

404

SINERGIAS ENTRE BIODIVERSIDAD, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, ADAPTACIÓN AL RIESGO Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Ficha metodológica

El Instituto Humboldt junto con el consorcio [Nature Map](#), identificó dos portafolios de conservación en los que de manera integrada se optimiza la representatividad de (1) la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la adaptación al riesgo (Figura 1), y (2) la biodiversidad, la provisión de agua y la mitigación al cambio climático. Los portafolios generados corresponden a dos ejercicios independientes:

1. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la adaptación al riesgo

Se identificaron cinco características de conservación con base en la revisión de políticas relacionadas con la biodiversidad, el cambio climático y los servicios ecosistémicos realizada por el proyecto [ELSA](#) (Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida): 1) especies¹, (2) ecosistemas², (3) comunidades bióticas³, (4) áreas de riesgo de deforestación⁴, y (5) áreas críticas para la provisión de servicios ecosistémicos (protección contra el

cambio climático⁵, deslizamientos⁶, inundaciones⁷, oferta hídrica y calidad de agua⁸, erosión⁹, y salinización de suelos¹⁰). La definición de las metas de conservación fue exploratoria, con el fin de evaluar la viabilidad de implementar la meta 30x30 (30 % del territorio conservado a 2030) del marco global de biodiversidad (MGB) post 2020¹¹. Se definieron 10 metas para conservar el 10, 20, 30... y 100% de la distribución de todas las características de conservación. Se utilizó información de cuatro tipos de costos de conservación para guiar la selección de áreas donde se garantiza el cumplimiento de las metas al mínimo costo (problema de mínima cobertura^{12,13}): (1) transformación del paisaje¹⁴, (2) renta de la tierra¹⁵, (3) índice de necesidades básicas insatisfechas¹⁶, e (4) índice GINI de tierras¹⁷. Toda la información se alineó a una grilla de 1km², la cual también fue usada como unidad de planeación para ser seleccionada en el proceso de optimización espacial, el cual se resolvió utilizando el paquete `Prioritizr` en R¹⁸. Se

generaron 20.000 escenarios a partir de 100 portafolios construidos con un 10% de diferencia respecto a la solución óptima (la menos costosa) para cada una de las 10 metas, 4 enfoques de costos, y 5 características de conservación. Finalmente, se evaluó la frecuencia de selección de cada unidad de planeación en todos los portafolios generados para identificar las áreas más prioritarias para la conservación. Las unidades de planeación con al menos un 50% de cobertura del SPNN se incluyeron como áreas de conservación previamente seleccionadas.

2. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la provisión de agua

El segundo ejercicio se basó en la propuesta general del consorcio Nature Map para mapear áreas de importancia global para la conservación de la biodiversidad terrestre, el carbono y el agua¹⁹. Para mapear la biodiversidad se utilizaron 2.474 modelos de distribución de especies (artrópodos: 37, aves: 1430, hongos: 281, plantas: 490, y reptiles: 236) obtenidos a través de los protocolos de modelación implementados en BioModelos¹. Se realizó una revisión exhaustiva de la información disponible de carbono a nivel nacional e internacional, y se realizó un proceso de validación con datos de múltiples bases de datos globales para seleccionar las mejores estimaciones espaciales para el país

a nivel de carbono en biomasa aérea y subterránea²⁰, y orgánico en suelos²¹. Se utilizó una estimación de la oferta hídrica superficial generada a partir de una ponderación de la escorrentía superficial con la cobertura del suelo, el material parental y la pendiente, para definir zonas de mayor regulación hídrica por efecto de la presencia de vegetación natural, permeabilidad e infiltración^{22,23}. Para cada especie, se definieron metas basadas en su categoría de amenaza según la Lista Roja de la UICN²⁴. Se utilizaron las mismas metas aplicadas en otros ejercicios de priorización (CR-100%, EN-75%, VU-50%, NT-25%, LR/cd-10%, y 0% para otros) para minimizar el riesgo de extinción de las especies amenazadas^{25,26}. Las metas para el almacenamiento de carbono y la provisión de agua se fijaron en el 100% de su cantidad total en el país. Al igual que en el ejercicio anterior, la información se alineó a una unidad de planeación de 1km², y aquellas unidades con al menos un 50% de cobertura del SPNN se incluyeron como áreas de conservación previamente seleccionadas. En el proceso de optimización se buscó maximizar la distribución de la biodiversidad, el carbono y el agua minimizando el vacío en el cumplimiento de las metas sin exceder el 30% del área del país²⁷, para evaluar las metas 3 (30x30: 30 % del territorio conservado a 2030) y 8 (mitigación de 10 GtCO₂e por año) del MGB post 2020¹¹. El problema de conservación se resolvió utilizando el paquete Prioritizr en R¹⁸.

USOS Y USUARIOS RECOMENDADOS

La información puede ser usada por los curadores de herbario, científicos y comunidad en general. Así mismo, los datos obtenidos pueden servir para la toma de decisiones a nivel nacional, regional y local relacionadas con políticas y estrategias frente a escenarios de cambio climático. También, esta información puede ser usada como aporte en programas de conservación del conocimiento tradicional de las comunidades, así como el fortalecimiento de la gobernanza territorial de comunidades étnicas y la promoción de sus medios de vida para el uso y manejo sostenible del bosque. Usuarios: Red de herbarios de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio del Interior, Departamento Administrativo de la Presidencia, ONGs, Cooperación Internacional, Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, Gobernaciones, Municipios, alcaldías, juntas de acción comunal, entre otros.

