



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES
ANTRÓPICAS SOBRE LA REPRODUCCIÓN
EN HEMBRAS DE *Prochilodus magdalenae*
(Steindachner, 1879) EN EL COMPLEJO
CENAGOSO DE LA ZAPATOSA**

Ilgnor ali Eddy Contreras Almazo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad Ciencias agropecuarias

Palmira, Colombia

2019

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES ANTRÓPICAS SOBRE LA REPRODUCCIÓN EN HEMBRAS DE *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1879) EN EL COMPLEJO CENAGOSO DE LA ZAPATOSA

Illgner ali Eddy Contreras Almazo

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Maestría en Ciencias Agrarias

Directores:

M.Sc. Carlos Alberto Jaramillo Cruz

M.Sc. Ibeth Yajaira Coronel Ortiz

Línea de Investigación:

Producción Animal Tropical

Grupo de Investigación:

Ciencia, tecnología e innovación en pesca y acuicultura – ICTIAP

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Palmira, Colombia

2019

Dios es el motor que alimenta de energía nuestra vida espiritual y académica de aquellos seres que disponen obedecer a ese Dios omnipotente que nos da conforme a su medida y voluntad. Solo déjate guiar no es tan difícil.

Agradecimientos

Agradezco a...

Dios por darme las fuerzas y paciencia para sacar adelante este proyecto y por darme la bendición de poder estar en este proyecto de vida, por consolarme en las dificultades y por abrirme paso ante cada uno de los obstáculos que se me presentan.

Al programa de becas agropecuaria de la gobernación del Cesar por el apoyo económico otorgado para la realización del posgrado y el presente trabajo de tesis.

A la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, la Facultad de Ciencias Agropecuarias, al Laboratorio de Anatomía y Fisiología Animal por permitirme usar sus instalaciones y equipos para analizar las muestras y obtener los resultados.

A mi tutor, el Msc. Carlos Alberto Jaramillo, por haber creído en mí y darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, por todo su tiempo, paciencia, apoyo, conocimientos, correcciones y consejos durante toda mi carrera de posgrado.

A la Msc Ibeth Yajaira Coronel Ortiz por su valioso tiempo, conocimientos transmitidos y orientación técnica brindada en la realización del presente estudio, pero sobre todo por su sincera amistad, sus largas pláticas cargadas de consejos, ánimos y su enorme paciencia. Con profundo afecto, mil gracias por ayudarme a crecer como persona y como profesional.

Al Blgo. Otto Castillo por su apoyo tutorial en la interpretación de los cortes histológicos de las gónadas un fuerte abrazo para usted, que de manera sincera aportó mucho conocimiento a este trabajo de tesis.

Al presidente de la Asociación de Pescadores de Chimichagua, el Sr. Alfonso López que dispuso de su tiempo y colaboración de todos los muestreos; al presidente de la Asociación de Pescadores del corregimiento de Candelaria, el Sr. Raúl Martíñez; y al presidente de la Asociación de Pescadores del corregimiento de Costilla, el Sr. Cristian Otalvares.

A todo el equipo de apoyo y asistencia del proyecto: Bladimir Almazo, Estefany Romero Tobías y Yuliana Rodríguez

A mis amigos y compañeros de alegrías, recochas, desvelos, lucha y preocupaciones que me acompañaron a lo largo de este camino llamado posgrado: Luis ángel Acosta, Eduar José Arias, Latife del Rosario Luquez, Elianny Pacheco y Nelly Velazco, GRACIAS por todas las experiencias vividas y compartidas, por su apoyo, ánimo, consejos y conocimientos transmitidos. Fue un placer haberme cruzado en sus vidas... ¡¡Buenos mares y mejores vientos!!

Finalmente, a mi más grande ejemplo a seguir: A mis padres Dunis María Almazo Redondo que a pesar que no le gusta el pescado y su olor me soportó durante un año de trabajo, gracias por no correrme de la casa eso es amor de madre.

Mi padre Edilberto Contreras por su compañía y apoyo a pesar de la distancia y ayudarme a realizar esta meta, pero, sobre todo, por el constante ejemplo de lucha y superación que me ha regalado a lo largo de toda mi vida. Y a mi tío LUIS HERNANDO DÁVILA HERNÁNDEZ QEPD ¡¡¡ustedes han hecho la diferencia!!!

