

## INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIODIVERSIDAD MÁS ALLÁ DE LAS ESPECIES

### Ficha metodológica

Para la elaboración de esta ficha se realizaron reuniones técnicas con investigadores del programa de Ciencias Básicas de la Biodiversidad del Instituto Alexander von Humboldt, el cual comprende diferentes enfoques de estudio de la biodiversidad (taxonómico, genético, funcional y espacial). En estas reuniones se analizaron los resultados generados por cada enfoque y las aplicaciones que cada uno ha tenido en el país, con lo que posteriormente se elaboraron los textos y figuras explicativas sobre la importancia de investigaciones multienfoque para la gestión integral de la biodiversidad. Para ilustrar la importancia de aplicar investigaciones integrales para la gestión de la biodiversidad se elaboró una descripción de cada enfoque y sus posibilidades de análisis a cada escala de trabajo. Por otro lado, se tomaron vacíos de información identificados por gestores ambientales en el país, producto de un trabajo desarrollado desde el Instituto Humboldt a través del programa de Ciencias Básicas, se ordenaron por temáticas y se propuso un ejemplo hipotético de una investigación

integral y su relación con estos interrogantes.

Para ilustrar mejor a los lectores, se decidió describir un ejemplo real de una aproximación multienfoque relacionado a la toma de decisiones en conservación, como es la delimitación de áreas protegidas. Este ejemplo se deriva de un artículo científico elaborado por el programa de Ciencias Básicas de la Biodiversidad y la Universidad del Norte, titulado: Diversidad taxonómica, funcional y filogenética de aves de ecosistemas altoandinos en Colombia. En este artículo se estimó la diversidad taxonómica, filogenética y funcional de aves de ecosistemas altoandinos, usando 325 especies de aves reportadas para estos ecosistemas con información filogenética disponible (relaciones entre especies). Esto representa el 55% de las especies de aves que se han reportado como habitantes de ecosistemas de alta montaña. Para cada una de estas especies se tomaron medidas de seis rasgos morfológicos (culmen total, altura del pico, ancho del pico a la altura de la comisura, índice alar, longitud del hálux y masa corporal), a partir de 4449 especímenes de museo<sup>1</sup>. Los ecosistemas altoandinos fueron

definidos a partir del mapa oficial de Ecosistemas de Páramos<sup>2</sup>, el cual incluye además toda la zona de transición hacia bosques altoandinos (desde 2200 m.s.n.m) y zonas nivales. El área fue dividida en cuadrantes de 1 km x 1 km, para cada uno de los cuales se estimó la diversidad taxonómica, filogenética y funcional.

Para la *diversidad taxonómica*, fue estimado el número de especies presentes en cada uno de los cuadrantes usando los mapas de distribución generados a partir de los mapas realizados por expertos de IUCN<sup>3</sup> y modelos de distribución de especies (disponibles en <http://biomodelos.humboldt.org.co/>), corregidos por elevación de acuerdo a los límites reportados en bibliografía<sup>4</sup>. Todos los mapas fueron sobrepuestos sobre cada cuadrante, y se identificó y cuantificó el número de especies presentes.

Para la *diversidad funcional*, se calculó el índice de distancia media pareada (mean pairwise distance, MPD) estandarizado como medida de diversidad funcional usando todos los rasgos morfológicos tomados. Dado que el peso del espécimen no fue reportado en gran número de casos, fue usado el peso promedio por especie reportado en bibliografía<sup>5</sup>.

Por último, para la *diversidad filogenética*, se construyó un árbol consenso a partir de un juego de 1000 árboles filogenéticos generados por Jetz et al. (2012, disponibles en <http://www.birdtree.org>), que posteriormente fue cortado para las 325 especies de aves incluidas en

el estudio. Al igual que para la estimación de diversidad funcional, el índice MPD estandarizado fue usado como medida de diversidad filogenética.

Posteriormente, los valores de diversidad taxonómica, funcional y filogenética fueron ubicados espacialmente en el mapa de Ecosistemas de Páramos y un raster de 1 km x 1 km fue generado para cada uno. Toda la manipulación de los mapas, árboles filogenéticos y la estimación de los índices de diversidad fue realizada con diferentes paquetes del programa R. Finalmente, estos resultados fueron sobrepuestos sobre las áreas protegidas para Colombia, según la capa del registro Único Nacional de Áreas Protegidas disponible en 2018.