REFERENCIAS

1. Velásquez-Tibatá, J. *et al.* Biomodelos: A collaborative online system to map species distributions. *PLoS One* 14, 1–13 (2019).
2. Etter, A. *et al.* *Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (Vers.2.0)*. (2017). doi:10.13140/RG.2.2.10861.08165.
3. IDEAM. MAPA DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES,

COSTEROS Y MARINOS DE COLOMBIA. (2017).

4. Rosa, I. M. D., Purves, D., Souza, C. & Ewers, R. M. Predictive Modelling of Contagious Deforestation in the Brazilian Amazon. 8, (2013).
5. IDEAM. Mapa de Vulnerabilidad Ambiental del Territorio. República de Colombia. Periodo 2011 - 2040. (2010).
6. IDEAM. Mapa Nacional de Susceptibilidad General del Terreno a los Deslizamientos de Tierra. República de Colombia. Escala 1:500.000. (2010).
7. IDEAM. Zonas Susceptibles a Inundación de la República de Colombia. Escala 1: 500,000. (2010).
8. IDEAM. Categorización de subzonas por Evaluación Integrada. Estudio Nacional del Agua 2014. República de Colombia. (2014).
9. IDEAM. Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Área continental de Colombia. Escala 1:100.000. Línea base 2010 - 2011. (2011).
10. IDEAM. Zonificación de la susceptibilidad de los suelos a degradación por salinización escala 1:100.000. (2019).
11. CBD. *FIRST DRAFT OF THE POST-2020 GLOBAL BIODIVERSITY FRAMEWORK*. (Convention on Biological Diversity, UN Environment Programme, 2021).
12. Wilson, K. A., Cabeza, M. & Klein, C. J. Fundamental Concepts of Spatial Conservation Prioritization. in *Spatial Conservation Prioritization – Quantitative Methods and Computational Tools* (eds. Moilanen,

- A., Wilson, K. A. & Possingham, H. P.) 16–27 (Oxford University Press, 2009).
13. Beyer, H. L., Dujardin, Y., Watts, M. E. & Possingham, H. P. Solving conservation planning problems with integer linear programming. *Ecol. Modell.* 328, 14–22 (2016).
14. Correa Ayram, C. A. *et al.* Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecol. Indic.* 117, 106630 (2020).
15. Burbano-Girón, J. *et al.* Understanding the effect of including costs and persistence in spatial conservation prioritization: an analysis of the land-sharing/sparing framework in the Neotropics. in *Doctoral Thesis. Improving the identification of priority areas for conserving Neotropical biodiversity: assessing uncertainties in spatial conservation prioritization* 48–73 (Pontificia Universidad Javeriana, 2020).
16. IGAC. Necesidades básicas insatisfechas (NBI) total, según municipio, 1993. (1993).
17. IGAC & CEDE. *Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia*. (Centro de Estudios de Desarrollo Económico, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).
18. Hanson, J. O. *et al.* prioritizr: Systematic Conservation Prioritization in R. (2020).
19. Jung, M. *et al.* Areas of global importance for conserving terrestrial biodiversity, carbon and water. *Nat. Ecol. Evol.* (2021) doi:10.1038/s41559-021-01528-7.
20. Spawn, S. A., Sullivan, C. C., Lark, T. J. & Gibbs, H. K. Harmonized global maps of above and belowground biomass carbon density in the year 2010. *Sci. Data* 7, 1–22 (2020).
21. FAO & ITPS. *Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap)*. (Food and Agriculture Organization (FAO) & Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS), 2018).
22. Díaz-timoté, J., Isaacs-Cubides, P. & Arce-Plata, M. I. Vulnerabilidad de la oferta de servicios ecosistémicos. in *Biodiversidad 2019. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. (eds. Moreno, L. A. & Andrade, G. I.) (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2020).
23. Isaacs-Cubides, P., Díaz, J. & Leyva-Pinto, T. Análisis Regional En Ecosistemas De Montaña En Colombia: Una mirada desde la funcionalidad del paisaje y los servicios ecosistémicos. in *The Andean Cloud Forest* (ed. Myster, R. W.) 43–59 (Springer, 2021).
24. IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org/> (2021).
25. Carvalho, S. B., Brito, J. C., Pressey, R. L., Crespo, E. & Possingham, H. P. Simulating the effects of using different types of species distribution data in reserve selection. *Biol. Conserv.* 143, 426–438 (2010).
26. Holland, R. A., Darwall, W. R. T. & Smith, K. G. Conservation priorities for freshwater biodiversity:

The Key Biodiversity Area approach refined and tested for continental Africa. *Biol. Conserv.* 148, 167–179 (2012).

27. Hanson, J. *et al.* prioritizr: Systematic Conservation Prioritization in R. *Systematic Conservation Prioritization in R.*