Resumen

Prochilodus magdalenae es la especie con mayor importancia comercial de la cuenca del río Magdalena debido a su alto consumo y aceptación en la población. El caribe colombiano cuenta con importantes complejos cenagosos los cuales son de suma importancia para la supervivencia y alimentación de *P. magdalenae*, en el departamento del Cesar se encuentran ciénagas con suma importancia ecológica actualmente declarada humedal Ramsar como lo es el complejo cenagoso de la Zapatosa. La ciénaga de Zapatosa ha venido sufriendo problemas ambientales y alteraciones ecológicas a causa de las fuertes intervenciones del hombre. El trabajo tuvo como objetivo estudiar los parámetros reproductivos y las alteraciones antrópicas que afectan la reproducción de bocachico. Se realizaron capturas por ciénaga, desde junio 2017 a mayo 2018 mediante el uso de trasmallos; a cada ejemplar se les registró la longitud total (LT) y longitud estándar (LS) con un ictiómetro graduado en centímetros (cm), y el peso total (WT) usando una balanza con (0,001g) de precisión. Se analizaron 1114 animales, 575 hembras, 539 machos, cuyas tallas oscilaron entre 20 y 35 cm de LT (promedio 27,02 \pm 2.46 cm); la LS vario entre 17,7 y 31 cm (promedio 22,15 \pm 2,10 cm) y el peso entre 119 y 664 g (promedio 247,08 \pm 75,48 g). El factor de condición vario entre 0,53 y 2,39 (promedio 1,22 \pm 0,128). Se observó que existen diferencias significativas en las variables de LT, LS y WT entre las ciénagas CH y CA con la SH. la sobrepesca es el factor antrópico que afecta de manera directa la especie, donde se extraen 340 Tn de desembarcos de la ciénaga según la AUNAP, la eutrofización por fosfato también genera alteraciones ya que se encontraron valores 0,359 \pm 0,28 mg para la CH pasando los límites normales en ecosistemas lenticos provenientes del río Cesar.

Palabras clave: antrópico, índice gonadosomático, índice hepatosomático, crecimiento isométrico, vertimientos

Abstract

Prochilodus magdalenae is the most commercially important species in Colombia, including the swamps of the Caribbean region, such as the Ciénagas Zapatosa sector Chimichagua (CH), Candelaria (CA) and Sahaya (SH) belonging to the department of Cesar. The Swamp of Zapatosa has been suffering environmental problems and ecological alterations due to the strong interventions of man. The objective of the work was to study the reproductive parameters and anthropic alterations that affect bocachico reproduction. Captures were made by swamp, from June 2017 to May 2018 through the use of trammel nets; each specimen was recorded the total length (LT) and standard length (LS) with an ichthyometer graduated in centimeters (cm), and the total weight (WT) using a scale with (0.001g) precision. We analyzed 1114 animals, 575 females, 539 males, whose sizes ranged between 20 and 35 cm TL (average 27.02 ± 2.46 cm); the LS varied between 17.7 and 31 cm (average 22.15 ± 2.10 cm) and the weight between 119 and 664 g (average 247.08 ± 75.48 g). The condition factor varied between 0.53 and 2.39 (average 1.22 ± 0.128). It is observed that there are significant differences in the variables of LT, LS and WT between the CH and CA marshes with the SH. overfishing is the anthropogenic factor that directly affects the species, where 340 tons of landings are extracted from the swamp, eutrophication by phosphate also generates alterations since values 0.359 ± 0.28 mg were found for CH over normal limits in lentic ecosystems from the Cesar River.

Keywords: anthropic, gonadosomatic index, hepatosomatic index, isometric growth, discharges.

