

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS AMENAZADOS DE LA REGIÓN NOROCCIDENTAL DE VENEZUELA

María Idalí Tachack-García ^{1*} y Jon Paul Rodríguez ²

¹Postgrado de Ecología, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. ²Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Ecología, Caracas, Venezuela. *mariaidali@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue diseñar y poner a prueba un sistema de identificación de prioridades de conservación para ecosistemas, basado en un método análogo al existente para especies. La propuesta incluye la generación de un índice multiplicativo que sintetiza los siguientes criterios: (1) riesgo de colapso del ecosistema, (2) proporción de ecosistema protegido, (3) singularidad del ecosistema (característica distintiva de su diversidad biológica) y (4) aportes a la sociedad en función de los servicios que provee el ecosistema. El sistema propuesto se aplicó en la región noroccidental de Venezuela, y se encontró que los cinco ecosistemas identificados como de mayor prioridad para conservar fueron los bosques siempreverdes *per se*, los bosques semidecuidos, los bosques nublados y los arbustales/herbazaes parameros, seguidos por los bosques de manglares. Se plantean varias recomendaciones que fortalecerían el método tales como estudios más detallados de la distribución de las especies endémicas de Venezuela, el ajustar la escala de análisis a las dimensiones de las áreas naturales protegidas, y la valoración de servicios ecosistémicos mediante consultas a la comunidad y juicio de expertos, entre otras.

Palabras clave: riesgo de colapso, ecosistema protegido, singularidad del ecosistema, servicios ecosistémicos.

Abstract

Conservation priorities of threatened ecosystems in the northwest region of Venezuela

The objective of this work was to design and test a system to identify conservation priorities for ecosystems, based on a method analogous to the existing one for species. The proposal includes the generation of a multiplicative index that synthesizes the following criteria: (1) collapse risk, (2) proportion of ecosystem protected, (3) uniqueness of the ecosystem (a distinctive characteristic of its biological diversity), and (4) its contribution to society based on the services provided by the ecosystem. The system was applied in the northwestern region of Venezuela and concluded that the priority are evergreen forests *per se*, semideciduous forests, cloud forests, paramo shrublands/ grasslands and mangrove forests. Several recommendations are exposed to improve the robustness of the method such as more detailed studies of the distribution of the endemic species of Venezuela, scale the analysis to the size of protected areas, and the evaluation of ecosystems services via community consult and/or expert judgment.

Keywords: Collapse risk, protected ecosystem, ecosystem uniqueness, ecosystem services.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 76.000 especies de animales y 43.000 especies de plantas han declinado en número y/o extensión geográfica, estando actualmente amenazadas de extinción (UICN, 2020). A pesar de que la extinción de especies forma parte del curso natural de la historia de este planeta, la actividad humana ha acelerado la tasa de este proceso entre cien y mil veces respecto a valores de referencia prehistóricos (Rounsevell *y col.*, 2020), debido principalmente a la transformación por usos agropecuarios y/o urbanos que han experimentado prácticamente todos los ecosistemas del planeta (Mace *y col.*, 2005). Una contribución que complementa las evaluaciones centradas en especies es el desarrollo de criterios para evaluar el riesgo de colapso en un nivel de organización biológica superior, como es el nivel de ecosistema (Rodríguez *y col.*, 2011).

La definición de ecosistema más utilizada es la del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992): “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales, de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional”. Los ecosistemas no son ambientes uniformes y estáticos. Lo que se aprecia como homogéneo y estático en una escala, es heterogéneo y cambiante en otra (Patten y Odum, 1981). Esto es, un ecosistema es parte de un sistema mayor que lo contiene y a su vez está conformado por varios subsistemas, de forma que están estructurados jerárquicamente. Por lo mismo, sus procesos funcionales operan a diferentes escalas espaciales y temporales. Este carácter jerárquico y multiescalar hace imposible establecer límites precisos sobre dónde acaba un ecosistema y empieza el otro, de modo que en la práctica estos límites pueden establecerse en función de la pregunta científica, política o de gestión que se esté examinando (Selliers, 2005).

En el presente estudio se utiliza “ecosistema” como término genérico para comunidades ecológicas o conjuntos de especies diferentes que coexisten en espacio, en tiempo y con rasgos bióticos particulares, como lo son las formaciones vegetales: bosques, pastos, arbustales y herbazales (Huber y Alarcón, 1988; Christensen *y col.*, 1996; Jennings *y col.*, 2009; Josse *y col.*, 2009; Sayre *y col.*, 2010). Esta definición permite interpretar los cambios de cobertura de la vegetación como evaluaciones del riesgo que experimenta el ecosistema, por ser un elemento que refleja el estado del hábitat y que se adapta a mapas desarrollados a nivel nacional o regional. Es una definición pragmática que se ajusta a las fuentes de información típicamente disponibles (Rodríguez *y col.*, 2011; Bland *y col.*, 2016).

Para evaluar el riesgo de colapso de un ecosistema, Rodríguez *y col.* (2007) propusieron un método o procedimiento análogo al utilizado para establecer el riesgo de extinción de las especies, en el que se formulan criterios y sus respectivos umbrales, aplicables a diferentes escalas geográficas. La primera aplicación del método fue realizada para el Libro Rojo de los Ecosistemas

Terrestres de Venezuela (Rodríguez *y col.*, 2010). Desde entonces las categorías y criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de UICN (Bland *y col.*, 2016) se han venido refinando, realizándose numerosas pruebas adicionales del método (Keith *y col.*, 2013; Keith, 2015; UICN-CEM, 2016). En el caso de especies, la definición de riesgo de extinción es a menudo confundida con el establecimiento de prioridades de conservación (Mace, 1994; Gärdenfors *y col.*, 2001; Possingham *y col.*, 2002; Miller *y col.*, 2007). El principal objetivo de la definición de riesgo es estimar la probabilidad de que un taxón llegue a extinguirse dentro de un determinado tiempo (UICN, 2012). Por otro lado, el establecimiento de prioridades de conservación es un compromiso de la sociedad en general que no puede definirse únicamente en términos de riesgo, sino que debe tomar en cuenta factores adicionales como los financieros, culturales, logísticos, biológicos, éticos y sociales, entre otros (Gärdenfors *y col.*, 2001; UICN, 2012; Possingham *y col.*, 2002; Restani y Marzluff, 2002; Miller *y col.*, 2006) (Figura 1). La definición de prioridades de conservación, al igual que la definición de riesgo de extinción, también puede fundamentarse en un procedimiento sistemático, cuantitativo y con reglas claras (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008).

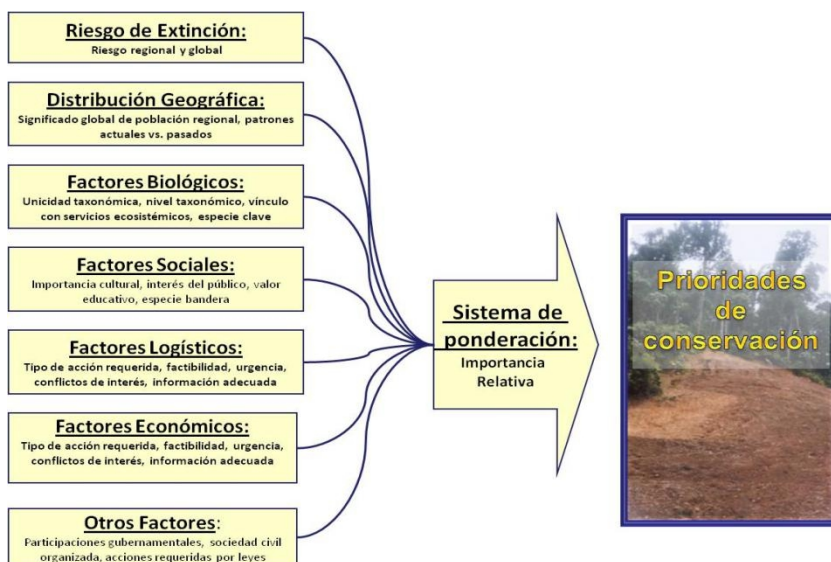


Figura 1. Proceso para la definición de prioridades de conservación (Tomado de Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008).

Existen numerosas propuestas para priorizar áreas de conservación, usando criterios como la vulnerabilidad y lo irremplazable que puede ser el área (Tabla 1). Se fundamentan en el cambio observado por el uso de los ecosistemas, acompañado por la evaluación de las poblaciones de especies

que albergan. También se ha tenido en cuenta la presencia de diferentes especies, sean animales o vegetales, y en algunos casos si éstas presentan amenaza de extinción o endemismo y cuántas de ellas se encuentran en el lugar, aspectos que podrían generar proyectos de inversión y protección de parte de los gobiernos. Algunos de los ejemplos que se mencionan tienen en cuenta las dimensiones y la fragmentación ecosistémica y, en un sólo caso, el área protegida.

Tabla 1. Propuestas de criterios para determinar áreas con prioridad de conservación.

