



Consultor para el
Proyecto Humedales
(mfvargas@gmail.com)

El Índice de Naturaleza para los Humedales Protegidos de Importancia Internacional de Costa Rica (IN-Humedales)

Manuel Vargas Del Valle
María Auxiliadora Mora Cross



Consultora para el
Proyecto Humedales
(mariamoracross@
gmail.com)



En el marco del *Proyecto Humedales* se desarrolló el Índice de Naturaleza (IN), como proyecto piloto para el monitoreo de la biodiversidad en los Humedales Protegidos de Importancia Internacional (HPII) o sitios Ramsar de Costa Rica. El IN es un marco de trabajo desarrollado por el Instituto Noruego para la Investigación de la Naturaleza (NINA), que permite sintetizar y comunicar el conocimiento acerca del estado de la biodiversidad en áreas geográficas y períodos de tiempo determinados, a partir de un conjunto de indicadores (Certain *et al.*, 2011; Nybø *et al.*, 2012). Estos indicadores son variables naturales relacionadas con diversos aspectos de la biodiversidad del área en estudio como, por ejemplo: la densidad, la abundancia o la distribución de una especie o de un conjunto de especies.

Para el proyecto piloto de implementación del IN para los 12 HPII de Costa Rica, denominado IN-Humedales, se seleccionó un conjunto de indicadores de biodiversidad basados en los elementos focales de manejo de las áreas silvestres protegidas relacionadas con los sitios Ramsar de Costa Rica. En este artículo, se presentan la metodología y los resultados



Volver al índice

del cálculo del IN basado en los siguientes indicadores: riqueza de especies de mamíferos terrestres, riqueza de especies de aves acuáticas residentes, riqueza de especies de tortugas marinas, cobertura de corales duros, cobertura de algas y extensión de la cobertura vegetal natural y de la cobertura acuática natural.

Cada indicador fue reportado para un total de 2 006 hexágonos, de un máximo de 5 km², en los que se dividieron los HPII de Costa Rica. Esta división está basada en los puntos de muestreo del Inventario Nacional Forestal, lo que permite el intercambio de datos con esta y otras iniciativas a nivel nacional. Todos los indicadores fueron normalizados a un valor entre 0 y 1 para cada hexágono, en donde el 0 (verde claro en los mapas) representa un mal estado del indicador y el 1 (verde oscuro) representa un estado ecológicamente sostenible del indicador y que minimiza la probabilidad de su extinción (o de la especie o comunidad a la que está relacionado).

El sitio web publicado en la dirección <https://indice-naturaleza.github.io/ramsar/> contiene la totalidad de la información colectada, incluidos un conjunto de mapas, datos biológicos e información complementaria. Asimismo, se desarrolló la plataforma web para el ingreso de datos de indicadores, junto con un manual de usuario traducido al español (<http://bit.ly/inhumedalescr-manualplataformawebingresodatos>). También se han detallado los resultados de los conversatorios (<http://bit.ly/inhumedalescr-informeconversatorio>) y

talleres realizados en las áreas de conservación y en otras instituciones (<http://bit.ly/inhumedalescr-informetalleressinac>) para explicar la metodología y las herramientas informáticas del IN a funcionarios de las áreas y a expertos en los diferentes grupos taxonómicos y ecosistemas.

El IN está diseñado para utilizar al máximo el conocimiento disponible en la comunidad de investigación ecológica, incluyendo datos de monitoreo, criterio de expertos y modelos. Puede combinar una gran cantidad de indicadores, cada uno de los cuales representa un aspecto de la biodiversidad presente en un ecosistema. Por lo general, los indicadores están directamente relacionados con especies (p. ej., presencia, abundancia, niveles de poblaciones), pero pueden incluir también otros conceptos como, por ejemplo, área de cobertura de cierto tipo de vegetación (p. ej., turberas, manglares) o factores abióticos (p. ej., salinidad, pH). El promedio ponderado de los indicadores refleja el estado del ecosistema en estudio, como se muestra en la **(Figura 1)**. A estos datos se les asocia un nivel de incertidumbre. La resolución geoespacial del área de estudio es flexible, puede dividirse en zonas tanto de baja resolución (p. ej., provincias, áreas de conservación) como de alta resolución (p. ej., cuadrículas con celdas de unos pocos kilómetros de área).

