 2002; Ocampo et al, 2006). A pesar que se han realizado algunos trabajos sobre esta especie (Cala, 1987; González y Rosado, 2007; Mayorga, 1992; Rodríguez, 1991; Rodríguez, 2000; Rosado y González, 2005), la información sobre la estructura de los barbillones de *E. mutissi* es escasa (Bonilla et al., 2005). Actualmente se cuenta con descripciones de la piel (Bonilla et al, 2008) y los ojos (Tovar et al, 2008) de esta especie. La escasez de botones gustativos en la piel (Bonilla et al, 2008), y el poco desarrollo de los ojos (Tovar et al, 2008), indican que esta especie debe contar con otros sistemas para interactuar con el ambiente. Se sabe que los “peces gato” tienen órganos externos como barbillones involucrados con los estímulos gustativos

y táctiles (Aguirre y Lombarte, 2000). Este trabajo muestra que los barbillones en *E. mutissi* poseen las estructuras necesarias para cumplir un papel sensorial, que probablemente le permiten ayudar a suplir las deficiencias anotadas anteriormente y relacionarse con el ambiente turbio y fangoso en el cual vive esta especie.

Descripción de *E. mutissi*

El Capitán de la sabana se caracteriza por ser un pez sin escamas, con cuerpo cilíndrico, la cabeza es dorso ventralmente aplanada y la región caudal dorso lateralmente aplanada, su piel es lisa recubierta por una capa de mucus y la cabeza presenta tres pares de barbillones narinal, rictal y mandibular (Mayorga, 1992; Piedrahita, 1994; Rodríguez, 2000).

Posee ojos pequeños cuyo diámetro puede variar entre 2 a 2,6 mm. de acuerdo a la talla del individuo, presentando una retina delgada, además cuenta con una membrana transparente para su protección llamada *Speculum* (Mayorga, 1992; Tovar et al, 2008). La piel del capitán está formada por una epidermis con células secretoras y pocos botones gustativos, una dermis de tejido conectivo y una hipodermis rica en tejido adiposo (Bonilla et al, 2008). Presenta dos pares de narinas que se encuentran separadas entre sí y una serie de aproximadamente diez pares de poros sensoriales (Mayorga, 1992). Cuenta con un par de aletas pectorales, una dorsal, una anal y una caudal (Jiménez y Pinto, 2005).

Barbillones en peces

Las descripciones histológicas de los barbillones realizada por Grazzle (1976), McCormick (1993) y Ogawa et al, 1997, muestran que estos están formados por un centro de cartílago y tejido

nervioso, además presentan dos capas cutáneas características de la piel, donde la dermis se caracteriza por ser delgada y poseer fibras nerviosas que llegan a la base de los botones gustativos (ubicados en la epidermis carente de células clava), razón por la cual se considera que cumplen una función sensitiva. Grazzle (1976) y Reutter et al. (2000) describen estos botones gustativos como estructuras en forma de matraz, con núcleos localizados centralmente cerca de la base y con la distinción de tres tipos celulares: 1) células receptoras o sensoriales de forma alargada, localizadas en el centro del botón con largos procesos que forman la porción apical de esta estructura, 2) células de soporte que están localizadas en la periferia entre las células sensoriales y las células que rodean el epitelio y 3) células basales de forma ovalada que se ubican en la base del botón. Según Grazzle (1976) estas estructuras gustativas son especialmente numerosas en los barbillones, y también se ubican sobre toda la superficie externa de la línea media, boca, faringe y esófago anterior, donde presentan la misma estructura a pesar de su localización. Reutter (2000) reconoce como función de los botones gustativos la detección de comida por parte del pez a través de distintas sustancias químicas a una distancia corta, lo cual difiere con el sistema olfativo de los peces que es conocido por percibir sustancias químicas a largas distancias, permitiendo que el pez encuentre alimento y se comuniquen con otros peces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Histoembriología ubicado en la sede Río Grande (Cajicá) de la Facultad de Ciencias de la UMNG.