Propuestas de Áreas de conservación	Autores	Criterios
Sitios clave o hotspots	Myers 1988, 1990	Alta concentración de especies, en su mayoría endémicas. Rápidas tasas de destrucción.
Áreas de interés crítico	Sisk <i>y col.</i> , 1994	Diversidad y endemismo de mamíferos y de mariposas. Pérdida de hábitat o bosques. Presión que ejerce la población humana. Pérdida total del hábitat original. Tasa de conversión de hábitat. Grado de fragmentación o degradación. Grado de protección.
Áreas geográficas de máxima prioridad	Dinerstein <i>y col.</i> , 1995	Diversidad. Riqueza de especies. Comunidades ecológicas o procesos únicos. Rareza o distinción de los ecosistemas o tipos de hábitat a diferentes escalas biogeográficas.
Propuesta de un sistema de criterios para un Libro Rojo Nacional de biotopos (Alemania)	Blab <i>y col.</i> , 1995	Amenaza de destrucción o pérdida de hábitat. Amenaza por cambios cualitativos. Capacidad de regeneración. Riqueza de especies (>1000 spp.) Endemismo: continental > 100 spp., isla >50 spp.
Centros de diversidad de plantas	Davis y Heywood 1994 – 1997	Reserva genética de plantas ornamentales útiles. Diversidad de hábitats. Adaptación de las especies vegetales a condiciones edáficas. Especies amenazadas.
Países megadiversos	Mittermeier <i>y col.</i> , 1998	Endemismo filético (a nivel de especies géneros y familias). Diversidad de especies. Diversidad en categorías taxonómicas superiores (diversidad filética). Diversidad de ecosistemas (diversidad Beta). Presencia de ecosistemas marinos. Presencia de ecosistemas forestales tropicales húmedos.
Áreas silvestres	Mittermeier <i>y col.</i> , 2002	Tamaño e integridad de los sistemas naturales. Densidad de población humana. Biodiversidad.
Ecorregiones global 200 (EG200)	Olson y Dinerstein, 2002	Riqueza y endemismo de especies Unicidad taxonómica alta. Fenómenos ecológicos y evolutivos únicos. Singularidad global del ecosistema
Sistema de Nature System: valoración de las especies amenazadas basada en el conocimiento de los expertos	Regan <i>y col.</i> , 2004	Basado en el Nature System y su ponderación, con un arreglo de las reglas para hacerlo objetivo.
Enfrentando una crisis de biomas: disparidades globales de pérdida y protección del hábitat	Hoekstra <i>y col.</i> , 2005	Extensión global y distribución de la pérdida de hábitat. Porcentaje de cambio de uso de la tierra por bioma y ecorregión (basado en EG200). Extensión global y distribución de áreas protegidas. Especies globalmente amenazadas.
Áreas endémicas de aves y áreas de importancia para la conservación de las aves	Birdlife International 2006 a,b	Especies de distribución restringida. Conjunto de especies restringidas a región. Congregaciones de especies. Hábitat remanente. Tamaño del hábitat.
Ecoregiones de África	Burgess <i>y col.</i> , 2006	Grado de fragmentación de los hábitats. Cobertura dentro de las áreas protegidas. Densidad de población humana. Riesgo de extinción de las especies. Fenómenos ecológicos o evolutivos.
Manual Planificación Conservación Ecorregional Diseño de una geografía de la esperanza	Groves <i>y col.</i> , 2000	Numero de poblaciones o localizaciones necesarias para conservar. Distribución del objeto a través de los gradientes ambientales. Tamaño de la población. Localización.

El presente trabajo se apoya en la evaluación de riesgo de colapso ecosistémico para construir una propuesta de identificación de prioridades de conservación para ecosistemas, análogo al utilizado para especies, y aplicarla en la región noroccidental de Venezuela. Esto se realizó a través de la evaluación de cuatro variables que definen prioridades de conservación de ecosistemas y la elaboración de un índice que las integra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El área de estudio corresponde a los 7 estados - entidades federales - de la Región Noroccidental de Venezuela. Comprende los estados Falcón (27.361 km²), Lara (19.957 km²), Mérida (11.669 km²), Táchira (10.727 km²), Trujillo (8.649 km²), Yaracuy (6.063 km²) y Zulia (44.203 km²), abarcando 128.628 km² o 14% del área total del país (Figura 2).

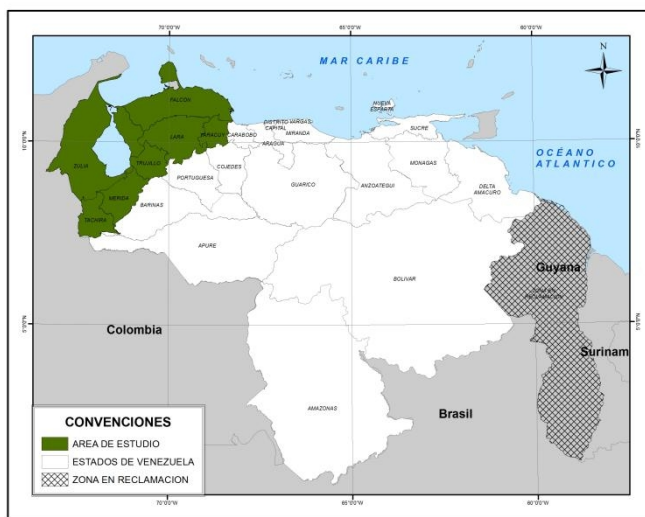


Figura 2. Localización del área de estudio: Región Noroccidental de Venezuela (Elaboración propia).

La región es diversa, caracterizada por la presencia de diversos pisos altitudinales y variedad de formaciones vegetales, como bosques, arbustales y herbazales. De acuerdo con Aguilera *y col.* (2003) la región incluye la zona de *tierra caliente*, conformada en su mayoría por ambientes salinos expuestos a la acción de las mareas y con inestabilidad de substrato, definida por la presencia de colinas de clima cálido y baja pluviosidad, sobre todo en el sistema de colinas y sierras bajas en Lara y Falcón; esta zona presenta bosques de mangle, arbustales y herbazales litorales, siendo una transición entre las llanuras y costas con la región montañosa; se encuentra también un área de bosque

nublado con un número significativo de especies endémicas, localizada en la sierra de Aroa. Le sigue una zona caracterizada por la presencia de llanuras bajas, *tierra templada*, que incluye la depresión de Maracaibo; dicha zona presenta un complejo régimen pluviométrico, desde el árido hasta el superhúmedo, reflejado en su alta diversidad vegetal. Parte de la región noroccidental se encuentra disectada por la cordillera de los Andes, la cual presenta varios pisos térmicos que generan un patrón ecológico único, encontrando desde arbustales abiertos poco densos al pie de la montaña y, al ir ascendiendo, bosques deciduos, semideciduos, siempreverdes y nublados, finalizando en la cima con herbazales y arbustales parameros donde se encuentran hasta nieves perpetuas. A un lado de la cordillera de los Andes se encuentra la sierra de Perijá, en el estado Zulia, donde destacan páramos con dos especies endémicas de frailejones. La otra rama de los Andes venezolanos es la cordillera de Mérida, donde se encuentran las montañas más altas del país, cercanas a los 5.000 m de altitud. La sierra de San Luis y el cerro Santa Ana, en el estado de Falcón, son áreas muy importantes por los endemismos presentes de aráceas, orquídeas, rubiáceas y palmas (Huber y Oliveira-Miranda, 2010). La serranía del Interior, la cual se encuentra en una parte del estado Yaracuy, exhibe los tupidos bosques húmedos submontanos y montanos que se extienden hasta Guatopo y la serranía del Bachiller (Huber y Oliveira-Miranda, 2010), estos últimos fuera del área de estudio.

Definición de prioridades de conservación para ecosistemas amenazados. En analogía con la propuesta de Rodríguez *y col.* (2004) sobre la definición de prioridades de conservación para especies (aplicado a aves venezolanas), se plantean cuatro variables para establecer prioridades de conservación de ecosistemas, a saber: el riesgo de colapso, la singularidad o grado de endemidad del ecosistema, la proporción de ecosistema protegido y el valor social del ecosistema. Esta última variable es estimada a través de la evaluación de sus servicios ecosistémicos (Tabla 2).

Tabla 2. Analogía de los sistemas de prioridades de conservación de especies y ecosistemas de Venezuela.

Prioridad de conservación para aves	Prioridad de conservación para ecosistemas
Riesgo de extinción	Riesgo de colapso
Grado de endemidad	Grado de endemidad del ecosistema (Singularidad)
Singularidad taxonómica	Proporción de ecosistema protegido
Atractivo para el público	Valor social del ecosistema (servicios ecosistémicos)

Cada ecosistema en estudio es evaluado asignándole un valor en cada una de las cuatro variables mencionadas según una escala discreta de uno (1) a tres (3), siguiendo criterios que se describen a continuación y considerando que ninguna de las variables es más importante u ofrece más información que otra. Realizada la asignación, se calcula un índice de prioridad combinado, multiplicando los valores o puntajes correspondientes de las cuatro variables. El índice, por lo tanto, puede variar entre uno (prioridad mínima) y 81 (prioridad máxima). Se escogió

multiplicar los cuatro valores (en lugar de sumarlos) ya que esto distingue a los ecosistemas que alcanzan el valor máximo en uno o más de los ejes considerados (Rodríguez *y col.* 2004).

(1) **Riesgo de colapso.** En el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* – de Rodríguez *y col.* (2010) – Oliveira-Miranda *y col.* (2010) presentan un análisis del riesgo de colapso de los ecosistemas (formaciones vegetales) descritos por Huber y Oliveira-Miranda (2010). Dichas formaciones vegetales son empleadas en este trabajo como unidades de análisis, dado que poseen una biota nativa característica que interacciona entre sí y con el ambiente físico, y ocupa un espacio que puede ser delimitado mediante un mapa, condición necesaria para su evaluación según los criterios de las Listas Rojas de Ecosistemas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Bland *y col.*, 2016, 2017 y 2018).

La evaluación de Oliveira-Miranda *y col.* (2010) clasifica cada formación vegetal según su riesgo de colapso, tanto a nivel nacional como a nivel estatal, en las siguientes categorías: Colapsado (CO), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD). Las primeras seis categorías (CO, CR, EN, VU, NT y LC) están ordenadas según niveles de riesgo decreciente, mientras que la categoría DD indica ecosistemas cuya información disponible no es suficiente para medir su nivel de riesgo. Los ecosistemas clasificados como CR, EN y VU se denominan conjuntamente como ecosistemas amenazados y su designación se lleva a cabo por criterios cuantitativos y cualitativos explícitos (Bland *y col.*, 2016). Dichas categorías son anidadas, por lo que un ecosistema que cumpla con los criterios de CR cumplirá también con los criterios de EN y VU.

