



Artículo

Actualización de la ictiofauna del Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz (Bolivia)

Update of the ichthyofauna of the Municipal Botanical Garden of Santa Cruz (Bolivia)

**Carlos Ergueta Gutierrez^{1,2*}, Alejandra Cabrera-Peralta¹, Heinz Arno Drawert^{1,2}, W. Sergio Pantoja¹,
Vianca Cespedes-Hochstätter^{1,3}, Ana B. Robledo Orellana¹, Edson Cortez¹ & Vivian Cox¹**

¹Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno Av. Irala 565, C.P. 2489, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

²Fundación Killifish, representante Bolivia, condominio Villa Borghese C6 M2, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

³Asociación Boliviana de Herpetología, c/José Vicente Solíz, La Guardia, Santa Cruz, Bolivia

*Autor de correspondencia: ergueta1988@gmail.com

Resumen

Los ecosistemas acuáticos del Jardín Botánico Municipal (JBM) de Santa Cruz de la Sierra cuentan con limitada información publicada sobre su ictiofauna. Sin embargo, al paso del tiempo se realizaron colectas de peces que fueron depositados en el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM). Por tal motivo, se tuvo por objetivo determinar la diversidad actual de la ictiofauna dentro los diferentes ecosistemas acuáticos del JBM, mediante la revisión del material que se encuentra depositado en el MHNNKM. Como resultado se determinó la presencia de 26 especies. Así mismo, las colectas realizadas en 2021 mostraron que el arroyo Guapilo tiene mayor similitud de especies con la laguna principal (Índice de Sørensen de 0.52) y con los charcos temporales (0.40), y menor similitud (0.25) con la laguna secundaria. En los charcos temporales se registraron peces estacionales, como *Moema beucheyi*, *Pterolebias longipinnis* y *Neofundulus splendidus*, que tienen un ciclo de vida dependiente de las lluvias y periodos de inundación. Por otro lado, se encontraron especies exóticas invasoras como *Poecilia reticulata* y *Oreochromis niloticus*. La presencia de estas especies introducidas podría estar afectando la diversidad, actual y futura, de las especies autóctonas. Con la nueva información presentada se brinda un conocimiento más detallado, completo y actualizado de la diversidad de peces en los predios del JBM.

Palabras clave : Área urbana, Ecosistemas acuáticos, Registros nuevos.

Abstract

The aquatic ecosystems of the Municipal Botanical Garden (JBM) of Santa Cruz de la Sierra have limited published information regarding their ichthyofauna. However, over time, fish collections were made and deposited in the Noel Kempff Mercado Natural History Museum (MHNNKM). Therefore, the objective was to determine the current diversity of ichthyofauna within the different aquatic ecosystems of the JBM by reviewing the samples deposited at the MHNNKM. As a result, the presence of 26 species was determined. Likewise, collections made in 2021 showed that the "arroyo Guapilo" stream has a greater species similarity with the main lagoon ("laguna principal", Sørensen index of 0.52) and with temporary pools (0.40), and lower similarity (0.25) with the secondary lagoon. Seasonal fish species, such as *Moema beucheyi*, *Pterolebias longipinnis*, and *Neofundulus splendidus*, which have a life cycle dependent on rainfall and flooding periods were recorded in temporary pools. On the other hand, invasive exotic species such as *Poecilia reticulata* and *Oreochromis niloticus* were also found in the arroyo Guapilo and the main lagoon. The presence of these introduced species could be affecting the current and future diversity of native species. With the new information presented, a more detailed, comprehensive, and updated knowledge of fish diversity within the grounds of the JBM is provided.

Key words: Urban area, Aquatic ecosystems, New records.

Recibido: 15.11.23, Aceptado: 20.03.24

Introducción

El Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra (JBM), representa los ecosistemas naturales del bosque chiquitano de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz y el bosque chaqueño mal drenado de transición a la Chiquitania (Navarro 2011), que existieron en la región antes de ser deforestados y alterados por la expansión urbana. Además, representa uno de los pocos lugares de la ciudad de Santa Cruz con cuerpos de agua conservados, como el arroyo Guapilo, que ayudan a la preservación de la ictiofauna urbana y que depende casi exclusivamente del mantenimiento del JBM (Farell *et al.* 2005). Estos ecosistemas acuáticos se ubican en la cuenca del Río Grande, donde se registra un estimado de 133 especies de peces (Carvajal-Vallejos *et al.* 2014, 2017).