La captura de los ejemplares realizada por Jiménez y Pinto (2005), se llevó a cabo en el periodo comprendido durante octubre de 2002 – mayo de 2004, en un tramo del Río Bogotá (aproximadamente 150 m) en la vereda Cacicazgo aledaña al municipio de Suesca. Se utilizaron once individuos con una longitud y peso total promedio de 22,01 cm. y 92,70 gr, respectivamente. Estos individuos fueron anestesiados con MS-222, sacrificados y fijados por inmersión en una solución de formaldehído 4% (Prophet, 1995). Se tomaron los barbillones mandibulares, rictales y narinales y se dividieron en tres niveles distal, medio y proximal, según su cercanía al cuerpo. Se procesaron las muestras siguiendo el esquema corto propuesto por Prophet (1995). Los bloques incluidos en parafina se cortaron transversalmente con un micrótopo rotatorio (Microm HM340E) graduado para obtener cortes transversales de 5 μm de espesor. Estos cortes se tiñeron con Hematoxilina de Harris y Eosina (H y E). Se realizaron observaciones con el microscopio de luz (CARL ZEISS AXIOSKOP 2 PLUS), posteriormente se realizó la captura de imágenes con la cámara CANON Power Shot G5.

Para el estudio histomorfométrico se emplearon las imágenes capturadas y el software de procesamiento y análisis de imágenes Scion Image PC (www.scioncorp.com) de libre distribución en internet, con el cual se determinó el número de botones gustativos, se midió el área de cada corte para establecer la cantidad de botones en un área total de 20.000 μm^2 con el fin de hacer comparables los datos obtenidos. Este procedimiento se realizó para cada barbillón, en cada uno de los tres niveles seleccionados (distal, medial y proximal), de tal forma que finalmente se obtuvo un dato único por cada nivel de cada barbillón de cada ejemplar.

La metodología experimental corresponde a un diseño de bloques completos al azar con estructura de tratamientos factorial, donde se emplearon los datos obtenidos con la evaluación histomorfométrica y se analizaron con el software estadístico R-Project versión 2.1.1 de libre distribución en internet (www.r-project.org), con el cual se efectuaron pruebas de normalidad con el test Shapiro Wilk, seguido de un ANAVA para reconocer si existían diferencias en el número de botones gustativos teniendo en cuenta el tipo de barbillón y el nivel. A continuación se realizó un test de Tukey Kramer de comparación de medias para definir dichas diferencias. Finalmente, se corroboraron las diferencias significativas obtenidas con el software calculando el intervalo de confianza al 95%, que se determinó luego de hallar el producto entre el error estándar de los datos y el valor de $t_{(0.05/2, n-1)}$ (Zar, 1999); para este caso se consideraron diferentes las variables en las cuales los intervalos no se traslapan. Este último procedimiento se realizó para dar mayor confiabilidad a los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adicional a las células propias del epitelio, se observan células mucosas y estructuras sensoriales como botones gustativos que nacen desde la dermis. La tabla 1 presenta los resultados histomorfométricos de la comparación del

Barbillón Nivel	NARINAL	RICTAL	MANDIBULAR
Distal	1,52 $\pm$ 0,10	1,14 $\pm$ 0,08	1,55 $\pm$ 0,09
Medio	0,87 $\pm$ 0,07	0,89 $\pm$ 0,05	0,90 $\pm$ 0,04
Proximal	0,59 $\pm$ 0,03	0,33 $\pm$ 0,03	0,52 $\pm$ 0,02

Tabla 1. Resultados morfométricos de barbillones. Cada valor representa el número de estructuras /20.000 μm^2 (promedio $\pm$ error estándar de la media).

número de botones gustativos, dependiendo del tipo de barbillón y el nivel de cada uno.