Para la asignación de prioridades se utilizó un esquema similar al empleado por Rodríguez *y col.* (2004), otorgando el valor 1 a las categorías LC, NT y VU, el valor 2 a las categorías EN y DD, y el valor 3 a las categorías CR o CO. De esta manera las formaciones vegetales más amenazadas reciben mayor prioridad, pero además, siguiendo un principio de precaución y cautela, se da cierta prioridad a las formaciones con datos insuficientes (DD), considerando que podrían tratarse de ecosistemas amenazados o colapsados mientras no se examine su estatus en mayor detalle.

Dado que las formaciones vegetales evaluadas en el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* frecuentemente tenían categorías de riesgo distintas en los diferentes estados o entidades territoriales, a cada formación vegetal se calculó el riesgo de colapso promedio, es decir, el promedio de los puntajes de las categorías de riesgo en las que la formación vegetal fue clasificada en cada uno de los estados en los que está presente. Por lo tanto, a nivel de la región, el riesgo promedio de una formación vegetal puede adoptar cualquier valor en una escala continua de 1 a 3.

(2) **Singularidad del ecosistema.** La proporción de taxa en una zona geográfica determinada que no se encuentra en alguna otra parte constituye un aspecto cualitativo importante de la diversidad biológica: el endemismo. Inicialmente, el interés científico en el endemismo se relaciona con los estudios biogeográficos y evolutivos, pero en la actualidad la apreciación del endemismo facilita la formulación de estrategias de conservación en todo el mundo (Behera *y col.*, 2002; Dirzo y Raven, 2003). El endemismo puede ser expresado a diferentes niveles, especies, géneros o familias, con respecto a una región determinada (Dirzo y Raven, 2003).

Se plantea que a medida que una formación vegetal presenta un mayor grado de endemismos será más singular y mayor será su prioridad de conservación. La singularidad de cada ecosistema se calculó como el máximo de la proporción existente de especies endémicas por grupo taxonómico por estado, para cada formación vegetal.

La información disponible sobre endemismo de los grupos taxonómicos explorados en este estudio está referida a su endemismo a nivel nacional. Asimismo, su distribución geográfica es típicamente descrita en función de los estados del país que abarca. Por lo tanto, el valor de la singularidad de una formación vegetal se calculó indirectamente considerando la relación entre la extensión de la formación, los estados o entidades federales que ocupa y la proporción de especies endémicas a nivel nacional presentes en cada estado. Para obtener dicho valor, primero se calculó la proporción de especies endémicas a nivel nacional presentes en cada estado, a partir del mapa más actualizado disponible de cada grupo taxonómico que menciona las especies endémicas del país. Segundo, se estimó la proporción de especies endémicas de cada estado como el máximo de la proporción de especies endémicas de los diferentes grupos taxonómicos evaluados (mamíferos, aves, reptiles, anfibios, dicotiledóneas, monocotiledóneas, pteridofitos, gimnospermas). Finalmente, se estimó indirectamente la contribución de cada formación vegetal a las especies endémicas del estado, suponiendo que el aporte de cada formación vegetal al endemismo (excluyendo áreas intervenidas y cuerpos de agua) sería proporcional a su extensión (Tabla 7). Esto generó un aporte relativo (peso) de cada formación vegetal al endemismo en cada estado. El máximo valor de dichos aportes se utilizó para representar la unicidad taxonómica o índice de endemismo total de la formación vegetal en la región.

Las fuentes de datos utilizados para cada grupo taxonómico son las últimas publicaciones disponibles a la fecha, siendo la más antigua del año 2008:

Mamíferos: Zoogeografía y Diversidad de los Mamíferos en Venezuela, segunda edición (Madi *y col.*, 2008). Se reportaron 397 especies para el país de las cuales se registran 18 como endémicas.

Aves: Zoogeografía y Diversidad de las Aves en Venezuela (Madi *y col.*, 2009). Se reportaron 1.425 especies para el país de las cuales 52 son endémicas.

Anfibios: Listado de Anfibios de Venezuela (Molina *y col.*, 2009). Se reportaron 333 especies para el país de las cuales 189 son endémicas.

Reptiles: Reptiles of Venezuela: an updated and commented checklist (Rivas *y col.*, 2012). Se reportaron 370 especies para el país de las cuales 119 son endémicas.

Flora: Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela (Monocotiledóneas y Dicotiledóneas) (Hokche *y col.*, 2008). Se realizó la revisión discriminada por: Dicotiledóneas (2.183 endémicas de 11.092 especies), Gimnospermas (5 endémicas de 46 especies), Pteridofitas (171 endémicas de 1.197 especies) y Monocotiledóneas (889 endémicas de 4.316 especies).

Por último, para evaluar la singularidad de cada ecosistema se asignó un valor igual a 3 a la formación vegetal con un índice de endemismo total igual o superior al 10%, un valor igual a 2 a la formación con índice de endemismo entre 4% y 10%, y un valor igual a 1 a aquella con un índice por debajo del 4%. Estos umbrales se establecieron luego de examinar los porcentajes de especies endémicas de cada uno de los estados de la región. El umbral inferior se fijó considerando los valores de los estados con más bajos porcentajes de endemismo, y el superior según los valores de los estados con más alto porcentaje de endemismo (ver Tabla 7)

(3) Proporción de ecosistemas protegidos. La tercera variable para la priorización de ecosistemas amenazados es la proporción de los mismos que se encuentra en áreas protegidas. Se propone que mientras mayor sea la proporción del área del ecosistema que se encuentra adecuadamente protegida, menor será su grado de prioridad, asumiendo homogeneidad a lo largo de su distribución. Si bien la designación de un área como protegida no garantiza que sus especies y ecosistemas estén bien resguardados, existe evidencia que indica que el estatus de los ecosistemas tiende a ser mejor dentro de áreas protegidas que fuera de estas (Bruner *y col.*, 2001; Naveda y Yerena, 2010).

El grado de protección del ecosistema está relacionado tanto con la superficie protegida como con el tamaño absoluto del ecosistema. Si un ecosistema es muy pequeño, la única forma de garantizar que esté adecuadamente resguardado es protegerlo en su totalidad. En contraste, si un ecosistema es muy extenso, es posible que pueda ser adecuadamente protegido mediante la conservación de una cierta proporción de su superficie.

Para asignar el nivel de prioridad correspondiente a cada formación vegetal según esta variable, se procedió a cuantificar la proporción de formaciones vegetales incluidas dentro de los principales tipos de áreas

protegidas, a saber, parques nacionales, monumentos naturales, refugios de fauna silvestre y reservas de fauna silvestre (INPARQUES, 2007; Rodríguez *y col.*, 2014) dentro de la región en estudio. A medida que el área protegida de la formación vegetal fue menor, su nivel de prioridad fue mayor, con base en los umbrales propuestos por Rodríguez *y col.* (2004) en su análisis de vacíos a nivel mundial (Figura 3):

- a) Si su superficie es menor a 1.000 km², para contar con un nivel adecuado de protección debe estar 100% protegido.
- b) Si su superficie es mayor a 250.000 km², un nivel adecuado de protección se logra si al menos 10% de su distribución se encuentra dentro de una figura de protección, lo cual corresponde al menos a 25.000 km² protegidos.
- c) La meta de protección para formaciones con distribuciones mayores a 1.000 km² y menores a 250.000 km² se calculará por la interpolación entre estos dos extremos.

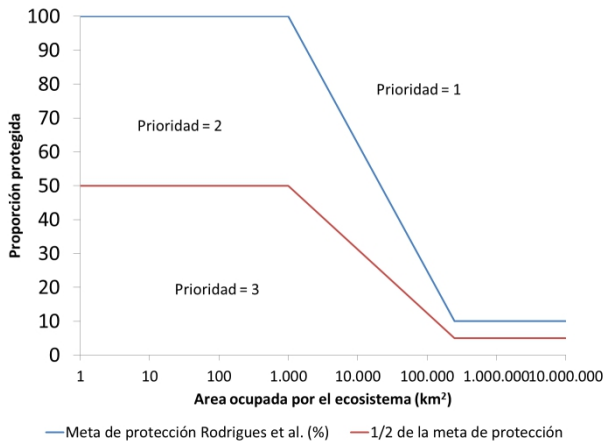


Figura 3. Relación entre la prioridad relativa de las formaciones vegetales según el área que ocupan, su proporción protegida y las metas de representatividad propuestas. Basada en Rodríguez *y col.* (2004).

Siguiendo la propuesta de Rodríguez *y col.* (2004), la línea azul en la Figura 3 permite definir si un ecosistema está bien representado en las áreas protegidas; para definir su nivel de prioridad relativa se propone trazar una segunda línea (representada en color rojo en la Figura 3) que representa el 50% del valor de referencia determinado por la línea azul. Las formaciones de menor prioridad serán aquellas cuya combinación de área ocupada y proporción protegida se ubica por encima de la línea azul, y se les asigna el valor uno (1). Estas serían formaciones relativamente grandes y adecuadamente protegidas. Las formaciones de mayor prioridad serán aquellas ubicadas por debajo de la línea roja, y les corresponde el valor tres

(3). Es decir, estos son ecosistemas que caen significativamente por debajo de la meta de representación definida por Rodrigues *y col.* (2004). Finalmente, los ecosistemas que se encuentren entre las dos líneas mencionadas reciben un valor igual a dos (2).