El JBM cuenta con algunos informes técnicos y estudios publicados sobre la diversidad de vertebrados presentes (Farell *et al.* 2005, MHNNKM 2015, Gutierrez-Cruz *et al.* 2021). En referencia su ictiofauna, Farell *et al.* (2005) reportaron 13 especies de peces en el arroyo Guapilo. Por otro lado, en la Laguna Guapilo, ubicada a aproximadamente 2 km del JBM, se registraron también 13 especies de peces (Ergueta & Huanto 2018). Sin embargo, en otros ecosistemas acuáticos del JBM, como las lagunas artificiales y charcos temporales no se documentaron muestreos de ictiofauna, aunque sí se realizaron colectas ocasionales en diferentes años, y los especímenes fueron depositados en la colección del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM). Algunas de estas muestras colectadas permanecieron por varios años sin ser catalogadas. En este contexto, el objetivo

del presente trabajo fue examinar el material proveniente del JBM depositado en el MHNNKM y actualizar el inventario ictiológico de los diferentes hábitats acuáticos. Esta nueva información puede aportar y tener relevancia en la toma de decisiones para la conservación y restauración ecológica del área de influencia de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

Área de estudio

El JBM abarca 217 hectáreas, ubicado aproximadamente en el punto geográfico 17°46'41" LS y 63°03'55" LO (Fig. 1). El bioclima es de termotipo termotropical inferior marcadamente pluviestacional (Navarro & Maldonado 2002). Biogeográficamente, el área del JBM pertenece a la región brasileño-paranense, provincia del Cerrado occidental, sector Chiquitano cruceño en el distrito Chiquitania de la llanura de Santa Cruz (Navarro 2011). El JBM está atravesado de oeste a este por el arroyo Guapilo, que nace en la laguna de regulación del mismo nombre donde confluyen múltiples canales del sistema de drenaje de aguas pluviales de la ciudad (Ergueta & Huanto 2018). Otros ecosistemas acuáticos en el JBM son lagunas artificiales y áreas inundables que forman charcos temporales. Los sitios donde se realizaron muestreos para este estudio son los siguientes: laguna principal (L1) en el muelle (Fig. 2a), arroyo Guapilo (AG) en cuatro localidades (Fig. 2b-d), charcos temporales (CT), en cuatro cuerpos de agua (Fig. 3a-c) y laguna secundaria (L2) Fig. 3d). Las coordenadas geográficas para cada una de las localidades muestreadas se presentan en la (Tabla 1).

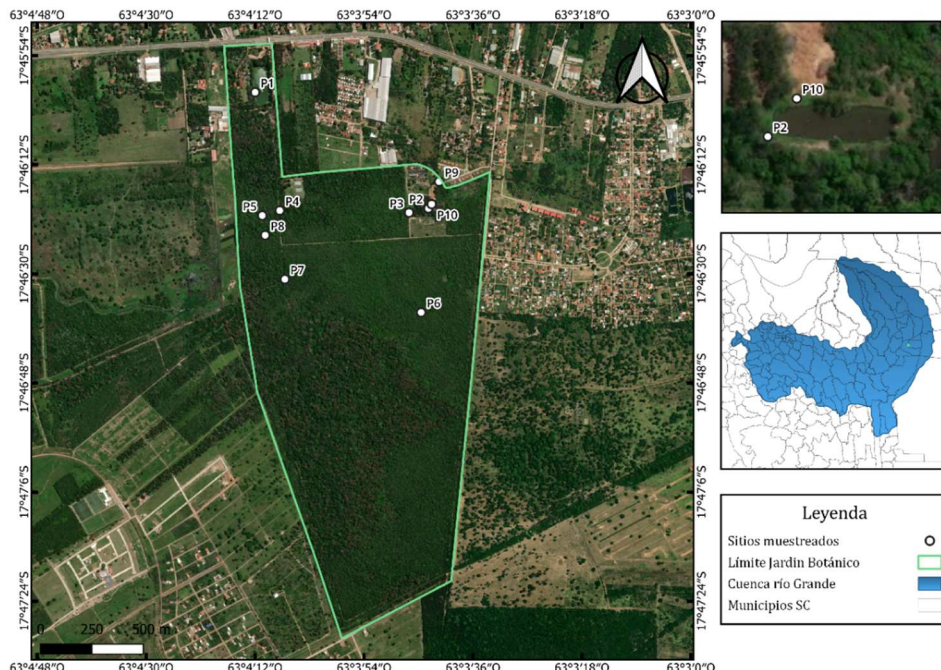


Figura 1. Mapa de Jardín Botánico Municipal (JBM) de Santa Cruz de la Sierra mostrando los puntos de colección de muestras realizado en el 2021.