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----------|
| 1. Capítulo 1: Parámetros reproductivos..... | 19 |
| 1.1 Resumen..... | 19 |
| 1.2 Introducción..... | 19 |
| 1.3 Metodología | 20 |
| 1.3.1 Área de estudio..... | 20 |
| 1.3.2 Trabajo de campo..... | 22 |
| 1.3.3 Fase de laboratorio..... | 23 |
| 1.3.4 Análisis de datos biométricos e índices fisiológicos (IHS, IGS y K)..... | 24 |
| 1.3.5 Análisis estadístico | 25 |
| 1.4 Resultados | 25 |
| 1.4.1 Índice hepatosomático (IHS)..... | 25 |
| 1.4.2 Índice gonadosomático (IGS)..... | 27 |
| 1.4.3 Factor de condición | 30 |
| 1.4.4 Relación Talla-Peso..... | 31 |
| 1.5 Discusión | 35 |
| 1.5.1 índice hepatosomático (IHS)..... | 35 |
| 1.5.2 Índice gonadosomático (IGS)..... | 38 |
| 1.5.3 Factor de condición (K)..... | 40 |
| 1.5.4 Relación Talla- Peso..... | 41 |
| | |
| 2. Capítulo 2: Identificación de condiciones antrópicas que afectan la reproducción de p. Magdalenae..... | 43 |
| 2.1 8.1 RESUMEN | 43 |
| 2.2 Introducción..... | 44 |
| 2.3 Metodología | 45 |
| 2.3.1 Análisis de fotos satelitales..... | 45 |
| 2.3.2 Identificación de condiciones antrópicas..... | 46 |
| 2.3.3 Análisis de factores físico-químicos y climáticos..... | 47 |
| 2.3.4 Análisis estadísticos | 48 |
| 2.4 Resultados | 48 |
| 2.4.1 La Pesca..... | 48 |
| 2.4.2 Variables físico-químicas | 53 |
| 2.4.3 Agricultura | 54 |
| 2.4.4 Vertimiento de aguas residuales..... | 58 |
| 2.4.5 Minería | 60 |
| 2.5 Discusión | 61 |
| 2.5.1 Influencias de las condiciones antrópicas | 61 |
| | |
| 3. Conclusiones y recomendaciones..... | 68 |
| 3.1 Conclusiones..... | 68 |
| 3.2 Recomendaciones..... | 69 |
| | |
| 4. Bibliografía | 74 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Imagen de <i>Prochilodus magdalenae</i> (bocachico) Fuente: http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=26150&AT=Bocachico | 9 |
| Figura 2: Distribución geográfica de <i>P. magdalenae</i> . Fuente: (Mojica, 2012) | 10 |
| Figura 3: Localización de las ciénagas de la Zapatosa sector Chimichagua, ciénaga de Candelaria y ciénaga de Sahaya. Fuente: Propia usando imágenes satelitales Lansat 8. | 21 |
| Figura 4: Variación anual del índice hepatosomático de <i>P. magdalenae</i> en la ciénaga de Zapatosa, sector Chimichagua (▲), ciénaga de Candelaria (●) y la ciénaga de Sahaya (▪). | 26 |
| Figura 5: Variación anual del índice gonadosomático de <i>P. magdalenae</i> en la ciénaga de Zapatosa, sector Chimichagua (▲), ciénaga de Candelaria (●) y la ciénaga de Sahaya (▪). | 28 |
| Figura 6: Variación anual del factor de condición (k) en la ciénaga de Zapatosa; sector Chimichagua (▲) ciénaga de Candelaria (●) y la ciénaga de Sahaya (■) | 30 |
| Figura 7: Relación Talla- Peso de correspondiente a la población de <i>P. magdalenae</i> de ciénaga de la Zapatosa sector Chimichagua (A) ciénaga de Candelaria (B) y la ciénaga de Sahaya (C)..... | 33 |
| Figura 8: Proporción de sexo correspondiente a la población de <i>P. magdalenae</i> de la ciénaga de la Zapatosa sector Chimichagua (A) ciénaga de Candelaria (B) y la ciénaga de Sahaya (C)..... | 34 |
| Figura 9: Variación anual del índice gonadosomático y de las precipitaciones en la ciénaga de Zapatosa, sector Chimichagua (▲), Candelaria (●) y Sahaya (▪). | 39 |
| Figura 10: Mapa de puertos pesqueros de complejo cenagoso de Zapatosa y ciénaga de Sahaya. Fuente: Autoría propia | 51 |
| Figura 11: Categorización de aptitud del cultivo de palma en zonas cercanas al complejo cenagoso de la Zapatosa y ciénagas del sur. Fuente: UPRA 2018 modificado | 56 |
| Figura 12: Cultivo e industrialización de palma en el departamento del Cesar. Fuente: Cenipalma 2016..... | 57 |
| Figura 13: índice de cobertura vegetal (NDVI) de plantas flotante (Taruya) en: Ciénaga de Zapatosa sector Chimichagua (A) ciénaga de Candelaria (B) y ciénaga de Sahaya (C) 10 de oct 2017 . Fuente: propia | 59 |
| Figura 14: Áreas con licencias ambientales para explotación y exploración de hidrocarburos en el departamento del Cesar. Fuente: SIAC, modificado 2018..... | 61 |
| Figura 15: Grafica del análisis de componentes principales de variables físico-químicas y observaciones de las ciénagas. | 65 |

Lista de tablas

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1: Desembarcos pesqueros de la región pacífica, caribe y aguas continentales de Colombia (1995- 2013)..... | 13 |
| Tabla 3: Clasificación empírica de los estados de desarrollo gonadal de las hembras de acuerdo a Vazzoler (1996). | 22 |
| Tabla 4: Parámetros reproductivos de <i>Prochilodus magdalenae</i> | 23 |
| Tabla 5: Valores medios \pm desviación estándar para el índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS) condición de Fulton (K) de <i>P. magdalenae</i> en las ciénagas en estudio..... | 27 |
| Tabla 6: Descripción de los diferentes estados de desarrollo gonadal de <i>P. magdalenae</i> | 29 |
| Tabla 7: Valores medios \pm desviación estándar para el índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS), factor de condición de Fulton (K por estados de maduración gonadal) de hembras y machos de <i>P. magdalenae</i> , capturado en el sitio 1 ciénaga de Zapatosa sector Chi/gua, sitio 2 ciénaga de candelaria, y sitio 3 ciénaga de Sahaya de junio de 2017 a junio de 2018..... | 37 |
| Tabla 8: Valores medios \pm desviación estándar para Longitud Total (LT), Longitud Estándar (LS) Peso Total (WT) de <i>P. magdalenae</i> en las ciénagas en estudio. | 42 |
| Tabla 9: Identificación de condiciones antrópica en complejo cenagoso..... | 46 |
| Tabla 10: Desembarcos (t) artesanales de la cuenca del Magdalena durante el período marzo-diciembre de 2017, discriminados por municipio y mes. Los datos corresponden únicamente a los sitios monitoreados por el SEPEC en esta cuenca. | 49 |
| Tabla 11: Desembarcos (t) artesanales de la cuenca del Magdalena durante el período marzo-diciembre de 2017, discriminados por mes y tipo de arte o método de pesca. Los datos corresponden únicamente a los sitios monitoreados por el SEPEC en esta cuenca. | 52 |
| Tabla 12: Composición por especie de los desembarcos pesqueros artesanales (t) en los sitios de la cuenca del Magdalena monitoreados por el SEPEC durante el período marzo-diciembre de 2017..... | 52 |
| Tabla 13: Anova de variables Físico-Químicas entre las ciénagas..... | 54 |
| Tabla 14: Componentes principales con las contribuciones de las variables al conglomerado de los resultados. | 66 |
| Tabla 15: Componentes principales de las ciénagas y mes de observación | 67 |