(4) **Valor social del ecosistema.** La cuarta variable de priorización es posiblemente la más compleja. El propósito de considerar el valor social del ecosistema como una de las dimensiones del análisis es fomentar el interés de la ciudadanía por el tema e incluir su visión y expectativas en el proceso de adjudicación de prioridades de conservación, el cual puede ser percibido como ajeno a la sociedad. Un aspecto importante por destacar es que muchos beneficios que otorgan los ecosistemas no son tangibles o fáciles de observar, y algunos que se evalúan son subjetivos dado que no todas las personas sienten o valoran de la misma forma los componentes del ecosistema, según sus creencias y conocimientos del tema (Arangú, 2005). Por esta razón, para hacer al análisis lo más transparente y sistemático posible, se evaluaron los componentes de los servicios ecosistémicos siguiendo la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), la cual considera tres tipos principales de servicios ecosistémicos: (1) Los servicios de aprovisionamiento o producción de alimento, combustible, materias primas, producción de productos utilizados en fármacos, recursos genéticos y agua potable, (2) Los servicios de regulación, referidos a su aporte en la regulación del clima, control biológico, purificación de agua, control de erosión y mantenimiento de suelos, y la protección que ofrecen, en particular los ecosistemas costeros, en la reducción de daños que pueden causar las tormentas, huracanes o grandes olas, 3. Los servicios culturales, referidos a los beneficios percibidos por las comunidades en cuanto al valor espiritual/religioso, valor estético/inspirador, valor educativo y de conocimiento, como herencia cultural, y valor recreacional /turístico de los ecosistemas.

La evaluación del valor social de los ecosistemas se realizó en dos pasos. Primero se elaboró una matriz en la que a cada uno de tres los tipos de servicios ecosistémicos mencionados se asociaron seis particulares productos o beneficios a la sociedad, cada uno valorado con el mismo puntaje 0,5 (ver Tabla 3). El ecosistema o formación vegetal se evalúa en cada uno de los productos de los tres tipos de servicios. Si se reconoce que el producto o beneficio de un tipo de servicio es ofrecido por el ecosistema, se le otorga el puntaje 0,5 correspondiente. Si se considera que el producto o beneficio no es ofrecido por el ecosistema se adjudica un puntaje 0 en dicho caso. Luego de evaluar el ecosistema en cada producto o beneficio, se suman los puntajes que obtuvo en cada uno de los seis productos de un mismo tipo de servicio. El valor máximo a obtener en cada tipo de servicio es 3, lo cual ocurre cuando los seis productos o beneficios correspondientes (cada uno con valor 0,5) son ofrecidos por el ecosistema. Se consideró que los tres tipos de servicios pesen igual y contengan el mismo número de beneficios a evaluar para evitar preferencia por alguno de los servicios.

En el segundo paso se contabilizó, para cada formación vegetal, el número de servicios ecosistémicos que recibieron el máximo puntaje 3; dicho número se consideró un indicador de la importancia de la formación vegetal para la sociedad. Si la formación vegetal presentó máximo puntaje en los tres tipos servicios - los tres son de gran importancia - se asignó a la formación el valor 3 en la variable valor social. Si la formación vegetal presentó sólo dos tipos de servicios con máximo puntaje 3, o bien los tres tipos de servicios con puntaje 2, se le calificó con el valor 2 en la variable valor social. Por último, si la formación presentó sólo un tipo de servicio con máximo puntaje, o los tres tipos de servicios con puntaje 1, se le adjudicó el valor 1 en la variable valor social.

Tabla 3. Servicios ecosistémicos y sus productos (MEA, 2005).

Servicios de aprovisionamiento		Servicios de regulación		Servicios culturales	
Productos directos del ecosistema		Beneficios por regulación de los procesos ecosistémicos		NO ofrecen beneficios materiales	
Alimento	0,5	Regulación clima	0,5	Valor espiritual - religioso	0,5
Combustible	0,5	Regulación enfermedades	0,5	Valor estético - inspirador	0,5
Materias primas	0,5	Polinización - Reproducción - variedad	0,5	Educativo	0,5
Producción de productos utilizados en fármacos	0,5	Purificación agua	0,5	Recreación - turismo	0,5
Recursos genéticos	0,5	Control de erosión	0,5	Herencia cultural	0,5
Agua potable	0,5	Protección tormentas	0,5	Conocimiento	0,5
Total	3	Total	3	Total	3

El propósito fundamental de la variable valor social del ecosistema es ofrecer un método sistemático y transparente para que grupos sociales con diferentes preferencias puedan valorar la importancia de los ecosistemas. Aunque esta valoración es subjetiva, lo importante es que la evaluación del atractivo para el público se haga de manera explícita y justificada. En el presente estudio, el reconocimiento de la existencia de los productos o beneficios considerados por tipo de servicio, en cada formación vegetal bajo estudio, fue realizada por los autores con base en el análisis de la literatura especializada y criterio personal.

El índice de prioridad de conservación de los ecosistemas. Una vez que una formación vegetal fue evaluada en las cuatro variables consideradas, mediante la asignación de un valor de uno (1) a tres (3) a cada una de ellas según los criterios descritos, se calculó un índice de prioridad combinado, el cual consistió en multiplicar los valores obtenidos por la formación en cada una de las cuatro variables. El índice, por lo tanto, puede variar entre uno (prioridad mínima) y 81 (prioridad máxima), el cual debe reflejar como ecosistema más prioritario aquel que se encuentre altamente amenazado, no esté protegido, cuya biota no exista en ninguna otra parte del mundo y que ofrezca varios servicios ecosistémicos importantes a la sociedad.

RESULTADOS

Un total de 12 formaciones vegetales de las identificadas por Huber y Oliveira-Miranda (2010) se encuentran dentro del área de estudio (Figura 4). Entre estas formaciones vegetales, un total de 4 tienen una superficie dentro de la región de estudio que representa más del 75% de su total nacional, a saber: los arbustales espinosos, los arbustales y herbazales parameros, los bosques nublados y los herbazales litorales; otras 3 formaciones alcanzan en la región un 20-40% de su superficie total nacional: los bosques semidecíduos, los bosques deciduos y los herbazales de pantano; por último, 5 formaciones están presentes cada una con una superficie que representa menos del 15 % de su total nacional: los bosques de pantanos, los bosques de manglares, los bosques siempre verdes *per se*, los bosques ribereños y las sabanas abiertas (Tabla 4).

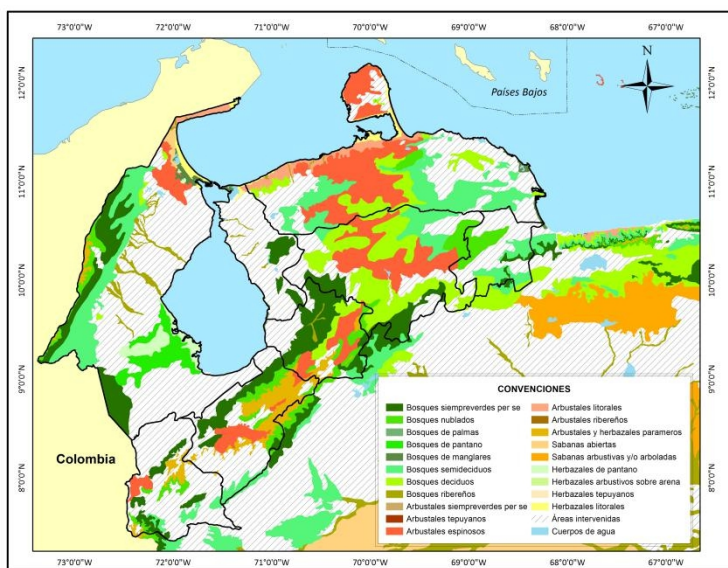


Figura 4. Formaciones vegetales de Venezuela (Huber y Oliveira-Miranda, 2010).

Tabla 4. Extensión de las formaciones vegetales a nivel nacional y en el área de estudio.

Formaciones	Superficie nacional (km ²)	Superficie en el área de estudio (km ²)	% en el área Estudio
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	310.854	12.815	4 %
Bosques nublados	7.033	5.518	78 %
Bosques de pantano	17.412	2.424	14 %
Bosques de manglares	8.475	772	9 %
Bosques semidecíduos	56.204	14.693	26 %
Bosques deciduos	28.672	11.100	39 %
Bosques ribereños	66.393	1.561	2 %
Arbustales espinosos	17.124	15.303	89 %
Arbustales y herbazales parameros	4.233	3.762	89 %
Sabanas abiertas	56.487	305	1 %
Herbazales de pantano	5.921	1.496	25 %
Herbazales litorales	1.416	1.223	86 %
Áreas intervenidas	188.129	55.358	29 %
Cuerpos de agua	7.247	390	5 %
TOTAL	910.374	128.628	14 %

(1) **Riesgo de colapso.** Exponiendo las formaciones vegetales según su grado de riesgo, de mayor a menor, encontramos que los bosques semidecíduos, presentes en los siete estados de la región de estudio, se encuentran en la categoría En Peligro Crítico (CR) en todos ellos. Le siguen cerca los bosques decíduos, presentes solo en cinco estados de la región, clasificados En Peligro Crítico (CR) en cuatro de ellos y En Peligro (EN) en el estado restante. La formación vegetal menos amenazada en la región, según el presente estudio, es la sabana abierta, pese a ser catalogada como CR o EN en casi todos los estados a nivel nacional por Oliveira-Miranda *y col.* (2010); esta formación presenta un relicto relativamente resguardado y clasificado como Vulnerable (VU) en el estado Zulia (Tabla 5).

Tabla 5. Riesgo de colapso promedio de cada formación vegetal en el área de estudio (Oliveira-Miranda *y col.* 2010).