Figura 2. Ambientes acuáticos caracterizados en 2021. a. Laguna muelle, siendo parte de la laguna principal del JBM, b. Estanque, en temporada húmeda y c. seca; y d. Puente principal.



Figura 3. Tipos de ambientes en charcos temporales. a. Poza pastizal, en bosque chaqueño, b. poza camino, c. canal en barbecho; y d. laguna secundaria, utilizado para riego del vivero del JBM.

Tabla 1. Tipos de ecosistemas acuáticos, con diferentes sitios caracterizados, realizado en la entrada del 2021, con un total de 10 puntos o sitios de colección de muestras.

| Ecosistemas acuáticos | Sitios | Puntos | Latitud | Longitud |
|-------------------------|-------------------|--------|---------------|---------------|
| Laguna principal (L1) | Muelle | P1 | 17°46'00.03"S | 63°04'12.07"O |
| | Meandro | P2 | 17°46'19.20"S | 63°03'43.37"O |
| Arroyo Guapilo (AG) | Puente | P3 | 17°46'19.89"S | 63°03'46.57"O |
| | Estanque | P4 | 17°46'19.55"S | 63°04'07.93"O |
| | Puente principal | P5 | 17°46'20.37"S | 63°04'10.82"O |
| | Poza pastizal | P6 | 17°46'36.35"S | 63°03'44.57"O |
| Charcos temporales (CT) | Poza camino | P7 | 17°46'30.88"S | 63°04'07.08"O |
| | Bosque estacional | P8 | 17°46'23.62"S | 63°04'10.34"O |
| | Canal en barbecho | P9 | 17°46'14.78"S | 63°03'41.61"O |
| Laguna secundaria (L2) | Laguna secundaria | P10 | 17°46'18.49"S | 63°03'42.83"O |

Métodos

Colecta e identificación

Para las colectas realizadas en 2021, se emplearon las siguientes artes de pesca *in situ*: red de mano con 2 mm de nudo, malla milimétrica de 1 mm de nudo y tarrafa de 1 cm de nudo. Se prefirió la pesca con redes de mano frente a los otros artes de pesca ya que es muy efectivo para capturar individuos pequeños y juveniles de especies medianas y grandes (Gabriel *et al.* 2005), realizando un esfuerzo de muestreo de una hora por sitio. Los sitios muestreados son los indicados en la sección anterior. También se tomaron fotografías en vivo de las especies para facilitar su reconocimiento e identificación (Anexo 1).

La revisión e identificación taxonómica de los especímenes, se llevó a cabo en el laboratorio de ictiología del MHNNKM utilizando claves y guías de identificación de distintos autores según el nivel y grupo taxonómico. De manera general se consultó a Nelson (2006), Nelson *et al.* (2010) y Queiroz *et al.* (2013). Para la identificación a nivel género y especie se recurrió a Queiroz *et al.* (2013), y

literatura más especializada en el caso de algunas familias o géneros como Géry (1977) para Characidae, Kullander (1986) y Hablützel & Huanto (2020) para Cichlidae, Scott (1991) para Poeciliidae, Costa (1998, 2015), Valdesalici (2019) y Valdesalici *et al.* (2015) para Rivulidae, Covain & Fisch-Muller (2007) para la subfamilia Loricarinae y Knaack (2004) para *Corydoras*. La clasificación y nomenclatura taxonómica se realizó de acuerdo con Fricke *et al.* (2021a, b).

Aparte del material colectado para este trabajo el año 2021, se revisó todas las muestras, catalogadas y no catalogadas, encontradas en la colección del MHNNKM que hubieran sido colectadas en el JBM en años anteriores. Así, se revisó material colectado por M. Farell, J. Cardona, P. Tababari, Núñez, P. Hinojosa, M. Velásquez y B. Vogt el año 2003 en el arroyo Guapilo y la laguna Principal; por V.H. Magallanes, O.C. Siles, P. Justiniano y L. Rodríguez en 2005 en la laguna Principal; y por C. Ergueta y E. Cortez el año 2017 en la laguna Principal (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de colectores en el JBM y trabajos realizados referente a su ictiofauna.