Lista de Símbolos y abreviaturas

| Abreviatura | Término |
|-----------------------|--|
| <i>IGS</i> | Índice gonadosomático |
| <i>IHS</i> | Índice hepatosomático |
| <i>K</i> | Factor de condición |
| <i>CH</i> | Sector Chimichagua |
| <i>CA</i> | Ciénagas de Candelaria |
| <i>SH</i> | Ciénaga de Sahaya |
| <i>Tn</i> | Toneladas |
| <i>gr</i> | Gramos |
| <i>mg</i> | Miligramos |
| μm | Micras |
| <i>msnm</i> | Metros sobre el nivel del mar |
| <i>Ha</i> | Hectárea |
| <i>AUNAD</i> | Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura |
| <i>MINAGRICULTURA</i> | Ministerio de Agricultura |
| <i>SEPEC</i> | Servicio de Estadística Pesquera |
| <i>Siac</i> | Sistema de Información Ambiental de Colombia |
| <i>TMC</i> | Talla mínima de captura |
| <i>hab</i> | Habitantes |

4. Bibliografía

- Abdo, T. F., Marcon, L., & Bazzoli, N. (2018). Downstream effects of a large reservoir on the reproductive activity of *Prochilodus hartii* (Pisces: Prochilodontidae). *Animal Reproduction Science*, 190, 102–107.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.01.013>
- Allan, J. D., Abell, R., Hogan, Z. E. B., Revenga, C., Taylor, B. W., & Welcomme, R. L. (2005). Overfishing of Inland Waters. *BioScience*, 55(12).
- Addison, R.F. 1984. Hepatic mixed functions oxidase induction in fish as possible biological monitoring system, p. 51-60. *In* P. Hodson & J. Niragu (eds.). Contaminant effects on fisheries. Wiley, Nueva York, EEUU.
- Almeida, J. S., Meletti, P. C., & Martinez, C. B. R. (2005). Acute effects of sediments taken from an urban stream on physiological and biochemical parameters of the neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology*, 140(3–4), 356–363.
<https://doi.org/10.1016/j.cca.2005.03.004>
- Agencia Nacional Minera ANM (2017) catastro minero 2017 minería en el departamento del Cesar <https://www.anm.gov.co/>
- Agencia Nacional de Minería (2017). Catastro Minero Colombiano. Recopilado de: <http://www.cmc.gov.co:8080/CmcFrontEnd/consulta/index.cmc>
- Alonso, J. C., Escobar, C. J., & Polo, V. (2014). AGUAS CONTINENTALES. In J. C. Alonso (Ed.), *Estado De Los Principales Recursos Pesqueros De Colombia 2014* (pp. 164–213). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Andrade, A., & Navarrete, Fabian. (2004). Lineamientos Para La Aplicacion Del Enfoque Ecosistemico a La Gestion Integral Del Recurso Hidrico.
- Andrade, A., Rivera, M., Caidedo, D., Navarrete, F., & Camargo, L. (2002). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Bogota. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosismaticos/pdf/Normativa/Politicapolit_nal_humedales_int_colombia.pdf