Caso de estudio:

La investigación se centró en responder: ¿Cómo es la diversidad taxonómica, funcional y filogenética de los sistemas montañosos? ¿Son congruentes entre ellos? Para responder estas preguntas, se tomaron las comunidades de aves de los ecosistemas andinos de alta montaña (desde 2400 m s.n.m.) de Colombia. La comparación en la congruencia entre las medidas de diversidad consideradas, genera información importante para tomadores de decisión ya que permite identificar que elementos de la diversidad están conservando o van a conservar con las áreas protegidas establecidas, o en proceso de delimitación. Tomando como referencia diferentes listas de expertos sobre las especies reportadas en estos ecosistemas, se tomaron medidas morfológicas como peso, longitud del pico, de

las patas y de la cola, de especímenes de museo para estas especies. Así mismo, usando bases de datos globales, se construyó la filogenia (relaciones entre especies) para las especies incluidas en el estudio. Para estimar la diversidad taxonómica, filogenética y funcional de los ecosistemas altoandinos, se dividió el espacio en cuadrantes de 1 km x 1 km, para los cuales se cuantificó el número de especies de aves presente. Así mismo, usando las medidas morfológicas tomadas y la filogenia construida, se estimó la diversidad funcional (qué tan similares morfológicamente son las especies presentes en la comunidad) y filogenética respectivamente (qué tan cercanas son las especies que componen

esa comunidad). Con estos resultados se elaboró una capa raster donde cada pixel de 1 km x 1 km contiene los valores asociados de las diferentes diversidades calculadas y se sobrepuso con la capa de áreas protegidas. Los resultados evidencian que, aunque algunas comunidades ricas en número de especie son también diversas funcional y filogenéticamente, en un gran número de casos estas dimensiones no son congruentes. Esto llama la atención sobre el estado de áreas prioritarias o de conservación ¿son estas áreas diversas tanto en número de especies, como en diversidad funcional y filogenética.

## **FUENTE DE DATOS UTILIZADOS**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:

- Vacíos de información identificados en el contrato: “Diagnóstico sobre el estado actual de investigación y conocimiento de bosques en Colombia, Síntesis del estado actual de conocimiento sobre los bosques andinos de Colombia”. Contratista: Angela Parrado Rosselli.

- Los datos del artículo usado para el ejemplo fueron tomados del proyecto Fondo Adaptación (Acuerdo No. 13-014 (FA005)).

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Capa de las áreas protegidas de Colombia (Registro Único nacional de Áreas Protegidas) escala 1:100.000.

## **USOS Y USUARIOS RECOMENDADOS**

Esta información es útil para cualquier lector que tenga intereses y necesidades de gestión de la biodiversidad en diferentes entidades ambientales, e

investigadores con intereses particulares en el desarrollo del estudio integral de la biodiversidad.

## LITERATURA ASOCIADA

1. Montoya, P., González, M. A., Tenorio, E.A., López-Ordóñez, J.P., Pinto Gómez, A., Cueva, D., Acevedo Rincón, A.A., Yanes, C.A., Arango Martínez, H.M., Armesto, O., Betancur, J.S., Caguazango Castro, A., Calderon Leyton, J.J., Calpa-Anaguano, E.V., Cárdenas-Posada, G., Castaño Díaz, M., Chaparro-Herrera, S., Diago-Muñoz, N., Espinosa, L.F., Gómez Bernal, L.G., Gonzalez-Zapata, F.L., Gutiérrez Zamora, E.A., Gutiérrez-Zuluaga, A.M., Lizcano Jiménez, R.S., Lopera-Salazar, A., Martínez Alvarado, D., Maya Girón, A.M., Medina, W., Montealegre-Talero, C., Parra, J.L., Pérez-Peña, S., Ramírez Ramírez, F., Reyes, J., Rivera-Gutiérrez, H.F., Rosero Mora, Y., Trujillo-Torres, C.M., Vidal-Maldonado, C.C. y B. Salgado-Negret. 2018. Datapaper - A morphological database for 606 colombian bird species. *Ecology*. 99(7): 1693.
2. Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., Zapata, J y León, O. 2013. Aportes a la Conservación Estratégica de los Páramos de Colombia: Actualización de la Cartografía de los Complejos de Páramo a Escala 1: 100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D. C., Colombia.
3. Ridgely, R. S., Allnutt, T. F., Brooks, T., McNicol, D. K., Mehlman, D. W., Young, B. E y Zook, J. R. 2007. Digital distribution maps of the birds of the Western Hemisphere. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
4. Hoyos, J. D., Elliott, A. y Sargatal, J. 1992. Handbook of the Birds of the World Vol. 1-16. Lynx Edicions/Birdlife International.
5. Dunning, J. B., Jr. 2008. Body masses of birds of the world. 2nd ed. CRC handbook of avian body masses. Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.
6. Jetz, W., Thomas, G. H., Joy, J. B., Hartmann, K. y Mooers, A. O. 2012. The global diversity of birds in space and time. *Nature* 491:444–448.
7. Tenorio E.A., Montoya P., Salgado-Negret B., Parra J. L., González M.A. 2018. Patterns of morphological space and phylogenetic structure in avian communities of tropical highlands ecosystems. En preparación.

**Cítese como:**

Blanco-Torre S, A., Montoya, P., Tenorio, E., Baruffol, M., Norden, N., Rodríguez Buriticá, S., González, R., González, M., Avella, A., Gómez-Posada, C., Salgado-Negret, B. y H. García. (2018). Integración de los componentes de la diversidad: biodiversidad más allá de las especies. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.