| Año de colectas | Colectores | Arroyo Guapilo | Laguna Principal | Charcos temporales | Laguna secundaria |
|-----------------|---|----------------|------------------|--------------------|-------------------|
| 2021 | Presente estudio | x | x | x | x |
| 2017 | Carlos & Edson | | x | | |
| 2005 | Farell, Azurduy & Diego | x | | | |
| 2005 | Magallanes, Siles, Justiniano & Rodríguez | | x | | |
| 2003 | Inojosa & Velásquez | | x | | |
| 2003 | Farell, Cardona, Tababon Nuñez | x | x | | |

Análisis de diversidad

Para las colectas del año 2021, se analizó la similitud entre los sitios en los que se realizaron los muestreos. Se utilizó el índice de similitud de Sørensen que relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los sitios (Hubálek 1982, Villarreal *et al.* 2004) y que oscila entre “0” (cuando no existen especies en común) y “1” (cuando los ensambles comparados son idénticos en cuanto a las especies que los integran). El índice de Sørensen fue calculado usando el paquete proxy (Meyer & Buchta 2021) en el programa Rstudio (version 2021.09.2, Build 382).

Para el resto de los años en los que se realizaron colectas, al no contar con datos de abundancia por especie, se realizó el análisis de diversidad únicamente mediante una curva de acumulación de especies en base a la presencia/ausencia de las especies colectadas e identificadas; considerando también la limitante de que las colectas se realizaron en distintos hábitats, épocas del año y distintos esfuerzos de muestreo y artes de pesca. La curva de acumulación de especies se graficó utilizando el paquete estadístico SigmaPlot.

Resultados

En 2021 se registraron seis especies en la laguna principal (L1) y 17 en el arroyo Guapilo (AG), ocho en los charcos temporales (CT) y cuatro en la laguna secundaria (L2), totalizando 21 especies. Los órdenes con mayor riqueza fueron los Siluriformes con 10 especies, y los Characiformes y Cyprinodontiformes con cuatro especies ambos; mientras que los órdenes con menos especies registradas fueron Cichliformes con dos y Synbranchiformes con una sola. La mayoría de los individuos fueron identificadas a nivel especie, con excepción de *Characidium* aff. *zebra* de la familia Crenuchidae e *Hypostomus* cf. *plecostomus* de la familia Loricariidae. Así mismo, en el arroyo Guapilo y la laguna principal se registraron dos especies no nativas, *Oreochromis niloticus* y *Poecilia reticulata* (Anexo 2).

En cuanto a la similitud de especies a escala espacial de los ecosistemas acuáticos, para 2021, el arroyo Guapilo presentó mayor similitud con la laguna principal del JBM (índice de Sørensen = 0,522) y los charcos temporales (índice de Sørensen = 0,4), y menor similitud con la laguna secundaria (índice de Sørensen = 0,286). Otros ecosistemas como los charcos temporales tienen una baja similitud (índice de Sørensen = 0.143) con la Laguna principal y (índice de Sørensen = 0.167) con la laguna secundaria (Tabla 3).

Respecto a la acumulación temporal de especies colectadas en el JBM, se pasó de 12 especies registradas en 2003, a 16 especies en 2005, 17 en 2017 y finalmente a las 26 especies identificadas en el presente trabajo. Si bien

en el material colectado en 2005 solamente se identificaron ocho especies, la mitad de estas (cuatro) no se encontraron entre el material colectado el año 2003. Las colectas realizadas en 2017 comprenden únicamente a cuatro especies, de las cuales una no había sido encontrada en las colectas previas. En 2021 se colectó un total de 21 especies, de las cuales nueve no habían sido registradas para los ecosistemas acuáticos del JBM. Las especies colectadas por año y cuerpo de agua se presenta en el Anexo 2.

Discusión

El análisis de similitud a escala espacial de los ecosistemas acuáticos del JBM basado en las colectas realizadas el año 2021 muestra una similitud importante entre el arroyo Guapilo y la laguna principal, con un índice de similitud de Sørensen de 0.52 y seis especies compartidas. Si bien estos cuerpos de agua se encuentran separados aproximadamente 500 m y ecológicamente representan hábitats muy distintos, esta similitud puede justificarse considerando que la laguna principal se alimenta de aguas derivadas desde el arroyo Guapilo por medio de un sistema de tuberías que tranquilamente permiten el paso de la ictiofauna. Así también, la similitud encontrada entre el arroyo Guapilo y los charcos temporales cercanos (índice de Sørensen de 0,4) puede explicarse por la relativa cercanía y el hecho que estos ecosistemas acuáticos se conectan durante periodos de inundación en la época de lluvias. Por otro lado, la baja similitud entre la laguna principal y los charcos temporales podría deberse a la distancia que separa estos cuerpos de agua, la falta de una conexión directa entre ellos y las enormes diferencias entre ambos tipos de ecosistemas acuáticos. Según Calderón-Patrón *et al.* (2012) se observa una disminución gradual en la similitud entre dos comunidades a medida que aumenta la distancia entre ellas. Sin embargo, considerando los resultados obtenidos en el análisis de similitud entre las comunidades de peces de los distintos ecosistemas acuáticos del JBM, parece ser que la distancia entre ellos es un factor secundario frente a otros factores como la conectividad y características ecológicas de los distintos hábitats.