- Arcand, L. & C. Metcalfe. 1999. Biomarkers of exposure of broen bullheads to contaminants in the lower great lakes, North America. *Env. Toxicol. Chem.* 18: 740-749.
- Arias-Arias, P. (1988). *Artes y Metodos de Pesca en aguas continentales de América Latina*. Retrieved from <http://ftp.fao.org/fi/Cdrom/aquaculture/a0844t/docrep/008/S7088S/S7088S00.htm#TOC>
- Bacchetta, Carla. (2011). Toxicidad y efectos fisiológicos del insecticida endosulfán en peces neotropicales. (tesis doctoral). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, Santa fe , Argentina
- Barreto, C., & Borda, C. (2008). Evaluación de recursos pesqueros colombianos. ICA. Bogotá (Colombia): Produmedios, 131.
- Bagenal, T. B. (1978). Aspects of fish fecundity. *Ecology of fresh water fish production*.
- Ben Jaballah, H. J., & Ben Ammar, F. (2015). Life cycle assessment impact of fraking shale gas in tunisia. Paper presented at the 2015 6th International Renewable Energy Congress, IREC 2015, doi:10.1109/IREC.2015.7110865
- Capdevila-Arguelles, L., & Zilletti, B. (2008). A perspective on climate change and invasive alien species. *Council of Europe. T-PVS/Inf* (2008), 5.
- Cardona-Gomez, A., Abdelarrague-Serrano, R., Peña-Rodríguez, G., Marín-Moares, E., & Calderon-Arenas, J. (2008). Aplicación de la técnica fotoacústica resuelta en tiempo al monitoreo de la fotosíntesis en plantas de lirio acuático (*Eichhornia Crassipes*). *Respuestas*, 13(1), 5–12. Retrieved from http://conricyt13.summon.serialssolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXMwtV1Lb9QwELZaeukFgQDxiHxCoCgoiZOmOXBI2_A4IJW2SOW0cuxJGymNV9nsAf4FP4EjB07cuO4fY8bJZrPLheclWnmdSWx_sT-P58GYCJ557sacoHQcQByBRklR-TrRiQiVQjpbKK-AgFyJz4_jLEvevxXp1vZS_bEq-68Dj2U49ORI-xuDPwjFAvyN
- Center TD, Dray FA Jr, Jubinsky GP, Grodowitz MJ (1999) Biological control of water hyacinth under conditions of maintenance management: can herbicides and insects be integrated? *Environmental Management* 23: 241–256. PMID: 9852190
- Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma (2016) La palma de aceite en el departamento del Cesar. <https://www.cenipalma.org/>
- Chovanec, A., Hofer, R., & Schiemer, F. (2003). Chapter 18 Fish as bioindicators. In Elsevier Science (pp. 639–676).
- Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortiz, N., Piedra, P., & Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*, 76, 86–100. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382012000100009>
- Congreso de Colombia. (15 de enero de 1990) Artículo 5 [título 1] ley 130 de 1990 Estatuto general de pesca.

Congreso de Colombia (03 Noviembre de 2011) Por el cual se escinden unas funciones del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER y del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y se crea la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP [Decreto 4181 de 2011].DO: (48.242)

Congreso de Colombia (22 de Diciembre de 1993) Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones [ley 99 de 1993]. DO:(41.146).

Constitución política de Colombia [Const.] (1991) Artículo 80 [Titulo II]. 2da Ed.
Recopilado de : www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80

70

Congreso de Colombia (21 de enero de 1997) se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). [Ley 357 de 1997].DO: (42.967) 37

Congreso de Colombia (24 de abril de 2012) Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. [LEY 1523 DE 2012]. DO: (48.411). Recopilado de:
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html

Cortes, G. (2003). Guía para el manejo, cría y conservación del bocachico: prochilodus ... - Google Libros. (Convenio Andrés Bello, Ed.). Bogota, D.C.

Dahl, G. (1971). Los Peces del Norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales (INDERENA). Bogotá. 391 pp.

De la Hoz, J., Duarte, L. O., & Manjarrés, L. (2017). Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia entre marzo y diciembre de 2017. Colombia.

Dias, M. S., Tedesco, P. A., Hugueny, B., Jézéquel, C., Beauchard, O., Brosse, S., & Oberdorff, T. (2017). Anthropogenic stressors and riverine fish extinctions. *Ecological Indicators*, 79, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.053>

Dingle, H. (1996) *Migration: The Biology of Life on the Move*. Oxford University Press, Oxford.

FAO. (2014). Colombia Pesca en Cifras/2014. Retrieved from http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/05/Pesca_en_cifras.pdf