Formaciones Vegetales	Entidades federales o estados							Riesgo Promedio
	FA	LA	ME	TA	TR	YA	ZU	
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	n/a	CR	EN	CR	VU	LC	CR	2.2
Bosques nublados	EN	EN	CR	EN	EN	EN	VU	2.0
Bosques de pantano	CR	n/a	n/a	n/a	n/a	CR	NT	2.3
Bosques de manglares	EN	n/a	n/a	n/a	n/a	CR	EN	2.3
Bosques semidecíduos	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	3.0
Bosques decíduos	CR	EN	n/a	n/a	CR	CR	CR	2.8
Bosques ribereños	EN	n/a	n/a	n/a	EN	EN	EN	2.0
Arbustales espinosos	EN	CR	EN	EN	EN	EN	EN	2.1
Arbustales y herbazales parameros	n/a	n/a	VU	EN	EN	n/a	EN	1.8
Sabanas abiertas	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	VU	1.0
Herbazales de pantano	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	EN	2.0
Herbazales litorales	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	EN	2.0

Nota: Se incluye el riesgo estimado para cada formación vegetal en cada estado. Abreviaciones de entidades federales o estados FA: Falcón, LA: Lara, ME: Mérida, TA: Táchira, TR: Trujillo, YA: Yaracuy, ZU: Zulia. Abreviaciones de categorías de riesgo y su valor: CO: Colapsado (3), CR: En Peligro Crítico (3), EN: En Peligro (2), VU: Vulnerable (1), NT: Casi Amenazado (1), LC: Preocupación Menor (1); n/a: no aplica (formación ausente).

(2) **Singularidad del ecosistema.** Los estimados de singularidad de cada grupo taxonómico en cada estado, de acuerdo con el número de especies endémicas a nivel nacional que en ellos se encuentran, se muestran en la Tabla 6. Es importante resaltar que los totales de especies endémicas a nivel nacional no son el producto de la suma de las especies en cada estado, sino de los estudios existentes citados en la sección Métodos, ya que aunque sean endémicas a nivel nacional pueden estar presentes en uno o más estados, lo que permite conocer la proporción de especies endémicas en el estado respecto al número total nacional. El valor de singularidad de cada ecosistema o formación vegetal es proporcional al área que presenta en cada uno de los estados de la región, se reporta en la Tabla 7.

Ninguna de las formaciones vegetales tiene un índice de endemismo superior al umbral superior de 10% y sólo los bosque siempreverdes *per se*, los bosques semidecíduos, los bosques nublados, y los arbustales/herbazales parameros superan el umbral inferior de 4%. A estas 4 formaciones se les adjudicó el valor 2, mientras que al resto se les otorgó el valor 1.

Tabla 6. Número y proporción de especies endémicas nacionales por estado, según el grupo taxonómico al que pertenecen.

Taxón	Especies	ESTADOS								Venezuela
		Falcón	Lara	Mérida	Táchira	Trujillo	Yaracuy	Zulia		
Mamíferos	Totales G(t)	109	109	172	172	172	109	146	397	
	Endémicas G(e)	4	4	4	4	4	4	4	18	
	G(e)/G(t)	4%	4%	2%	2%	2%	4%	3%	5%	
Reptiles	Totales G(t)	81	78	109	106	106	78	139	370	
	Endémicas G(e)	12	12	29	29	29	12	8	119	
	G(e)/G(t)	15%	15%	27%	27%	27%	15%	6%	32%	
Anfibios	Totales G(t)	29	25	60	38	25	17	32	333	
	Endémicas G(e)	5	5	31	14	8	3	4	189	
	G(e)/G(t)	17%	20%	52%	37%	32%	18%	13%	57%	
Aves	Totales G(t)	394	321	445	508	276	187	541	1.425	
	Endémicas G(e)	9	12	12	14	11	12	3	52	
	G(e)/G(t)	2%	4%	3%	3%	4%	6%	1%	4%	
Dicotiledóneas	Totales G(t)	1.451	1.769	2.598	2.305	1.403	1.234	1.830	11.092	
	Endémicas G(e)	71	122	256	141	136	117	42	2.183	
	G(e)/G(t)	5%	7%	10%	6%	10%	9%	2%	20%	
Monocotiledóneas	Totales G(t)	468	1.303	1.264	1.330	1.017	792	1.166	4.316	
	Endémicas G(e)	41	153	161	158	124	88	120	889	
	G(e)/G(t)	9%	12%	13%	12%	12%	11%	10%	21%	
Gimnospermas	Totales G(t)	1	2	9	10	7	3	1	46	
	Endémicas G(e)	0	0	1	1	1	1	0	5	
	G(e)/G(t)	0%	0%	11%	10%	14%	33%	0%	11%	
Pteridofitos	Totales G(t)	250	348	460	374	300	237	176	1.197	
	Endémicas G(e)	11	10	28	19	11	13	5	171	
	G(e)/G(t)	4%	3%	6%	5%	4%	5%	3%	14%	

Tabla 7. Valor de singularidad de cada ecosistema o formación vegetal. El Peso es el aporte relativo de cada formación al índice de endemismo de cada estado, que se supone proporcional a su superficie. El máximo de dichos aportes, resaltado en gris, se tomó como medida de la unidad taxonómica o índice de endemismo de cada formación.

Formaciones vegetales	ESTADOS														Máximo	Valor
	Falcón		Lara		Mérida		Táchira		Trujillo		Yaracuy		Zulia			
	Superficie (km ²)	Peso	Superficie (km ²)	Peso	Superficie (km ²)	Peso	Superficie (km ²)	Peso	Superficie (km ²)	Peso	Superficie (km ²)	Peso	Superficie (km ²)	Peso		
Bosques siempreverdes <i>per se</i>			1.818	0,94%	1.777	3,98%	1.104	4,53%	2.950	5,74%	251	1,07%	4.916	1,23%	5,74%	2
Bosques nublados	341	0,13%	975	0,50%	1.107	2,48%	503	2,06%	789	1,54%	1.011	4,31%	791	0,20%	4,31%	2
Bosques de pantano													2.424	0,61%	0,61%	1
Bosques de manglares	264	0,10%							23	0,04%	8	0,03%	476	0,12%	0,12%	1
Bosques semidecíduos	5.937	2,24%	1.854	0,96%	463	1,04%	527	2,16%	205	0,36%	1.157	4,93%	4.550	1,14%	4,93%	2
Bosques decíduos	2.858	1,08%	6.743	3,48%					776	1,51%	515	2,19%	210	0,05%	3,48%	1
Bosques ribereños	64	0,02%							117	0,23%			1.380	0,34%	0,34%	1
Arbustales espinosos	8.368	3,16%	4.195	2,16%	1.157	2,59%	426	1,75%	1.451	2,82%	64	0,27%	1.109	0,28%	3,16%	1
Arbustales y herbazales parameros			6	0,00%	2.373	5,31%	561	2,31%	466	0,91%			355	0,09%	5,31%	2
Sabanas abiertas													305	0,08%	0,08%	1
Herbazales de pantano													1.496	0,37%	0,37%	1
Herbazales litorales	716	0,27%											506	0,13%	0,27%	1
Áreas intervenidas (AI)	8.691		4.344		4.792		7.606		1.871		3.057		247			
Cuerpos de agua (CA)	122		21										24.997			
TOTAL	27.361		19.956		11.669		10.727		8.648		6.063		43.764			
Sin AI ni CA	18.548		15.591		6.877		3.121		6.777		3.006		18.520			

(3) **Proporción de ecosistema protegido.** Al sobreponer los mapas de cobertura de las áreas naturales protegidas (parques nacionales, monumentos naturales, refugios de fauna silvestre y reservas de fauna) con la región de estudio, se observa que 13% de esta se encuentra cubierta por algún tipo de área protegida. Un total de 9 de las 12 formaciones vegetales de la región presentan máxima prioridad (valor 3) desde el punto de vista de su proporción protegida, a saber: bosques siempreverdes *per se*, bosques de manglares, bosques semidecuidos, bosques deciduos, bosques ribereños, arbustales espinosos, sabanas abiertas, herbazales de pantano, y arbustales/herbazales litorales. Las tres formaciones restantes presentan prioridad intermedia (valor 2): bosques nublados, bosques de pantano, y arbustales/herbazales parameros (Tabla 8). Ninguna formación obtuvo el valor 1, de más baja prioridad.

Tabla 8. Prioridad relativa de cada formación vegetal de acuerdo a la proporción de su superficie protegida dentro del área de estudio.

FORMACIÓN VEGETAL	Área (km²)	Superficie Protegida (km²)	% protegida	Valor
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	12.815	2.858	22%	3
Bosques nublados	5.518	3.156	57%	2
Bosques de pantano	2.424	1.386	57%	2
Bosques de manglares	772	228	30%	3
Bosques semidecuidos	14.693	2.706	18%	3
Bosques deciduos	11.100	1.023	9%	3
Bosques ribereños	1.561	0,525	0%	3
Arbustales espinosos	15.303	540	4%	3
Arbustales y herbazales parameros	3.762	3.176	84%	2
Sabanas abiertas	305	0	0%	3
Herbazales de pantano	1.496	1.193	80%	3
Arbustales y Herbazales litorales	1.223	289	24%	3

(4) **Valor social del ecosistema.** Con respecto a servicios de aprovisionamiento, solo tres formaciones vegetales - los bosques siempre verdes *per se*, los bosques nublados, los arbustales/herbazales parameros - ofrecen la totalidad de los seis productos considerados, mientras que el resto ofrece entre cuatro a cinco productos (Tabla 9). Con respecto a los servicios de regulación, aquel que diferencia a las formaciones vegetales entre sí es el de protección de tormentas, reconocido sólo en cuatro de ellas: bosques de manglares, bosques ribereños, arbustales espinosos y litorales, arbustales y herbazales litorales (Tabla 10).