El cálculo del IN se realiza combinando cuatro ejes fundamentales: los indicadores (i), los ecosistemas (j), las zonas (k) y el tiempo (t). El equipo de

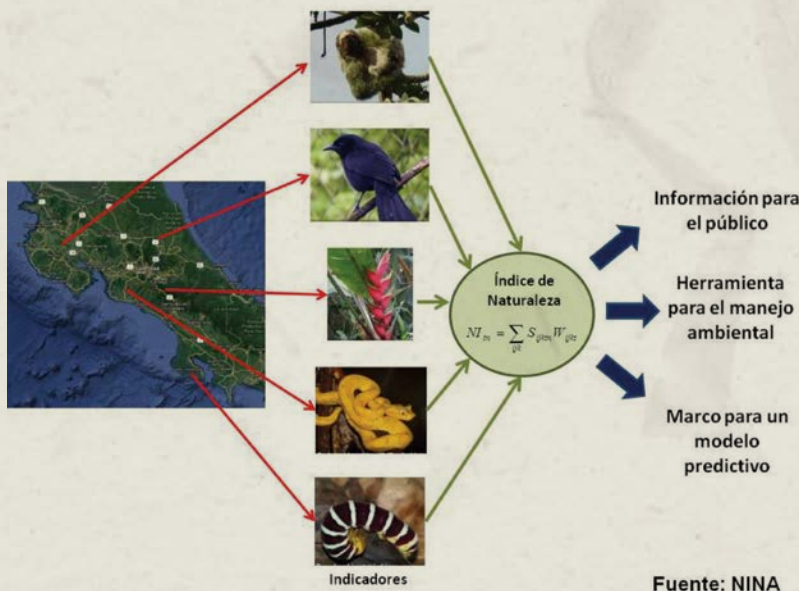


Figura 1. Cálculo del IN a partir de múltiples indicadores.

expertos debe decidir sobre las combinaciones que tengan sentido para la investigación que realizan.

La selección de los indicadores (i) se basó en los resultados de una serie de conversatorios y talleres realizados con expertos en biodiversidad y con personal de las Áreas de Conservación, así como de una priorización basada en la revisión de los elementos focales de manejo (EFM) de las áreas silvestres protegidas relacionadas con los sitios Ramsar. Se encontró información disponible para los siguientes indicadores: a) Riqueza de especies de mamíferos terrestres; b) Riqueza de especies de aves acuáticas residentes; c) Riqueza de especies de tortugas marinas; d) Extensión de la cobertura vegetal natural y de la cobertura acuática natural; e) Cobertura de corales duros; f) Cobertura de algas.

Para la recolección de datos sobre estos indicadores, se consultaron diversas fuentes de información. Cuando fue posible, los datos colectados para cada indicador se dividieron en dos periodos: 1950-2000 y 2000-2018. Los archivos correspondientes se entregan en formato geoespacial (*Shapefile* o *GeoJSON*), tanto para el caso de los registros de presencia de

especies, que siguen el estándar *Darwin Core* (<https://github.com/tdwg/dwc>), como para los valores del indicador para cada uno de los hexágonos en los que se dividieron los sitios Ramsar. Los datos pueden ser consultados en el sitio web publicado en la dirección <https://indice-naturaleza.github.io/ramsar/>, el cual presenta los mapas disponibles en la plataforma Carto (<https://inhumedalescr.carto.com/dashboard>), que ofrece una mejor opción de visualización.

A manera de ejemplo, se presentan los resultados del indicador *riqueza de especies de mamíferos terrestres*. El indicador refleja la proporción de especies observadas con respecto a la cantidad de especies estimadas en cada unidad geoespacial de análisis, como se muestra en la **Figura 2**. Los resultados para los otros indicadores se pueden encontrar en la dirección web mencionada.

Para determinar la cantidad de especies estimadas, se utilizaron mapas de áreas de distribución de las especies, disponibles en el sitio web de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, <http://www.iucnredlist.org/>), mientras que los datos de observaciones fueron obtenidos a través de consultas a los servicios web de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, <https://www.gbif.org/occurrence/download/0032260-180508205500799>), al personal de las Áreas de Conservación de Costa Rica y a organizaciones no gubernamentales (ONG) (https://indice-naturaleza.github.io/ramsar/data/Datos_IN_Mamiferos_terrestres.xlsx).

De la lista original de 96 nombres científicos de especies, se encontraron 93 especies coincidentes, de las cuales 86 tenían mapas con áreas de distribución en Costa Rica. Se reunieron 9 436 registros de presencia en Costa Rica de estas especies, de los cuales 1 548 se ubicaron en los sitios Ramsar del país.