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

- Froese, R., y Pauly, D. (2018). FishBase. Publicación electrónica de la World Wide Web. <https://www.fishbase.org> , versión (10/2018).
- Guio-Duque, A., Ortegón-Torres, L., Henao-Murillo, B., & Pelaez-Jaramillo, C. (2014). Efectos genotóxicos de los contaminantes ambientales, en peces de importancia comercial del río Magdalena, en el departamento del Tolima. *Revista Tumbaga*, 1(53), 21–53.
- Hatanaka, T., F. Henrique-Silva & P. M. Galetti. 2006. Population substructuring in a migratory freshwater fish *Prochilodus argenteus* (Characiformes, Prochilodontidae) from the São Francisco River. *Genetica* 126 (1-2): 513-517.
- Hubbert, M., & Willis, D. (1957). Mechanics of hydraulic fracturing. *Journal for Petroleum Technology*, 9(6), 153–166. [https://doi.org/10.1016/S0376-7361\(07\)53011-6](https://doi.org/10.1016/S0376-7361(07)53011-6)
- INVAWET. 2018. Humedales tropicales, especies invasoras y salud. Caselles-Osorio, A. Marçal, SF, Ovando, X MC y Posada-García JA (Eds.). Red temática INVAWET 2015-2018 del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED (Madrid – España) 456 pp. Disponible en: www.invawet-cyted.org
- Ultsch, G. R. (1973). Effects of water hyacinths (*Eichhornia crassipes*) on the microenvironment of aquatic communities. *Archiv fur Hydrobiologie*.
- Jalabert, B. 2005. Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals. *Reprod Nutr Dev* 45:261-279
- Jaramillo-Villa, U., & Jiménez-Segura, L. F. (2008). Algunos aspectos biológicos de la población de *Prochilodus magdalenae* en las ciénagas de Tumaradó (Río Atrato), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 30(88), 55–66. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842008000100005
- Jaramillo, A., Justinico, J., Rangel-Ch, O., Parra, L., & Ruiz, D. (2012). La Estratigrafía De Los Sedimentos De Fondo De Ciénagas Del Caribe Y El Registro De Los Cambios De Clima En Los Últimos 4.900 Años. Colombia *Diversidad Biótica XII*. La región Caribe de Colombia.
- Jiménez-Segura, L. F., Carvajal-Quintero, J. D., & Aguirre, N. (2010). LAS CIÉNAGAS COMO HÁBITAT PARA LOS PECES: ESTUDIO DE CASO EN LA CIÉNAGA DE AYAPEL (CÓRDOBA), COLOMBIA RIVERINE FLOODPLAIN LAKES AS HABITAT FOR FRESHWATER FISHES: A CASE STUDY IN THE AYAPEL FLOODPLAIN LAKE (CÓRDOBA), COLOMBIA. *Actual Biol*, 32(92), 53–64.
- Jiménez-Segura, L. F., Palacio, J., & Leite, R. (2010). River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena River basin, Colombia. *Ecology of Freshwater Fish*, 19(2), 178–186. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2009.00402.x>
- Jiménez-Segura, L. F., Restrepo-Santamaría, D., López-Casas, S., Delgado, J., Valderrama, M., Álvarez, J., & Gómez, D. (2014). Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia Luz. *Biota Colombiana*, 15(2), 3–25. Retrieved from www.humboldt.org.co/biota

- Kerguelén-Durango, E., & Atencio-García, V. (2015). Environmental characterization of the reproductive season of migratory fish of the Sinú river (Cordoba, Colombia). *Revista MVZ Cordoba*, 20(3), 4766–4778.
- Kime, D.E. 1995. The effects of pollution on reproduction in fish. *Fish Biol. Fish.* 5: 52-96.
- Lallana VH, Sabattini RA, Lallana MdC (1987) Evapotranspiration from *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia herzogii*, and *Azolla caroliniana* during summer in Argentina. *Journal of Aquatic Plant Management* 25: 48–50.
- Lans, C. E., Díaz, P. B., & Paez, M. M. (2011). Residual organochlorinated compounds in two fish species from Ciénaga Grande del Bajo Sinú, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 16(1), 2402–2409. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0->
- Leyton, S., Muñoz, E., Gordillo, M., Sánchez, G., Luis, M., & Soto, A. (2015). ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN DE FULTON (K) Y LA RELACIÓN LONGITUD-PESO EN TRES ESPECIES ÍCTICAS AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA ESTIMATION OF FULTON ' S CONDITION FACTOR (K) AND THE LENGTH- WEIGHT RELATIONSHIP OF THREE FISH SPECIES PRE. *Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.)*, 27, 24–31.
- Lópera-Barrero, N. M., Ribeiro, R. P., & Povh, J. A. (2008). Caracterización genética de lotes de peces usados en programas de repoblamiento y su importancia en la conservación genética en la piscicultura. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 515–522. Retrieved from <http://bioline.org.br/request?zt08087>
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., D. P. M. (2000). 100 of the World ' S Worst Invasive Alien Species. Published by The Invasive Species Specialist Group ISSG a specialist group of the Species Survival Commission SSC of the World Conservation Union IUCN 12pp First published as special liftout in *Aliens* (Vol. 12). <https://doi.org/10.1614/WT-04-126.1>
- Maldonado, J., Villa, A., Francisco, P., Rodríguez, S., & Calle, C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ed.). Bogota D.C. Colombia.
- Mancera-Rodríguez, N. J. (2017). Reproductive biology of *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) and conservation strategies for the Nare and Guatapé rivers, Magdalena River Basin, Colombia | Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para lo. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 1105–1119. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.26826>
- Martyn, L., & Baras, E. (2002). Migration of Freshwater Fishes. *Copeia* (Vol. 2002). [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2002\)002\[0878:\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2002)002[0878:]2.0.CO;2)
- MINAGRUICULTURA. (2014). POLITICA INTEGRAL PARA EL DESARROLLO DE LA PESCA SOSTENIBLE EN COLOMBIA.
- Mojica, J. (2012). Libro Rojo De Peces Dulciacuículas De Colombia. (J. I. Mojica, Ed.),