En cuanto a los servicios culturales, no se detectaron reportes en la literatura que indiquen el reconocimiento de algún valor espiritual-religioso ofrecido por los arbustales espinosos y los bosques de pantanos; para esta última formación vegetal tampoco se obtuvieron reportes que indiquen algún valor estético-inspirador. Para el resto de las formaciones sí se reconocieron los seis tipos de beneficios culturales considerados (Tabla 11).

Tabla 9. Evaluación de las formaciones vegetales según servicios ecosistémicos de aprovisionamiento que brindan.

FORMACIÓN VEGETAL	Alimento	Combustible	Fibra	Materia prima Fármacos	Recursos Genéticos	Agua potable	TOTAL
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques nublados	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques de pantano	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	2
Bosques de manglares	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	2
Bosques semidecíduos	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	2,5
Bosques deciduos	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
Bosques ribereños	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	2
Arbustales espinosos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Arbustales y herbazales parameros	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Sabanas abiertas	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	2
Herbazales de pantano	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	2
Arbustales y Herbazales litorales	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5

Tabla 10. Evaluación de las formaciones vegetales según los servicios ecosistémicos de regulación que brindan.

FORMACION VEGETAL	Regul a clima	Regula enfermedad es	Polinizaci n	Purificaci n agua	Contro l de erosi n	Protecci n tormenta s	TOTA L
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Bosques nublados	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Bosques de pantano	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	2
Bosques de manglares	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques semidecíduos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Bosques deciduos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Bosques ribereños	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Arbustales espinosos y litorales	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Arbustales y herbazales parameros	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Sabanas abiertas	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Herbazales de pantano	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	2,5
Arbustales y Herbazales litorales	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3

En general, las formaciones vegetales que destacan por ofrecer un mayor número de servicios son los bosques siempre verdes *per se*, los bosques nublados, los bosques de manglar, los bosques ribereños y los arbustales/herbazales tanto parameros como litorales; todos estas formaciones alcanzan el máximo puntaje 3 en dos tipos de servicios. Otra formación con valor social importante es el bosque de pantano, que alcanza un valor 2 en cada uno de los tres tipos de servicios. Las cinco formaciones restantes presentan máximo puntaje en un solo tipo de servicio, y obtienen la menor calificación (Tabla 12).

Tabla 11. Evaluación de las formaciones vegetales según los servicios ecosistémicos culturales que brindan.

Formaciones vegetales	Valor espiritual – religioso	Valor estético - inspirador	Educativo	Recreación – turismo	Herencia cultural	Conocimiento	TOTAL
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques nublados	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques de pantano	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2
Bosques de manglares	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques semidecuidos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques deciduos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Bosques ribereños	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Arbustales espinosos	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
Arbustales y herbazales parameros	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Sabanas abiertas	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Herbazales de pantano	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Arbustales y herbazales litorales	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3

Tabla 12. Calificación final de las formaciones vegetales según las evaluaciones de los tres tipos de servicios ecosistémicos que brindan.

FORMACIÓN VEGETAL	Servicios de Aprovechamiento	Servicios de Regulación	Servicios culturales	Calificación
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	3	2,5	3	2
Bosques nublados	3	2,5	3	2
Bosques de pantano	2	2	2	2
Bosques de manglares	2	3	3	2
Bosques semidecuidos	2,5	2,5	3	1
Bosques deciduos	2,5	2,5	3	1
Bosques ribereños	1,5	3	3	2
Arbustales espinosos	2,5	3	2,5	1
Arbustales y herbazales parameros	3	2,5	3	2
Sabanas abiertas	2	2,5	3	1
Herbazales de pantano	2	2,5	3	1
Arbustales y Herbazales litorales	2,5	3	3	2

(5) **Prioridades de conservación de los ecosistemas.** Según el procedimiento propuesto, las cinco formaciones vegetales con mayor prioridad de conservación en la región noroccidental del país, dado que obtienen los mayores puntajes en el índice multiplicativo, son: los bosques siempreverdes *per se*, los bosques semidecuidos, los bosques nublados, los arbustales y herbazales parameros y los bosques de manglares (Tabla 13).

De estas cinco formaciones prioritarias, las cuatro primeras citadas destacan por alcanzar un valor de singularidad ecosistémica mayor que el resto de las formaciones en la región, aunque sin alcanzar el máximo posible, en tanto que los bosques de manglares presentan una alta prioridad de conservación debido a que comprenden poca área protegida dentro de la región, y el valor del riesgo de colapso es mayor a 2.

Las sabanas abiertas presentaron la menor calificación en el índice de prioridad de conservación. La única variable en la que esta formación obtuvo el máximo valor 3 fue en proporción de área protegida, pues en la región en estudio solo se encuentra un área pequeña de sabana abierta (estado Zulia), no protegida; esto a pesar que a nivel nacional las sabanas abiertas abarcan un área de 56.487 km².

Ciertas comparaciones entre las formaciones vegetales ilustran cómo un alto riesgo de colapso no asegura necesariamente una alta prioridad de conservación. El herbazal de pantano, por ejemplo, obtuvo máximo valor en riesgo de colapso (3), mientras que en las otras tres variables evaluadas sus valores fueron muy parecidos al de otras formaciones vegetales - baja singularidad (1) y valor social (1), y alto valor en área protegida (3) - obteniendo una calificación global en prioridad de conservación (9) que lo ubica en el noveno lugar entre los 12 ecosistemas evaluados. Situación contraria se observa en los bosques nublados y los herbazales/arbustales parameros, los cuales tienen valores más bajos en la evaluación del riesgo de colapso (2 y 1,8 respectivamente) que el herbazal de pantano, pero alcanzan mayor prioridad de conservación por su mayor singularidad (2) y valor social (2), y un valor intermedio (2) en la variable área protegida (Tabla 13).

Tabla 13. Prioridad de conservación para los ecosistemas del área de estudio.

Formaciones Vegetales	Riesgo de colapso	Singularidad del ecosistema	Área protegida	Valor social del ecosistema	Prioridad de conservación
Bosques siempreverdes <i>per se</i>	2,2	2	3	2	26,4
Bosques semidecíduos	3	2	3	1	18
Bosques nublados	2	2	2	2	16
Arbustales y herbazales parameros	1,8	2	2	2	14,4
Bosques de manglares	2,3	1	3	2	13,8
Bosques ribereños	2	1	3	2	12
Herbazales litorales	2	1	3	2	12
Bosques de pantano	2,3	1	2	2	9,33
Herbazales de pantano	3	1	3	1	9
Bosques decíduos	2,8	1	3	1	8,4
Arbustales espinosos	2,1	1	3	1	6,3
Sabanas abiertas	1	1	3	1	3

DISCUSIÓN

Sólo dos formaciones, el bosque semidecíduo y el herbazal de pantano, lograron alcanzar máximo valor (3) en riesgo de colapso. Igualmente son las únicas formaciones con dos criterios o variables con máximo puntaje, al alcanzar también el valor 3 en área protegida. De las 10 formaciones restantes, 7 logran máximo puntaje solo en una variable (el área protegida) y 3 no alcanzan máximo puntaje en ninguna de las variables.

Las formaciones vegetales de la región noroccidental del país tienen índices de prioridad de conservación que abarcan un intervalo que va desde 3 hasta 26,4. La mayor parte del intervalo potencial del índice (1-81)

no fue abarcado. La distribución de los valores de las formaciones vegetales dentro del intervalo observado fue relativamente asimétrica: cinco formaciones con bajas calificaciones de prioridad en un recorrido estrecho (entre 3 y 9,33), con las siete restantes presentando calificaciones en un recorrido más amplio (entre 12 y 26,4). Cabe plantearse si el hecho de que sólo una fracción del intervalo haya sido expresado es artefacto producto de los umbrales seleccionados en ciertas variables, el efecto del tamaño de las diferentes formaciones en el área de estudio, o bien el reflejo real del nivel de prioridad relativa entre ellas. Estas potenciales explicaciones no son excluyentes entre sí.

Al analizar cada variable por separado, se encuentra que el riesgo de colapso muestra una distribución de frecuencias relativamente uniforme entre los valores 1,5 y 3 (con cuatro formaciones entre los valores 1,5 y 2; otras cuatro entre 2 y 2,5 y tres formaciones con valores mayores a 2,5), con solo una formación calificada con el valor de 1. En otras palabras, las formaciones se distribuyen en forma más o menos equitativa a lo largo del intervalo de nivel de riesgo. En cambio, la variable singularidad muestra un patrón más contrastante, con una distribución marcadamente no uniforme. De las 12 formaciones examinadas, 8 presentaron el mínimo valor de singularidad (1), y las 4 restantes (el 25%) exhibieron un valor de singularidad intermedio (2). Consideramos que existen al menos dos posibles causas: los valores umbrales escogidos y el método de cálculo del índice de endemismo. El haber fijado el umbral superior para la unicidad taxonómica de la formación en 10% fue posiblemente muy exigente – la formación vegetal debía tener un índice de endemismo semejante al de los estados de la región con los endemismo más altos - forzándola a ser una variable binaria (adoptando solo los valores 1 o 2), en lugar de extenderse entre 1 y 3. Por otra parte, el cálculo del índice de endemismo fue hecho de manera indirecta, sin realmente cuantificar la proporción de especies endémicas en cada formación vegetal. Los límites políticos de las entidades federales (estados) consideradas en este estudio interrumpen artificialmente la extensión de las formaciones vegetales, con el posible efecto de una no representación adecuada de la biota endémica.

