

406

ECOREGIONES DULCEACUÍCOLAS DE COLOMBIA

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL PARA LOS ANDES Y UNA PARTE DEL AMAZONAS Y ORINOCO

Ficha metodológica

El área de estudio del proyecto *Planeación ambiental para la conservación*, desarrollado entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol), estuvo enmarcada geográficamente por los sitios de operación de ésta última.

La región abarcó el 62% (70.373.736,64 ha) del territorio continental de Colombia, y sus principales vertientes hidrográficas: Pacífica y Caribe (incluida la cuenca Magdalena-Cauca), y parte de la región cisandina de la Orinoquia y Amazonia. El 38% del territorio que no se consideró, pertenece a la parte baja de la región cisandina de la Amazonía y Orinoquia. No obstante lo anterior, el área es significativa y recoge gran parte de la

heterogeneidad espacial de la geografía nacional.

De un total de 41 zonas hidrográficas determinadas para Colombia por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam³), el área de estudio contempló 32 (78%), las cuales se reagruparon de acuerdo a los criterios que se mencionan a continuación:

a) Características geomorfológicas de las cuencas e interpretación de la dirección y subdivisión de los drenajes

Con base en la experiencia de los autores y de algunos expertos en biogeografía e ictiología del país, se revisó la zonificación hidrográfica actual de Colombia (codificación de las cuencas)¹, teniendo en cuenta la cartografía geológica², las regiones

geográficas³, las provincias hidrogeológicas¹, los sistemas de acuíferos¹, y las imágenes satelitales de Google Earth⁴.

La combinación y análisis de estos recursos permitió discriminar y delimitar las formaciones geológicas más importantes, así como los atributos que se consideraron influyen la distribución de las especies: estrechos que encauzan los ríos y generan limitaciones, abanicos aluviales, altiplanos, piedemontes, llanuras, divisorias de cabeceras no tan definidas orográficamente y planos de inundación, por ejemplo.

b) Distribución y composición íctica

A partir de la revisión bibliográfica, se sintetizó la información secundaria disponible sobre distribución de especies de peces continentales presentes en el área de estudio^{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20}.

Posteriormente, se seleccionaron 108 especies (23 familias y 6 órdenes) consideradas entidades no monofiléticas -sin antepasado común reciente-, escogidas mediante un ejercicio previo de priorización realizado en el proyecto^{21, 22, 23, 24, 25}, en el cual se analizaron originalmente 426 especies.

La selección se basó en la identificación de especies que

tuvieran una distribución reconocida en el área de estudio, y que fueran importantes para la conservación, debido a su función ecológica, endemismo, uso, migración y categoría de amenaza. Se excluyeron del análisis las especies de alta montaña pertenecientes a los géneros *Astroblepus* y *Eremophilus*, ya que por su distribución natural pueden compartir más de una vertiente hidrográfica, así como las netamente estuarianas de los géneros *Mugil*, *Pristis* y *Sciades*, debido al enfoque continental del análisis, tampoco se incluyeron especies con vacíos de información como *Dupouyichthys* y *Leporellus*. Las localidades reportadas se georreferenciaron con el fin de obtener puntos base para la construcción de mapas de distribución potencial de las especies, mediante el programa QGIS versión 2.0.1 Dufour.

c) Semejanzas y diferencias en la composición íctica

Por último, se construyó una matriz de presencia-ausencia de las 108 especies en las ecorregiones propuestas, con la cual se realizó un análisis binario de conglomerados que usó el algoritmo de agrupamiento de pares no ponderado (UPGMA -donde el clúster se une con base en la distancia media de todos los miembros del grupo-), para corroborar la similitud ictiológica entre las regiones

hidrobiológicas y la distribución de las especies de peces.