- Journal of Chemical Information and Modeling (1st ed., Vol. 53). Bogota D.C. Colombia. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mojica, J., Castellanos, C., Usma, J., & Alvarez, R. (2002). Libro rojo de peces dulceacuicola de colombia. Bogota, D.C.
- Nebel B. y R. Wright, 1999. Ciencias ambientales (Ecología y desarrollo sostenible). Prentice-Hall Pearson. México, 698 p.
- Naranjo, L., Andrade, G., & Ponde de leon, E. (1999). Humedales Interio de Colombia: Base Técnica para su Conservación y Uso Sostenible (1st ed.). Bogota D.C.
- Olaya-nieto, C. W., Sc, M., & Rosso, D. F. H. (2010). BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL LISO Rhamdia quelen (PISCES : HEPTAPTERIDAE) EN EL RÍO SINÚ , COLOMBIA Reproductive Biology of Liso Rhamdia quelen (Pisces : Heptapteridae) in the Sinu River , Colombia, 15, 61–73.
- Oliveira, F., Reis, L. ;, Soto-Blanco, B., & Melo, M. (2015). Pesticides residues in the Prochilodus costatus (Valenciennes, 1850) fish caught in the São Francisco River, Brazil. Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 50(6), 398–405. <https://doi.org/10.1080/03601234.2015.1011946>
- ONF Andina. (2014). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES MENORES DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR. valledupar-Cesar.
- Osborn, S. G., Vengosh, A., Warner, N. R., & Jackson, R. B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108(20), 8172-8176. doi:10.1073/pnas.1100682108
- Páez, Y. C., Betancourt, C. A., & González-Sansón, G. (2008). Indicadores morfológicos y reproductivos del pez *Gambusia puncticulata* (Poeciliidae) en sitios muy contaminados del río Almendares, Cuba. Revista de Biología Tropical, 56(4), 1991–2004.
- Pareja-carmona, M., Jiménez-segura, L., & Ochoa-orrego, L. (2014). Variación espacio-temporal de las larvas de tres especies de peces migratorios en el cauce del río Magdalena (Colombia), durante el ciclo hidrológico 2006-2007. Actual Biol, 36(100), 2014.
- Pareja, M., Jiménez-segura, L., Villa, F., Reinoso, G., Gualterol, D., & Angel, V. (2014). Áreas de reproducción de peces migratorios en la cuenca alta del río Magdalena, Colombia. Biota Colombiana, 15(2), 40–53.
- Porter, C.M & D.M. Janz. 2003. Treated municipal sewage discharge affects multiple levels on biological organization in fish. Ecotox. Env. Saf. 54: 109-206.
- Pütz, P. (2008). Eliminación y determinación de fosfato. Estados Unidos.
- Quiroz-Flores, A., Miranda-Arce, M. ;, & Lot-Helgueras, A. (2008). Estudio Comparativo De Algunas Variables Fisicoquímicas Del Agua En Canales Secundarios De Xochimilco Con Y Sin Eichhornia Crassipes (Martius) Solms-Laubach. Polibotánica,

25, 127–133.

- Rangel-Ch, J. (2012). Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No. 7. Las ciénagas del departamento del Cesar: Zapatosa y ciénagas del Sur, Biodiversidad y Conservación. (I. de C. N. U. N. De Colombia, Ed.). Bogota D.C. Colombia.
- Rangel-Ch, J. O., & Carvajal-Cogollo, J. E. (2009). Clima de la Serranía del Perijá. Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá. Colombia Bogotá DC: Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-Corpoquesar, 3-49.
- Restrepo, J. C., & Restrepo, J. D. (2013). EFECTOS NATURALES Y ANTRÓPICOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 29((111)), 239–254.
- Ribeiro, V. M. a., Santos, G. B., & Bazzoli, N. (2007). Reproductive biology of *Steindachnerina insculpta* (Fernandez-Yépez) (Teleostei, Curimatidae) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, 24(1), 71–76. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000100009>
- Riofrío Q., J. C. (2002). Aspectos biométricos y reproductivos de Boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz , 1829 (Pisces : Prochilodontidae) en Ucayali , Perú . Rev. Peru., 9(2), 111–115.
- Ríos-Pulgarín, M. I., Jiménez-Segura, L. F., Palacio, J. A., & Ramírez-Restrepo, J. J. (2008). COMUNIDAD DE PECES EN LA CIÉNAGA DE AYAPEL, RÍO MAGDALENA (CÓRDOBA) COLOMBIA: CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES EN SU ASOCIACIÓN THE FISH COMMUNITY OF THE AYAPEL FLOODPLAIN LAGOON, MAGDALENA RIVER (CÓRDOBA), COLOMBIA: SPACIO-TEMPORAL CHANGES IN ITS ASSEMBLAGE. Actual Biol, 30(88), 29–53.
- Senhadji-Navarro, K., Ruiz-Ochoa, M. A., & Rodriguez Miranda, J. P. (2017). Ecological status of some colombian wetlands in the last 15 years: a prospective evaluation. Colombia Forestal, 2(20), 181–191. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.2.a07>
- Sutherst RW, Baker RHA, Coakley SM, Harrington R, Kriticos DJ, Scherm H (2007) Pests Under Global Change—Meeting Your Future Landlords? In: Canadell JG, Pataki DE, Pitelka LF, editors. Terrestrial Ecosystems in a Changing World. Berlin Heidelberg New York: Springer. pp. 211–223
- Silva, E. A., & Stewart, D. J. (2017). Reproduction, feeding and migration patterns of *Prochilodus nigricans* (Characiformes: Prochilodontidae) in northeastern Ecuador. Neotropical Ichthyology, 15(3), 1–13. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20160171>
- Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC (2018) Catalogo de mapas. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- Speranza, E. D., Cappelletti, N., Migoya, M. C., Tatone, L. M., & Colombo, J. C. (2012). Migratory behaviour of a dominant detritivorous fish *Prochilodus lineatus* evaluated