La epidermis se caracterizó por presentar la mayor cantidad de botones gustativos comparado con la piel (Bonilla et al, 2008). Estos resultados indican que estructuras quimiorreceptoras y tejido nervioso en los barbillones de *E. mutissi*, pueden estar directamente relacionadas con las funciones gustativas (búsqueda y selección de alimento) intrínsecas de estos órganos como se puede inferir al reconocer que la piel esta poco involucrada en la recepción de señales químicas (Bonilla et al, 2008). Lo anterior sumado a la poca agudeza visual de este pez (Tovar et al, 2008), permite considerar que los barbillones son una adaptación para habitar aguas turbias (Bonner y Wilde, 2002).

Una posible adaptación morfológica asociada con la función táctil de los barbillones y el hábitat de *E. mutissi* es dada por la forma de su cabeza, que le permite remover el sustrato cuando este realiza actividades de forrajeo. Esto complementaría y facilitaría la función sensorial de los barbillones.

Se presentaron diferencias significativas en el número de botones gustativos evaluados por nivel, la mayor densidad de estos se evidenció en el nivel distal. Esta variación en términos funcionales sugiere el papel biológico que los botones gustativos a nivel distal cumplen como detectores y seleccionadores de alimento, como se ha observado en los peces gato que presentan un sentido del gusto bien desarrollado para el forrajeo y la alimentación (Pohlmann et al, 2004). Además, el continuo desgaste generado por el contacto con el sustrato implica una regeneración constante de estas estructuras a nivel distal (Aguirre, 2000).

Los resultados muestran que no existen diferencias entre barbillones, indicando que los tres

pares cumplen funciones sensoriales y de protección de forma similar. Es importante tener en cuenta que la similitud de función que se asume para los barbillones es en términos de cantidad de estructuras presentes, porque no se conoce información relacionada con el tipo de botón y las innervaciones asociadas a cada barbillón ya que este tipo de estudio no permite ese nivel de detalle.

Finalmente, organismos que habitan ambientes con campos visuales restringidos poseen barbillones cortos con mayor densidad de botones gustativos que le permiten localizar la comida de forma más fácil (Lombarte y Aguirre, 1997). Esto coincide con lo que se conoce del hábitat del capitán de la sabana.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado en su totalidad por la Universidad Militar Nueva Granada y su Facultad de Ciencias.

Agradecemos a las doctoras Jazmín Jiménez y Gloria Pinto por el material biológico utilizado para realizar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre H. 2000. Aspectos biológicos y ecológicos del salmote de fango *Mulus barbatus* y del salmote de roca *Mulus surmuletus* del mediterráneo noroccidental. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España.
2. Aguirre H, Lombarte L. 2000. Distribution pattern of taste buds along hyoidal barbels of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *Brain, Behavior and Evolution* 56: 323-329. (Abstract).
3. Bonilla RJ, Quintero M, Hurtado H. 2005. Estudio histológico preliminar de piel y barbillones del pez capitán de la sabana *Eremophilus mutissi* (Humboldt, 1805). *Revista Facultad de Ciencias UMNG* 1:75-77.