Para este fin se usó el programa estadístico PAST versión 3.01, con el cual se calculó el coeficiente de similitud de Simpson (usado para calcular la diversidad *gamma* entre regiones geográficas amplias), definido como M/N_{\min} , donde N_{\min} es el menor número de presencia entre

dos asociaciones. Este índice trata dos asociaciones como idénticas, si una es una submuestra de la otra, haciéndolo muy útil para datos fragmentarios, ya que no se ve afectado por el tamaño de la muestra²⁶. La similitud entre regiones se considera significativa a partir del valor de 66,6% donde una fauna es la mitad del tamaño de la otra²⁷.

LITERATURA ASOCIADA

[1] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam). (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

[2] Gómez, T. J., Nivia, A., Montes, N. E., Jiménez, D. M., Tejada, M. L., Sepúlveda, J.,...Mora, M. (Compiladores). (2007). [Mapa geológico de Colombia. Escala 1: 2'800.000. Ingeominas, segunda edición].

[3] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2008). [Mapa de las regiones geográficas. Escala 1:7'500.000].

[4] Google Earth. (2015). [Mapa].

[5] Galvis, G., Mojica, J. I., y Camargo, M., (1997), *Peces del Catatumbo. Ecopetrol – Oxy - Shell*

Asociación Cravo Norte. Bogotá, D. C., Colombia: D'Vinni Editores. Ltda.

[6] Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Galvis, G., Villa-Navarro, F. A., Vasquez, L., Prada, S., y Ardila, C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

[7] Buitrago-Suárez, U. A. (2006). Anatomía comparada y evolución de las especies de *Pseudoplatystoma Bleeker 1862* (Siluriformes: Pimelodidae). *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 30(114), 117-141.

[8] Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Bonilla, P. A., y Santos, N. L. (2006). Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1), 39-54.

- [9] Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Bonilla, P. A., y Santos, N. L. (2006). Peces de la cuenca del río Patía, vertiente del Pacífico colombiano. *Biota Colombiana*, 7(2), 179-190.
- [10] Villa-Navarro, F. A., Zúñiga-Upegui, P. T., Castro-Roa, D., García-Melo, J. E., García-Melo, L. J., y Herrada-Yara, M. E. (2006). Peces del alto Magdalena, cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1), 3-22.
- [11] Galvis, G., Sánchez-Duarte, P., Mesa, L. M., López-Pinto, Y., Gutiérrez-E., M. A., Gutiérrez-Cortés, A.,...Castellanos, C. (2007). *Peces de la Amazonia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder), Universidad Nacional de Colombia e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).
- [12] Galvis, G., Mojica, J. I., Provenzano, F., Lasso, C. A., Taphorn, D. C., Royero, R.,...Cipamocha, C. A. (2007). *Peces de la Amazonía colombiana con énfasis en especies de interés ornamental*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder), Universidad Nacional de Colombia e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI).
- [13] Maldonado-Ocampo, J. A., Vari, R. P., y Usma, J. S. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 143-237.
- [14] Castellanos-Morales, C. A., Marino-Zamudio, L. L., Guerrero-V., L., y Maldonado-Ocampo, J. A. (2011). Peces del departamento de Santander, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 35(135), 189-212.
- [15] Lasso, C. A., Agudelo, E., Jiménez-Segura, L. F., Ramírez-Gil, H., Morales-Betancourt, M. A., Ajiaco-Martínez, R. E.,...Sanabria, A. I. (Eds.). (2011). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- [16] Mesa, L. M., y Lasso, C. A. (2011). *III. Revisión del género Apistogramma Regan 1913 (Perciformes, Cichlidae) en la cuenca del río Orinoco*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- [17] Téllez, P., Petry, P., Walschburger, T., Higgins, J., y Apse, C. (2011). *Portafolio de conservación*

de agua dulce para la Cuenca del Magdalena-Cauca. Programa NASCA. Bogotá, D.C., Colombia: The Nature Conservancy y Cormagdalena.