Aunque no se tomaron datos respecto a la abundancia relativa de las especies, fue evidente la elevada abundancia de *Poecilia reticulata* y *Oreochromis niloticus* en la laguna principal del JBM y en menor grado también en el arroyo Guapilo, durante los muestreos realizados el año 2021. Estas especies no son mencionadas por Farell *et al.* (2005) y tampoco se encontraron entre el material colectado los años 2003 y 2005. *Oreochromis niloticus* aparece entre el material colectado el 2017 y *P. reticulata* es recién colectada en 2021. De la misma manera, ambas especies son reportadas por Ergueta & Huanto (2018) en la laguna Guapilo, aguas arriba en el sistema hídrico del arroyo

Guapilo. Esto hace suponer que, o existió un sesgo de colecta al tratarse de especies no nativas, o estas especies fueron introducidas y/o se están expandiendo recientemente, lo que hace suponer que la introducción

de estas especies fue posterior y/o que posiblemente se están expandiendo. La presencia de estas especies exóticas invasoras puede representar una amenaza significativa para los ecosistemas acuáticos (Doria *et al.* 2021).

Tabla 3. Índice de Sørensen en los diferentes ecosistemas acuáticos encontrados en el Jardín Botánico Municipal (JBM) de Santa Cruz de la Sierra durante el año 2021.

| Ecosistemas acuáticos | Arroyo Guapilo | Laguna principal | Laguna secundaria | Charcos temporales |
|-----------------------|----------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Arroyo Guapilo | 1.00 | 0.52 | 0.29 | 0.40 |
| Laguna principal | 0.52 | 1.00 | 0.20 | 0.14 |
| Laguna secundaria | 0.29 | 0.20 | 1.00 | 0.17 |
| Charcos temporales | 0.40 | 0.14 | 0.17 | 1.00 |

En los charcos temporales se destacan tres especies de peces estacionales de la familia Rivulidae, *Pterolebias longipinnis*, *Moema beucheyi* y *Neofundulus splendidus*, aunque la primera fue encontrada también en el arroyo Guapilo. Si bien estos peces estacionales se caracterizan por habitar en ambientes acuáticos efímeros que tienden a secarse en ciertas épocas del año, es importante mencionar que *Pterolebias longipinnis* también puede encontrarse en cuerpos de agua permanentes (Alonso & Calviño 2018).

Farell *et al.* (2005) publicaron un primer inventario de los peces del JBM basados en colectas realizadas hasta ese año registrando un total de 13 especies. En la revisión del material de respaldo, colectado entre 2003 y 2005 y depositado en el MHNNKM, se pudo confirmar la identificación de cuatro de las especies (*Astyanax bimaculatus*, *Steindachnerina guetheri*, *Rhamdia quelen* y *Synbranchus marmoratus*) citadas por Farell *et al.* (2005). El material de respaldo de otras cuatro especies fue identificado como perteneciente a otras especies (*Psellogrammus kennedyi*, *Corydoras aurofrenatus*, *Callichthys cf. pectorale* y *Bujurquina cf. vittata*) y el de tres especies identificadas a nivel de género pudo ser asignado a nivel de especie (*Pterolebias* sp., *Odontostilbe* sp. y *Ancistrus* sp.). Por otro lado, el material de respaldo para el registro de dos especies no fue encontrado (*Corydoras cf. macropterus* y *Cyphocharax gillii*). Por lo tanto, la presencia de estas últimas especies en ecosistemas acuáticos del JBM se descarta en base a la revisión realizada para este trabajo.

Así mismo, Ergueta & Huanto (2018) publicaron una lista de especies registradas en la laguna Guapilo, de donde sale el arroyo Guapilo para dirigirse hacia el JBM y ubicada a poca distancia (aprox. 2,5 km). Se listan 12 especies de las cuales, salvo *Prochilodus cf. lineatus*, las restantes 11 fueron también confirmadas para el JBM. La mayor riqueza de especies identificada para el JBM (26 especies) se justifica

en que se muestreo una mayor diversidad de hábitats diferentes.