Es difícil predecir cuál hubiese sido el efecto de conocer los valores de endemismo con precisión, pero es fácil pensar que el resultado debió haber sido otro. Por ejemplo, si hubiese sido posible generar mapas de distribución de todas las especies endémicas de la zona de estudio, empleando como mapa base el de las formaciones vegetales, el producto obtenido al sobreponer dichas distribuciones sería un estimado directo de las especies endémicas de cada formación vegetal, reflejando incluso las variaciones entre los estados. Dicha información, sin embargo, no está disponible en la actualidad. Los datos existentes y examinados se limitan a señalar las especies endémicas a nivel nacional y, en el mejor de los casos, reportan su distribución geográfica en función del número de estados con localidades donde han sido colectadas. Aplicaciones futuras de esta

propuesta, como la del presente estudio, deberían considerar la posibilidad de crear mapas de distribución detallados de las especies, con énfasis en aquellas que sean endémicas.

En cuanto a la variable proporción de área protegida, su distribución también resultó marcadamente no uniforme: 9 de las 12 formaciones examinadas (el 75%) obtuvieron el máximo puntaje 3 de esta variable, en tanto que solo 3 formaciones (el 25%) obtuvieron un valor de 2. Ninguna formación obtuvo un valor de 1. De nuevo, la asignación de los valores umbrales, en este caso fundamentada en las investigaciones enfocadas en la distribución global de especies (Rodríguez *y col.*, 2004), influyó en la distribución de frecuencias observada de esta variable. Los umbrales utilizados fueron 1.000 km² y 250.000 km², en tanto que la extensión total de la región de estudio fue de 128.628 km². Ninguna formación vegetal podía tener una superficie mayor a 250.000 km², y adoptar por lo tanto un valor igual a 1. Se decidió utilizar estos límites con el fin de examinar si 1.000 km² podía ser un umbral adecuado para otorgar mayor prioridad dentro del área de estudio. Sin embargo, como una gran proporción calificó para máxima prioridad, el índice no logró distinguir entre diferentes grados de protección, incluso en una región con presencia notable de áreas protegidas. Aplicaciones futuras deberán examinar la sensibilidad de las prioridades de conservación a variaciones en los umbrales que definen las categorías de esta variable, y establecer si existe un principio general escalable al tamaño de las formaciones vegetales consideradas. Posiblemente sea más adecuado definir los umbrales de esta variable en función de fracciones del área de estudio, en vez de en valores absolutos.

El método para asignar el valor social del ecosistema posiblemente también tuvo un efecto sobre su distribución de frecuencia. Si bien ninguna formación vegetal obtuvo un valor igual a 3, la distribución entre los valores 1 y 2 fue uniforme, con 6 formaciones asociadas a cada uno. Esta fue la variable cuya cuantificación fue la más compleja, y que consideramos con mayor componente subjetivo al depender del criterio del evaluador en la interpretación de la información base. Un análisis detallado y sistemático de la manera en que la sociedad valora las diferentes formaciones vegetales sería prioridad en estudios futuros, la cual podría realizarse mediante entrevistas o encuestas. Sin embargo, aunque se determine de manera directa, su valor responderá a prioridades y preferencias de las comunidades locales.

Finalmente, al examinar el orden de prioridad de conservación de las formaciones vegetales, se observa que 3 de las 7 formaciones con mayor prioridad - calificación igual o superior a 12 en el índice - corresponden a ecosistemas poco representados en el área, es decir, se calificó con alta prioridad a formaciones vegetales con un bajo porcentaje de su extensión nacional dentro de la zona de estudio: el bosque siempreverde *per se* (4%), el bosque de manglar (9%) y el bosque ribereño (2%) (Tabla 4). Esto hace

pensar en la posibilidad de establecer un filtro adicional previo al análisis, bien sea descartando las formaciones vegetales que no tengan un porcentaje significativo de su superficie en la región de interés o considerando aquellas formaciones para las cuales dicha región pueda hacer una diferencia importante en su persistencia a largo plazo a nivel nacional.

CONCLUSIONES

Los bosques siempreverdes *per se*, los bosques semidecíduos, los bosques nublados, los arbustales/herbazales parameros y los bosques de mangle son las formaciones vegetales dentro de la región noroccidental que presentan la mayor prioridad de conservación según la metodología propuesta, fundamentada en cuatro variables criterio: riesgo de colapso, proporción de ecosistema protegido, singularidad y valor social. El análisis del comportamiento de estas variables, con base en las 12 formaciones vegetales consideradas, sugiere ciertas recomendaciones en la aplicación del método, a saber: medir de manera más precisa la singularidad de las formaciones vegetales mediante un método directo, así como los porcentajes umbrales de superficie protegida requeridos, de modo que su evaluación no dependa del tamaño del área o región de estudio; valorar los servicios ecosistémicos mediante métodos directos que midan las preferencias de las comunidades asentadas en el área de estudio y/o recojan la opinión de grupos de expertos en la misma; aplicar un filtro previo considerando formaciones vegetales cuya extensión dentro de la región en estudio represente un porcentaje relativamente importante de su superficie total a nivel nacional; evaluar la sensibilidad del índice multiplicativo de prioridad ante cambios en los umbrales de las variables.

AGRADECIMIENTOS

Al personal profesional del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y de Provita por todo el apoyo brindado a esta investigación. A los dos evaluadores del artículo y al editor organizador de este número por sus observaciones y sugerencias, las cuales permitieron mejorar la versión definitiva. El artículo expone parte de los resultados del Trabajo de Grado de Maestría realizado por María Idalí Tachack en el Postgrado en Ecología de la Universidad Central de Venezuela, con la asesoría de Jon Paul Rodríguez.

LITERATURA CITADA

[CDB] Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. *Preámbulo del Convenio de la Diversidad Biológica*. www.biodiv.org/convention/articles.asp.

- Aguilera, M., A. Azocar y E. Gonzalez. 2003. *Biodiversidad en Venezuela, Tomo I*. Fundación Polar – Ministerio de Ciencia y Tecnología Caracas.
- Arangü, H. 2005. "Parques nacionales de la Amazonia venezolana; visión geoestratégica para el desarrollo sustentable". INPARQUES. En (Cartaya V. 2007). *Conservación y Bienestar Humano en Venezuela: El Aporte de las Áreas Protegidas. Síntesis del Informe Final para la Fundación The Nature Conservancy of Venezuela* (Contrato de Servicios Profesionales NTA 075). pp 54.
- Behera, M. D., S. P. S. Kushwaha, y P. S. Roy. 2002. High plant endemism in an Indian hotspot–eastern Himalaya. *Biod. & Cons.* 11(4): 669-682.
- Birdlife International 2006a: *Endemic Bird Areas*.
www.birdlife.org/action/science/endemic_bird_areas/index.html
- Birdlife International 2006b: *Important Bird Areas (IBAs)*.
www.birdlife.org/action/science/sites/index.html
- Blab J., U. Riecken, y A. Ssymank. 1995. Proposal on criteria for a National Red Data Book of biotopes. *Landscape Ecol.* 10 (1): 41-50.
- Bland, L. M., D. A. Keith, R. M. Miller, N. J. Murray y J. P. Rodríguez, editores 2016 *Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria*. Version 1.0. IUCN, Gland, Switzerland.
- Bland, L. M., D. A. Keith, R. M. Miller, N. J. Murray y J. P. Rodríguez, editores 2017 *Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria*. Version 1.1. IUCN, Gland, Switzerland. 99 pp.
- Bland, L. M., J. A. Rowland, T. J. Regan, D. A. Keith, N. J. Murray, R. E. Lester, M. Linn, J. P. Rodríguez y E. Nicholson. 2018. Developing a standardized definition of ecosystem collapse for risk assessment. *Frontiers. Ecology & Environment* 16(1): 29-36
- Bruner A. G., R. E. Gullison, R. E. Rice y G.A.B da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science.* 291: 125-128.
- Burgess N.D., J.D. Hales, T.H. Ricketts y E. Dinerstein. 2006. Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritization across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation.* 127: 383-401.
- Cartaya, V. 2007. Conservación y bienestar humano en Venezuela: el aporte de las áreas protegidas. *Síntesis del informe final para la fundación The Nature Conservancy of Venezuela* (Contrato de Servicios Profesionales NTA 075). pp 54.
- Christensen, N.L., A.M. Bartuska, J.H. Brown, C. D'Antonio, R. Francis, J.F. Franklin, J.A. MacMahon, R.F. Noss, D.J. Parsons, C.H. Peterson, M.G. Turner y R.G. Woodmansee. 1996. The report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications* 6: 665-691.
- Davis S.D. y V.H. Heywood. 1994-1999. *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for Their Conservation* (3 volumes). IUCN Publication Unit, Cambridge, UK
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of latin america and the caribbean*. The world bank, The World Wildlife Fund, Washington D. C., EE. UU.
- Dirzo, R. y P.H. Raven. 2003. "Global State of Biodiversity and Loss." *Annual Review of Environment and Resources.* 28 : 137-167.
- Gärdenfors, U., C.Hilton-Taylor, G.M. Mace, y J.P. Rodriguez. 2001. The application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels. *Conservation Biology.* 15: 1206-1212.
- Groves, C., L.Valutis, D.Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval y B. Runnels. 2000. *Diseño de una geografía de la Esperanza: Manual para la planificación de la*