El procesamiento de los datos se realizó por medio de un programa en el lenguaje Python que recibió como entrada las capas correspondientes a las unidades

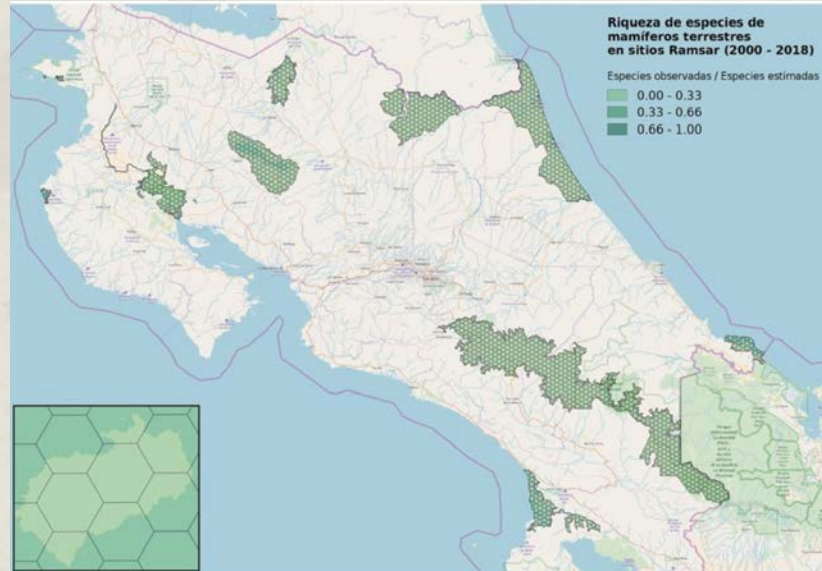


Figura 2. Indicador de riqueza de especies de mamíferos terrestres. Fuente: UICN (2018)).

geoespaciales de análisis, a las áreas de distribución y a los registros de presencia de las especies. Esto permitió generar como salida otra capa con la proporción de especies observadas con respecto a la cantidad de especies estimadas en cada unidad geoespacial de análisis.

Para el cálculo del IN, se utilizaron los *scripts* en lenguaje R desarrollados con este fin por el personal del NINA. Como salida, estos *scripts* generan un archivo de texto con los valores del IN para cada una de las unidades espaciales de análisis que pueden visualizarse en la **Figura 3**, la cual está disponible con mayor detalle en el sitio web del proyecto IN-Humedales (<https://indice-naturaleza.github.io/ramsar/>).

Al igual que en el caso de los mapas de indicadores, los hexágonos con valores cercanos a 1 tienen un color verde oscuro

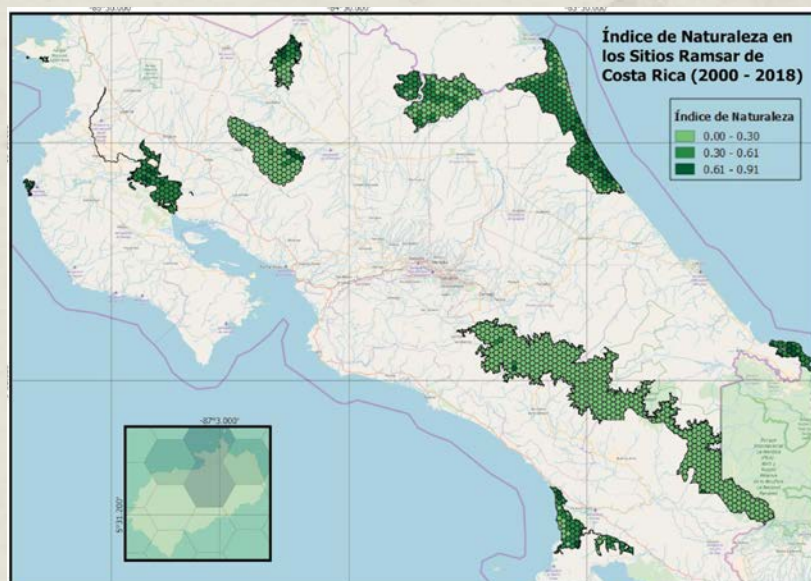


Figura 3. Índice de Naturaleza (IN) para los Humedales Protegidos de Importancia Internacional (HPII) de Costa Rica.

que, según los indicadores seleccionados, indica un buen estado de la biodiversidad en esas áreas. Por su parte, los valores cercanos a 0 tienen un color verde claro, que indica un mal estado de la biodiversidad, de acuerdo a los indicadores seleccionados.