Conclusión

Este trabajo proporciona una base actualizada de la ictiofauna para el Jardín Botánico Municipal de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, aportando con nuevos registros y actualizando otros que cambiaron de nomenclatura desde la publicación del último inventario por Farell *et al.* (2005). También se muestrean ecosistemas acuáticos como charcos temporales, y la laguna secundaria, que fueron excluidos en anteriores relevamientos de ictiofauna. Se resalta la necesidad de otros estudios complementarios enfocados en los peces estacionales de la familia Rivulidae que posiblemente sean muy sensibles a cambios en el régimen hídrico como consecuencia del cambio climático. También se requiere de estudios para determinar cómo puede afectar la presencia de especies exóticas invasoras (*Poecilia reticulata* y *Oreochromis niloticus*) a las poblaciones y comunidades de especies autóctonas, como también las interacciones que pueden tener con algunas especies en particular.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los colegas del MHNNKM y a los colectores del material revisado para este trabajo (T. Núñez, M. Farell, H. Azurduy, V. Magallanes, O. Siles, P. Justiniano, B. Vogt, J. Cardona, M. Velasquez, P. Hinojosa, P. Tababari y L. Rodríguez). Agradecemos también a Kathia Rivero, Damián Rumiz, Sandy Farell y Luis H. Acosta por la revisión, comentarios y consejos para mejorar el manuscrito.

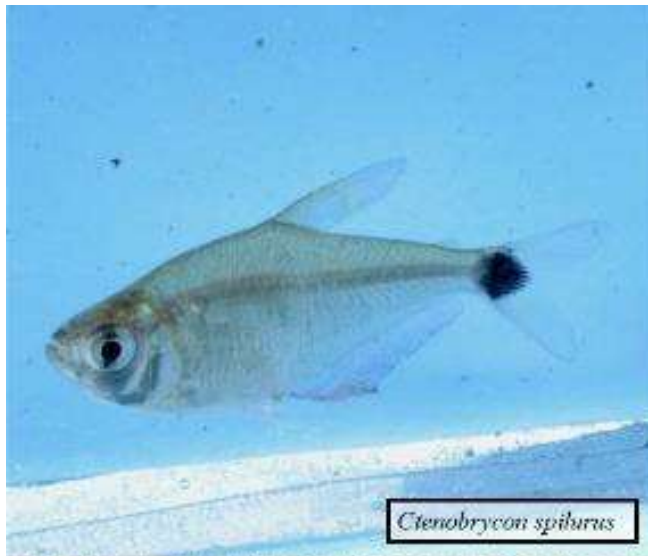
Referencias

Alonso, F. & P. Calviño. 2018. Killis estacionales en aguas permanentes (Cyprinodontiformes; Rivulidae). BIBKCA 21: 77-84.