- conservación ecorregional*. Volúmenes I y II, Segunda Edición, The Nature Conservancy. 215 p
- Hoekstra, J.M., T.M. Boucher, T.H. Ricketts y C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*. 8: 23-29.
- Hokche, O., P. Berry y O. Huber (Eds.) 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela "Dr. T. Lasser". Caracas.
- Huber, O. y C. Alarcón. 1988. *Mapa de vegetación de Venezuela*. Ministerio del ambiente y los recursos naturales renovables. The Nature Conservancy, Fundación Bioma. Caracas, Venezuela.
- Huber, O. y M.A. Oliveira-Miranda. 2010. Ambientes terrestres. En: *Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela*. (Rodríguez J.P., Rojas-Suárez F. & Giraldo Hernández D. Eds.) Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.
- Inparques 2007. *Parques nacionales y otras áreas protegidas: informe nacional*. Venezuela. Informe presentado ante el II Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y Otras Áreas Protegidas (Bariloche, Argentina, 30 septiembre - 6 octubre, 2007). Dirección de Áreas Naturales Protegidas (ANAPRO), Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, República Bolivariana de Venezuela, Caracas Venezuela.
- Jennings, M.D., D. Faber-Langendoen, O.L. Loucks, R.K. Peet y D. Roberts. 2009. Standards for associations and alliances of the US National Vegetation Classification. *Ecological Monographs*. 79: 173-199.
- Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrena, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito, J. y A. Tovar. 2009. Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En: *Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAvH, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL, Lima, Perú*. www.infoandina.org/ecosistemasandinos.
- Keith, D. A., J. P. Rodríguez, K. M. Rodríguez-Clark, E. Nicholson, K. Aapala, A. Alonso, M. Asmussen, S. Bachman, A. Basset, E. G. Barrow, J. S. Benson, M. J. Bishop, R. Bonifacio, T. M. Brooks, M. A. Burgman, P. Comer, F. A. Comin, F. Essl, D. Faber-Langendoen, P. G. Fairweather, R. J. Holdaway, M. Jennings, R. T. Kingsford, R. E. Lester, R. M. Nally, M. A. McCarthy, J. Moat, M. A. Oliveira-Miranda, P. Pisanu, B. Poulin, T. J. Regan, U. Riecken, M. D. Spalding y S. Zambrano-Martinez. 2013 Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLoS ONE* 8(5): e62111.
- Keith, D. A. 2015. Assessing and managing risks to ecosystem biodiversity. *Austral Ecology* 40(4): 337-346.
- Mace, G., H. Masundire, J. Baillie, T. Ricketts, T. Brooks, M. Hoffmann, S. Stuart, A. Balmford, A. Purvis, B. Reyers, J. Wang, C. Revenga, E. Kennedy, S. Naeem, R. Alkemade, T. Allnutt, M. Bakarr, W. Bond, J. Chanson, N. Cox, G. Fonseca, C. Hilton-Taylor, C. Loucks, A. Rodrigues, W. Sechrest, Stattersfield, B. Janse van Rensburg y C. Whiteman. 2005. Biodiversity. Páginas 77-122 En: *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Volume 1. Findings of the Condition and Trends Working Group. (R. Hassan, R. Scholes y N. Ash, eds). Island Press, Washington, D.C, U.S.A.
- Mace, G.M. 1994. Classifying Threatened Species: Means and Ends. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. 344: 91-97.
- Madi, Y., M. Lentino, D. Gil, A. León, J.G. Vásquez, J.C. Martínez, E. Rivas, M. Céspedes, J.J. Rodrigues, E. Duarte, M. Vera, Y. Rivas, A. Henriquez, M. Delgado, L. Rodríguez y J.C. Santander. 2009. Zoogeografía y diversidad de las aves en Venezuela, segunda edición. En. Coordinación de Investigación e

- Información Ambiental, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Caracas, Venezuela.
- Madi, Y., O. Linares, E. Rivas, A. León, J. Martínez, J. G. Vásquez, L. Rodríguez, M. Delgado, D. Gil, J. Santander, A. Henríquez, M. Vera, Y. Rivas, L. Terán, M. Céspedes y J. J. Rodrigues. 2008. Zoogeografía y diversidad de los mamíferos en Venezuela, segunda edición. En Coordinación de Investigación e Información Ambiental, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Caracas, Venezuela.
- MEA [Millennium Ecosystem Assessment] 2005. *Ecosystems and human well-being synthesis*. Island Press, Washington, D.C 137 pp
- Miller, R.M., J.P. Rodríguez, T. Aniskowicz-Fowler, C. Bambaradeniya, R. Boles, M.A. Eaton, U. Gardenfors, V. Keller, S. Molur, S. Walker y C. Pollock. 2006. Extinction risk and conservation priorities. *Science*. 313: 441a.
- Miller, R.M., J.P. Rodríguez, T. Aniskowicz-Fowler, C. Bambaradeniya, R. Boles, M.A. Eaton, U. Gärdenfors, V. Keller, S. Molur, S. Walker y C. Pollock. 2007. National threatened species listing based on IUCN criteria and regional guidelines: current status and future perspectives. *Conservation Biology*. 21: 684-696.
- Mittermeier, R.A., R. Gil, P. Moore y E.R. Gordon. 2002. *Áreas silvestres: las últimas regiones vírgenes del mundo*. Cemex, S.A. de C.V, Agrupación Sierra Madre, Conservation International Cemex, México
- Mittermeier, R.A., N. Myers, J.B. Thomsen, G.A.B. Da Fonseca y S. Olivieri. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*. 12: 516-520.
- Molina, C., J.C. Señaris, M. Lampo y A. Rial. 2009. *Anfibios de Venezuela*. Conservación Internacional, Fundación La Salle, ISBN: 978-980-7090-08-7. 131 pp
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist*. 8: 187-208.
- Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *The Environmentalist*. 10: 243-256.
- Naveda, J. A. y E. Yerena O. 2010. Sistema de Parques Nacionales de Venezuela: una evaluación aproximada de su situación actual. Páginas 225-246 En: *Simpósio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti* (A. Machado-Allison, ed). Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y Embajada de Finlandia en la República Bolivariana de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Oliveira-Miranda, M. A., O. Huber, J. P. Rodríguez, F. Rojas-Suárez, R. De Oliveira-Miranda, S. Zambrano-Martínez y D. Giraldo Hernández. 2010. Riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Páginas 107-237 En: *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. (J. P. Rodríguez, F. Rojas-Suárez y D. Giraldo Hernández, eds) Provita, Shell Venezuela y Lenovo (Venezuela), Caracas, Venezuela.
- Olson, D.M. y E. Dinerstein. 2002. The Global 2000: Priority ecoregions for global conservation. *Annals Missouri Botanical Garden*. 89: 199-224
- Patten, B.C. y E. Odum. 1981. The cybernetic nature of ecosystems. *American Naturalist*. 118: 886 -895
- Possingham, H.P., S. J. Andelman, y M. A. Burgman, R.A.M., L.L. Master and D. A. Keith 2002. Limits to the use of threatened species lists. *Trends in Ecology & Evolution*. 17: 503 - 507.
- Regan, T., J. Lawrence, L. Master y G. Hammerson. 2004. Capturing expert knowledge for threatened species assessments: a case study using NatureServe conservation status ranks. *Acta Oecologica*. 26: 95-107.

- Restani, M., y J.M. Marzluff. 2002. Funding Extinction? Biological needs and political realities in the allocation of resources to endangered species recovery. *BioScience*. 52: 169-177.
- Rivas, G.A., C.R. Molina, G.N.Ugueto, T.R. Barros, C.L. Barrio-Amorós y P. J. R. Kok. 2012. Reptiles of Venezuela: an updated and commented checklist. *Zootaxa* 3211: 1-64
- Rodriguez, A. S.L., H.R. Akçakaya, S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitani, T.M. Brooks, J.C, Chanson, L.D.C. Fishpool, G. A. B. Da Fonseca, K. J. Gaston, M. Hoffmann, P. A. Marquet, J.D. Pilgrim, R.L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S.N. Stuart, L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts y X. Yan. 2004. Global Gap Analysis: priority regions for expanding the global protected-area network. *Bioscience*. 54: 1092 – 1100.
- Rodriguez, J. P., J. K. Balch y K.M. Rodriguez-Clark. 2007. Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation*. 16: 183-209.
- Rodríguez, J.P., y F. Rojas-Suárez. 2008. *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Tercera edición (p. 364). Caracas, Venezuela. Provita y Shell Venezuela, S.A.
- Rodríguez, J. P., F. Rojas-Suárez y C. J. Sharpe 2004. Setting priorities for the conservation of Venezuela's threatened birds. *Oryx*. 38: 373-382.
- Rodríguez, J.P., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo Hernández (Eds.) 2010. *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E. M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager y T. Zamin. 2011. Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology*. 25: 21-29.
- Rodríguez, J.P., S. Zambrano-Martínez, R. Lazo y M.A. Oliveira-Miranda (Eds.). 2014. *Representación Digital de las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna, Reservas de Fauna y Reservas de Biósfera*. Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y Total Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela. www.ecosig.org.ve.
- Rounsevell, M. D. A., M. Harfoot, P. A. Harrison, T. Newbold, R. D. Gregory y G. M. Mace. 2020. A biodiversity target based on species extinctions. *Science*. 368(6496): 1193-1195.
- Sayre, R., P. Comer, J. Cress y H. Warner. 2010. *Terrestrial ecosystems of the conterminous United States*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3106, scale 1:5,00--, 1 sheet. Disponible: <http://pubs.usgs.gov/sim/3106>.
- Sellers, J. 2005. *Biodiversidad - El consenso científico. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio*. www.greenfacts.org. [Consulta : 2008, marzo 23].
- Sisk, T., A.E. Launer, K. R. Switky y P.R. Ehrlich. 1994. Identifying extinction threats. *BioScience*. 44 : 592-604.
- UICN 2012. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Segunda edición. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 34 pp.
- UICN 2020. *The IUCN Red List of Threatened Species*. www.iucnredlist.org. [Consulta: 2020, septiembre 20]
- UICN-CEM 2016. *The IUCN Red List of Ecosystems*. Version 2016-1. www.iucnrle.org. [Consulta: 2020, septiembre 03].