4. Bonilla RJ, Quintero M, Gómez E, Rodríguez D, Hurtado H. 2008. Histología y morfometría de piel del pez *Eremophilus mutissi* (Trichomycteridae, Siluriformes). *Rev. Biol Trop.* 56:885-893.
5. Bonner TH, Wilde GR. 2002. Effects of turbidity on prey consumption by prairie stream fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 131:1203-1208.
6. Borissow C, Canosa A. 2000. Aislamiento e identificación de las bacterias presentes en lesiones externas e internas del capitán de la sabana, *Eremophilus mutissi* (Humboldt, 1805). *Geotrópica* 5:5-14.
7. Cala P. 1987. Aereal respiration in the catfish, *Eremophilus mutissi* (Trichomycteridae, Siluriformes), in the Rio Bogotá basin, Colombia. *J. Fish Biol.* 31:301-303.
8. Gonzáles AJ, Rosado R. 2007. Aspectos del desarrollo embrionario del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutissi*). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.* 54:196 – 197
9. Grazzle J. 1976. Anatomy and Histology of the Channel Catfish. Agricultural Experiment Station. Auburn University. 40, 41, 61, 62 pp.
10. Jiménez. JA, Pinto GJ. 2005. Aspectos biológicos del capitán de la sabana *Eremophilus mutissi* (Humboldt, 1805) (pisces) de un tramo del río Bogotá en el municipio de Suesca (Cundinamarca), Colombia. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Programa de Biología Aplicada, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. Colombia.
11. Lombarte A, Aguirre H. 1997. Quantitative differences in the chemoreceptor systems in the barbels of two species of Mullidae (*Mulus surmuletus* and *M. barbatus*) in different bottom habitats. *Mar. Ecol. Progress Series* 150: 57-64.
12. Mayorga M. 1992. Biología reproductiva y alimentación de las poblaciones de capitán de la Sabana *Eremophilus mutissi*, Humbolt 1805 (pisces Trichomycteridae), en la laguna de Fúquene. Trabajo de Grado. Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Colombia.
13. McCormick MI. 1993. Development and changes at settlement in the barbel structure of the reef fish, *Upeeneus tragula* (Mullidae). *Environ. Biol. Fish.* 31: 269-282.
14. Mojica JI, Castellanos C, Usma JS, Álvarez R. 2002. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Editorial Panamericana Formas e Impresos S.A. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá..
15. Ocampo JA, Ortega-Lara A, Usma JS., Galvis G, Villa-Navarro F, Vázques L, Prada-Pedrerros S, Ardila C. 2006. *Peces de los Andes de Colombia. Guía de campo*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá, D.C. Colombia.
16. Ogawa K, Marui T, Caprio J. 1997. Bimodal (taste/tactile) fibers innervate the maxillary barbel in the channel catfish. *Chem. Senses* 22: 477-482.
17. Piedrahita JC. 1994. Estimación de algunos aspectos biológicos de la comunidad íctica de la laguna de Suesca (Cundinamarca). Trabajo de Grado. Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Colombia.
18. Pohlmann K, Atema J, Breithaupt T. 2004. The importance of the lateral line in nocturnal predation of piscivorous catfish. *J. Exp. Biol.* 207: 2971-2978.
19. Prophet E. 1995. Procesamiento de tejidos: deshidratación, aclaración e infiltración. Pp 31-33. En: Prophet EB, Mills B, Arrington JB, Sobin LH editores. *Métodos histotecnológicos*. Washington: Registro de Patología de los Estados Unidos de América.
20. Reutter K, Boudriot F, Witt M. 2000. Heterogeneity of fish taste bud ultrastructure as demonstrated in the holosteans *Amia calva* and *Lepisosteus oculatus*. *R. Soc. Lond.* 355(14019): 1225-1228.
21. Rodríguez A. 1991. Evaluación de los cambios patológicos originados durante el cultivo experimental del capitán de la sabana (*Eremophilus mutissi*, Humboldt 1805) en la estación piscícola del Neusa (CAR). Pp 7-8. Bogotá. Colombia.
22. Rodríguez A. 2000. El pez "Capitán de la Sabana", *Eremophilus mutissi*, en el Altiplano Cundiboyacense. *Colombia Ciencia y Tecnología* 18: 38-40.
23. Rosado R, González J. 2005. Estado actual de la investigación sobre capitán de la sabana (*Eremophilus mutissi*). Pp 89. En: Memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá. Colombia.
24. R Project. 2005. <http://www.r-project.org> accedida el 20 de Junio de 2005
25. ScionImage. 2000. <http://www.scioncorp.com> accedida el 20 de Junio de 2005
26. Tovar MO, Contreras LF, Caldas ML, Rodríguez D, Hurtado H. 2008. Comparación histológica y morfométrica entre el ojo de *Eremophilus mutissi* (Trichomycteridae) y el de *Onchorhynchus mykiss* (Salmonidae). *Acta Biol. Col.* 13:73-88
27. Zar JH. Biostatistical Analysis. Fourth edition. Prentice Hall. London.