- Calderón-Patrón, J.M., C.E. Moreno & I. Zuria. 2012. La diversidad beta: medio siglo de avances. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 879-891.
- Carvajal-Vallejos, F.M., R. Bigorne, A.J.Z. Fernández, J. Sarmiento, S. Barrera, T. Yunoki, M. Pouilly, J. Zubieta, E. De La Barra, M. Jegú, M. Maldonado, P.A. Van Damme, R. Céspedes & T. Oberdorff. 2014. Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiology* 732: 19–27.
- Carvajal-Vallejos, F.M., R. Bigorne, A.J. Zeballos, J. Sarmiento, S. Barrera, T. Yunoki, M. Pouilly, J. Zubieta, E. De La Barra, M. Jegú *et al.* 2017. Diversidad de peces en la Cuenca Amazónica boliviana. pp. 7–19. En: Carvajal-Vallejos, F.M., R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld & P.A. Van Damme (eds.) *Bases Técnicas Para el Manejo y Aprovechamiento del Paiche (Arapaima gigas) en la Cuenca Amazónica Boliviana*. Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal-International Development Research Centre, Editorial INIA, Cochabamba.
- Costa, W.J.E.M. 1998. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: Origin and evolution of annualism and miniaturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). *Journal of Comparative Biology* 3: 33-94.
- Costa, W.J.E.M. 2015. Taxonomy of the seasonal killifish genus *Neofundulus* in the Brazilian Pantanal (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Vertebrate Zoology* 65: 15-25.
- Covain, R. & S. Fisch-Muller. 2007. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa* 1462: 1-40.
- Doria, C.R.d.C., E. Agudelo, A. Akama, B. Barros, M. Bonfim, L. Carneiro, S.R. Briglia-Ferreira, L. Nobre Carvalho, C.A. Bonilla-Castillo *et al.* 2021. The Silent Threat of Non-native Fish in the Amazon: ANNF Data base and Review. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: 1-11. doi: 10.3389/fevo.2021.646702.
- Ergueta, C. & R.B. Huanto. 2018. Ictiofauna de la “Laguna Guapilo”, Santa Cruz, Bolivia. *Kempffiana* 14: 61-67.
- Farell, M.E., H. Azurduy & P. Tababari. 2005. Notas sobre el riachuelo Guapilo del Jardín Botánico Santa Cruz. *Kempffiana* 1: 75-78.
- Fricke, R., W.N. Eschmeyer & J.D. Fong. 2021a. Eschmeyer's catalog of fishes: species by family/subfamily. Consultado el 9 de noviembre del 2023. Accedido en: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>
- Fricke, R., W.N. Eschmeyer & R. Van der Laan (eds). 2021b. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. Consultado el 9 de noviembre del 2023. Accedido en: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Gabriel, O., K. Lange, E. Dahm & T. Wendt. 2005. *Fish catching methods of the world*. 4° ed. Blackwell Publishing Ltd., Oxford.
- Géry, J. 1977. *Characoids of the world*. T.F.H, Neptune City. Nueva Jersey.
- Gutierrez-Cruz S., N. Malpartida, B.N. Roth & V. Cespedes-Hochstätter. 2021. Registros ocasionales de mamíferos medianos y grandes en el Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *Kempffiana*. 17: 93-100.
- Hablützel, P.I. & R. Huanto. 2020. Checklist and practical identification key for the cichlid fishes (Cichliformes: Cichlidae) of the La Plata drainage in Bolivia, including three new geographical records. *Ecología en Bolivia* 55: 46-61.
- Hubálek, Z. 1982. Coefficients of association and similarity, based on binary data: an evaluation. *Biological Reviews* 57: 669-689.
- Knaack, J. 2004. Beschreibung von sechs neuen Arten der Gattung *Corydoras* La Cépède, 1803 (Teleostei: Siluriformes: Callichthyidae). *Zoologische Abhandlungen* 54: 55–105.
- Kullander, S.O. 1986. *Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru*. Department of Vertebrate Zoology, Research Division, Swedish Museum of Natural History, Estocolmo.
- MHNNKM (Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado). 2015. Investigación científica, biodiversidad, conservación y educación ambiental en el Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Santa Cruz de la Sierra.
- Meyer, D. & C. Buchta. 2021. proxy: Distance and similarity measures. R package version 0,4-26. <https://CRAN.R-project.org/package=proxy> .
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. *Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos*. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra.
- Navarro, G. 2011. *Clasificación de la vegetación de Bolivia*. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4° edición. John Wiley and Sons. Inc., Hoboken.
- Nelson, J.S., H.P. Schultze & M.V.H. Wilson (eds.). 2010. *Origin and phylogenetic interrelationships of teleosts*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich.
- Queiroz, L., G. Torrente, W.O. Massaharu, T. Henrique, J. Zuanon & C. Rodrigues. 2013. *Peixes do Río*

- Madeira, Vols. I, II, III. 1° edición. Universidade Federal de Rondônia, Instituto de Estudos e Pesquisas Agroambientais e Organizações Sustentáveis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, São Paulo.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org/>.
- Scott, P.W. 1991. Lebendgebärende Fische. 2° edición. Tetra-Verlag, Melle.
- Valdesalici, S., D.T.B. Nielsen & D. Pillet. 2015. *Moema beucheyi* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Rivulidae), a new annual killifish from the Río Madeira basin, Bolivian Amazon. *Aqua* 21: 128-135.
- Valdesalici, S. 2019. A new annual killifish: *Moema funkneri* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the Bolivian Amazon. *Aqua* 25: 103-110.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

Anexo 1. Registro fotográfico de doce especies de peces que habitan en los diferentes ecosistemas acuáticos del Jardín Botánico Municipal, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Incluye especies introducidas *Oreochromis niloticus* y especies estacionales como *Moema beucheyi*, *Neofundulus splendidus* y *Pterolebias longipinnis*.





Otocinclus vestitus



Corydoras aeneus



Corydoras bilineatus



Corydoras negro



Rineloricaria beni



Moema beucheyi



Neofundulus splendidus



Pterolebias longipinnis F.