- by multivariate biochemical and pollutant data. *Journal of Fish Biology*, 81(2), 848–865. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03358.x>
- Speranza, E. D., Tatone, L. M., Cappelletti, N., & Colombo, J. C. (2013). Cost-benefit of feeding on anthropogenic organic matter: Lipid changes in a detritivorous fish (*Prochilodus lineatus*). *Ichthyological Research*, 60(4), 334–342. <https://doi.org/10.1007/s10228-013-0355-x>
- Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2013). CATÁLOGO DE LOS RECURSOS PESQUEROS CONTINENTALES DE COLOMBIA. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). Colombia. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Toft, G., E. Baatrup & L. Guillette, Jr. 2004. Altered social behavior and sexual characteristics in *Gambusia holbrooki* living downstream of a paper mill. *Aquat. Toxicol.* 70: 213-222.
- Torregroza-Espinosa Ana Carolina, Narváez-Barandica Juan Carlos, Orozco-Berdugo Gilberto. Variabilidad genética en la producción de larvas de *Prochilodus magdalenae* usadas en programas de repoblamiento en el río Magdalena, Colombia. *Hidrobiológica*. 2015; 25(2): 187-192.
- Unidad de planificación rural agropecuaria (2018) sipra: aptitud de cultivo de palma africana departamento del Cesar. <https://sipra.upra.gov.co>
- Usma, J., Valderrama, M., Escobar, M., Ajiaco-martinaz, R., Francisco, V., Castro, F., ... Cipamocha, C. (2009). Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia. Plan nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Retrieved from https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010_plan_especies_migratorias.pdf
- Valderrama, M. (2004). Estado de la población de bocachico, *Prochilodus magdalenae* (Pisces: Characiformes), y su manejo en la cuenca del Río Sinú, Colombia. *Dahlia*, 7, 3–12.
- VALDERRAMA, M.; JIMÉNEZ-SEGURA, L. F.; LÓPEZ- CASA, S.; RIVAS-LARA, T. S.; RINCÓN-LÓPEZ, C. E.; NIETO-TORRES, S.; GONZÁLEZ-CAÑÓN, G.; GALVIS-GALINDO, I.; HERNÁNDEZ, S. Y SALAS, F. 2011. *Prochilodus magdalenae* (Characiformes, Prochilodontidae). Capítulo 7. Pp. 305-311. En: Lasso, C. A.; Agudelo Córdoba, E.; Jiménez- Segura, L. F.; Ramírez-Gil, H.; Morales-Betancourt, M.; Ajiaco-Martínez, R. E.; Gutiérrez, F. de P.; Usma, J. S.; Muñoz Torres, S. E. y Sanabria Ochoa, A. I. (eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Vazzoler, A. E. (1996). *BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO DE PEIXES TELEÓSTEOS: TEORIA E PRÁTICA (SBI)*. São Paulo.
- Vicentin, W., Rocha, A. S., Rondon, P. L., Costa, F. E. dos S., & Suárez, Y. R. (2012).

Parâmetros populacionais, período reprodutivo e crescimento de prochilodus lineatus (characiformes, prochilodontidae) na cabeceira do Rio Miranda, Alto Rio Paraguai. *Oecologia Australis*, 16(4), 891–904.
<https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.12>

Vieira, C. E. D., Costa, P. G., Lunardelli, B., de Oliveira, L. F., da Costa Cabrera, L., Risso, W. E., ... Bueno dos Reis Martinez, C. (2016). Multiple biomarker responses in *Prochilodus lineatus* subjected to short-term in situ exposure to streams from agricultural areas in Southern Brazil. *Science of the Total Environment*, 542, 44–56.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.071>

Zapata, L., & Usma, J. S. (2013). Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Plan Nacional de las Especies Migratorias.