[18] Maldonado-Ocampo, J. A., Usma, J. S., Villa-Navarro, F., Ortega-Lara, A., Prada-Pedrerros, S., Jiménez-Segura, L. F.,...Sánchez, G. G. (2012). *Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. Bogotá D.C., Colombia: WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y Pontificia Universidad Javeriana.*

[19] Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez, R., y Lasso, C. A. (Eds.). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

[20] Ortega-Lara, A., Lasso-Alcalá, O. M., Lasso, C. A., Andrade, G., y Bogotá-Gregory, G. D. (2012). Peces de la cuenca del río Catatumbo, cuenca del Lago de Maracaibo, Colombia y Venezuela. *Biota Colombiana*, 13(1), 71-98.

[21] González, M. F., Díaz-Pulido, A., Aguilar-Cano, J., Mesa-S., L. M., y Portocarrero-Aya, M. (2015). Priorización de especies y definición de objetos de conservación para las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. En M. Portocarrero-Aya, G. Corzo y M. E. Chaves. (Eds.), *Catálogo de biodiversidad de las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel regional. Volumen 2. Tomo 1. Serie Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas Operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol* (pp. 71-80). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A.

[22] González, M. F., Díaz-Pulido, A., Aguilar-Cano, J., Mesa-S., L. M., y Portocarrero-Aya, M. (2015). Priorización de especies y definición de objetos de conservación para las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. En M. Portocarrero-Aya, G. Corzo y M. E. Chaves. (Eds.), *Catálogo de biodiversidad de las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel regional. Volumen 2. Tomo 1. Serie Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas Operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol*

(pp. 76-128 y 150-172). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A.

[23] Mesa-S., L. M., Maldonado-Ocampo, J. A., Usma, J. S., Villa-Navarro, F., y Franco, M. (2015). Peces. En M. Portocarrero-Aya, G. Corzo y M. E. Chaves. (Eds.), *Catálogo de biodiversidad de las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel regional. Volumen 2. Tomo 1. Serie Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas Operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol* (pp.101-104). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A.

[24] Mesa-S., L. M., Díaz-Pulido, A., González, M. F., Aguilar-Cano, J., y Portocarrero-Aya, M. (2016). Priorización de especies y definición de objetos de conservación para la región caribe. En L. M. Mesa-S., M. Santamaría, H. García y J. Aguilar-Cano. (Eds.), *Catálogo de biodiversidad de la región caribe colombiana. Volumen 3. Serie Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en*

Áreas Operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol (pp. 62-71). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A.

[25] Mesa-S., L. M., Acero, A., Ardila, C., Atencio, V., Galvis, G., y Nieto, L. (2016). Peces. En L. M. Mesa-S., M. Santamaría, H. García y J. Aguilar-Cano. (Eds.), *Catálogo de biodiversidad de la región caribe colombiana. Volumen 3. Serie Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas Operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol* (pp. 96-98 y 161-162). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A.

[26] Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1), 9.

[27] Sánchez, O., y López, G. (1988). A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75, 119-145.

RECURSOS ADICIONALES

Mesa-S., L. M., Corzo, G., Hernández-Manrique, O. L., Lasso, C. A., y Galvis, G. (2016). Ecorregiones dulceacuícolas de Colombia: una propuesta para la planificación territorial de la región trasandina y parte de las cuencas del Orinoco y Amazonas. *Biota Colombiana* (En prensa).

USOS Y USUARIOS RECOMENDADO

Esta investigación es un referente importante para quienes estén interesados en abordar la gestión ambiental desde una perspectiva no convencional, dada por la reinterpretación del territorio en respuesta a las dinámicas actuales de los ecosistemas.

Cítese como: Mesa-S., L. M., Corzo, G., Hernández-Manrique, O. L., Lasso, C. A., y Galvis, G. (2017). Ecorregiones dulceacuícolas de Colombia. Planificación territorial para los Andes y una parte del Amazonas y el Orinoco. En Moreno, L. A., Andrade, G. I., y Ruiz-Contreras, L. F. (Eds.). 2016. *Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.