Pterolebias longipinnis M

Anexo 2 Peces del JBM; especies introducidas = *; Registrados por Farell *et al.* 2005= ¹, registrados en La laguna Guapilo por Ergueta & Huanto 2018= ². Ambientes tenemos: = Arroyo Guapilo = A.G. L1= Laguna principal; Ch. T.= Charcos temporales; L.2= laguna secundaria.

| Orden/Familia | 2003 | | 2005 | | 2017 | 2021 | | | |
|---|-------|-----|-------|-----|------|-------|-----|-----|--------|
| | A. G. | L.1 | A. G. | L.1 | L.1 | A. G. | L.1 | L.2 | Ch. T. |
| Especies | | | | | | | | | |
| CHARACIFORMES | | | | | | | | | |
| CHARACIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Astyanax bimaculatus</i> ¹⁻² Linnaeus, (1758) | 12 | | 22 | 6 | 2 | 7 | | | 6 |
| <i>Ctenobrycon spilurus</i> ² Cope (1870) | | 1 | | 1 | 40 | 1 | 4 | | |
| <i>Odontostilbe fugitiva</i> ¹ Cope (1870) | | | | | | 2 | | | |
| <i>Serrapinnus micropterus</i> ² Eigenmann (1907) | | 1 | | | 5 | | | | |
| CRENUCHIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i> Eigenmann (1909) | 1 | | | | | | | | |
| CURIMATIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Steindachnerina guentheri</i> ¹² Eigenmann & Eigenmann (1889) | 53 | | 10 | | | | | | |
| ERYTHRINIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Hoplias malabaricus</i> ² Bloch (1794) | | | | | | 6 | | | |
| CICHLIFORMES | | | | | | | | | |
| CICHLIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Cichlasoma boliviense</i> ² Kullander (1983) | | | | | | 4 | 1 | | 2 |
| * <i>Oreochromis niloticus</i> ² Linnaeus (1758) | | | | | 1 | 1 | 2 | | |
| CYPRINIDONTIFORMES | | | | | | | | | |
| POECILIIDAE | | | | | | | | | |
| * <i>Poecilia reticulata</i> ² Peters (1859) | | | | | | 5 | 12 | | |
| RIVULIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Moema beucheyi</i> Nielsen & Brousseau (2013) | 2 | | | | | 1 | | | 13 |
| <i>Neofundulus splendidus</i> Garman (1895) | 2 | | | | | | | | 1 |
| <i>Pterolebias longipinnis</i> ¹ Valdesalici (2019) | 6 | | | | | 3 | | 2 | 12 |
| SILURIFORMES | | | | | | | | | |
| CALLICHTHYIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Callichthys callichthys</i> ¹ Linneo (1758) | | | | | | | | | 6 |
| <i>Corydoras aeneus</i> ² Knaack (2004) | 2 | | 6 | | | 8 | | | 4 |
| <i>Corydoras bilineatus</i> Gill (1858) | 2 | | | | | 2 | | | |
| <i>Corydoras negro</i> Knaack (2002) | | | | | | 1 | | | |
| <i>Hoplosternum littorale</i> Hancock (1828) | | | | 25 | | | | 1 | |
| <i>Leptoplosternum beni</i> Reis (1997) | | 11 | | | | | | | 10 |
| HEPTAPTERIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Rhamdia quelen</i> ¹ Quoy & Gaimard (1824) | | | 1 | | | | | | |
| LORICARIIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Hypostomus</i> cf. <i>plecostomus</i> Linnaeus (1758) | | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Otocinclus vestitus</i> Cope (1872) | | | 3 | | | 12 | | 1 | |
| <i>Pterygoplichtys disjunctivus</i> ² Weber (1991) | | | | | | 3 | 1 | 1 | |
| <i>Rineloricaria beni</i> Pearson (1924) | | | | | | 8 | | | |
| SYNBRANCHIFORMES | | | | | | | | | |
| SYNBRANCHIDAE | | | | | | | | | |
| <i>Synbranchus madeirae</i> ² Rosen & Rumney (1972) | | 4 | | | | 1 | | | |
| <i>Synbranchus marmoratus</i> ¹ Bloch (1795) | | | | 1 | | | | | |
| Riqueza de especies por sitios | 8 | 4 | 5 | 4 | 4 | 17 | 6 | 4 | 8 |
| Riqueza de especies por años | 12 | | 8 | | 4 | 21 | | | |
| Riqueza total | 26 | | | | | | | | |