La experiencia de implementación del IN para los HPII de Costa Rica demostró nuevamente, al igual que en el proyecto piloto de 2014 (Barton *et al.*, 2014), que este marco de trabajo desarrollado en Noruega puede ser aplicado a un país tropical como Costa Rica. Tanto la metodología, como las herramientas tecnológicas que la apoyan, fueron ajustadas a las necesidades particulares del país y mostraron ser útiles para reunir la información sobre la biodiversidad de los sitios Ramsar y reportar sobre su estado.

Uno de los factores críticos para la implementación del IN fue la selección de los indicadores. En ese sentido, continúa siendo evidente la escasez de datos de monitoreo de la biodiversidad y el difícil acceso a los que hay. Por este motivo, es recomendable dedicar un mayor esfuerzo a la búsqueda y sistematización de más información sobre indicadores. Con base en la experiencia de este último año, se reco-

mienda ampliar la lista de indicadores con las sugerencias brindadas por los expertos que participaron en los conversatorios y talleres. Entre estas sugerencias, pueden mencionarse: Número de nidos de tortugas marinas; Calidad de agua (Índice BMWP-CR); Calidad de agua (Índice Holandés); Riqueza de especies de peces y macroinvertebrados de arrecife; Tamaño del espejo de agua; Concentración de clorofila; Topografía de la playa; Dinámica de costa; Riqueza de especies de plantas acuáticas; Riqueza de especies de peces dulceacuícolas.

Además de la ampliación de la cantidad de indicadores disponibles, es importante buscar datos de estos para diferentes periodos y así observar los cambios en el IN a través del tiempo. La selección de indicadores basados en los elementos focales de manejo de las áreas silvestres protegidas

relacionadas con los HPPI permitieron depurar la lista preliminar de indicadores sugeridos por los expertos en un periodo de tiempo relativamente breve. Los especialistas involucrados en el proceso de implementación del proyecto IN-Humedales opinaron que, aunque puede ser difícil obtener datos para todos los indicadores requeridos, estos deben considerarse en su totalidad, priorizarse para construir una agenda y así, paulatinamente, obtener recursos para cubrir las necesidades de investigación y de monitoreo.

La contribución de expertos en monitoreo de biodiversidad, con datos y recomendaciones, fue fundamental para la implementación del proyecto. Es importante fortalecer el trabajo con la comunidad nacional de expertos y establecer mecanismos de incentivos que motiven su participación, en aras de implementar un sistema nacional de monitoreo del estado de la biodiversidad del país. En el caso, por ejemplo, de la experiencia de Noruega, la opinión de los investigadores y el criterio de experto como insumo para calcular el IN, ha sido clave.

Finalmente, cabe destacar que la disponibilidad de una metodología y una plataforma tecnológica para integrar y gestionar datos de indicadores nacionales de biodiversidad, en este caso asociados a los sitios Ramsar, pero generalizable a nivel nacional, puede tener diversas aplicaciones en el país. Entre ellas, por ejemplo: la identificación de vacíos de información, el apoyo a la toma de decisiones en conservación de la biodiversidad, la integración

de los esfuerzos de monitoreo de la biodiversidad del país (tanto a nivel público como privado) y la implementación de un mecanismo para reportar a los compromisos nacionales e internacionales, tales como el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), la Convención de Ramsar y la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES).

Referencias

- Barton, D.N., G. Certain, S. Chaves, J. Cuadra, A. Herrera, P.Kvaløy, M. A. Mora, S. Nybø, V. Obando, B. Pedersen, J. Ugalde, M. Vargas (2014) *Nature Index Costa Rica. An IPBES pilot project - NINA Report 1112*. 67 pp.
- Certain, G., Skarpaas, O., Bjerke, J. W., Framstad, E., Lindholm, M., Nilsen, J. E., ... Nybø, S. (2011). The nature index: A general framework for synthesizing knowledge on the state of biodiversity. *PLoS ONE*, 6(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018930>
- Signe Nybø, Grégoire Certain & Olav Skarpaas (2012): The Norwegian Nature Index – state and trends of biodiversity in Norway, *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 66:5, 241-249.