

## METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA PLANTAS (AIP) EN COLOMBIA

1

Contrato No: **16-14-331-16-0081-147PS**

**Objeto:** *“Prestar los servicios profesionales para realizar una consultoría sobre la evaluación del estado de conservación de las especies de frailejones de la subtribu Espeletiinae en Colombia y construir un marco conceptual y metodológico para la identificación de áreas de importancia para la conservación de plantas en Colombia.*”

Mauricio Diazgranados Cadelo, PhD  
Natural Capital and Plant Health Department, Wakehurst Place, Royal Botanic Gardens, Kew,  
Ardingly, West Sussex, United Kingdom

Supervisor: Carolina Castellanos Castro  
Investigador Titular - Ciencias Básicas de la Biodiversidad  
Ciencias Básicas de la Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Bogotá, D.C., 2018

Diazgranados, Mauricio

Metodología para la identificación de áreas de importancia para plantas (AIP) en Colombia = Methodology for the identification of Important Plant Areas (IPA) in Colombia/ Mauricio Diazgranados, Carolina Castellanos Castro – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017.

47 p.: il.; 28 x 21.5 cm.

Incluye bibliografía, tablas, fotos a color

1. AIP. – 2. Conservación– 3. ACB – 4. Planificación– 5. Plantas. I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. II. Reflections on a methodology to identify Important Plant Areas in Colombia.

Catalogación en la fuente – Biblioteca Francisco Javier Matis

Como citar este documento:

Diazgranados, M. y Castellanos-Castro, M. (2018). Metodología para la identificación de áreas de importancia para plantas (AIP) en Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

## Resumen

La gestión adecuada de áreas de alta importancia para la biodiversidad es una de las estrategias más exitosas para la conservación in situ de especies de interés. Existen diversas metodologías y enfoques para la identificación de estas áreas, de acuerdo al nivel biológico de interés (poblaciones, especies y ecosistemas), y la información disponible, entre otros. En el caso de plantas, las estrategias formuladas para su conservación a nivel nacional e internacional han identificado como una meta, identificar las Áreas de Importancia para Plantas (AIP) y asegurar su preservación. Con miras a avanzar en el cumplimiento de esta meta, se presenta una propuesta metodológica para la identificación de AIP en Colombia, la cual se desarrolló a partir de la consulta de literatura que documente las experiencias existentes en este tema a nivel internacional, y la disponibilidad de información. Adicionalmente, se presenta un análisis sobre cómo esta iniciativa se articula con otros ejercicios de priorización a nivel nacional.

**PALABRAS CLAVE:** categoría de amenaza, conservación, ecosistemas, especies, planeación espacial

## Abstract

Appropriate management of areas of high importance for biodiversity is one of the most successful strategies for in situ conservation of species of interest. The methodologies and approaches to identify these areas are diverse, depending of the biological level (population, species, ecosystems), and the available information, among others. In the case of plants, strategies formulated for their conservation at the national and international level have recognized as a goal to identify Important Areas for Plants (IPA) and secure their preservation. With the aim of contributing to the achievement of this goal, this document presents a methodological proposal for the identification of IPAs in Colombia, which was developed by reviewing the literature documenting existing experiences globally, and the information available. In addition, we present an analysis of how this initiative can be articulated to other prioritization exercises in the country.

**KEY WORDS:** categories of threat, species, ecosystems, conservation, spatial planning

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>Resumen</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN DE PLANTAS EN COLOMBIA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Enfoques metodológicos .....	8
2.2 Algunas aproximaciones en Colombia.....	12
<b>3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA PLANTAS (AIP)</b> .....	<b>13</b>
3.1 Criterios e indicadores propuestos para Colombia .....	15
<b>4. DISCUSIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE CRITERIOS E INDICADORES</b> .....	<b>16</b>
<b>5. ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>6. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE AIP EN COLOMBIA</b> .....	<b>29</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>32</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Las plantas, los hongos y las algas son fundamentales para el sostenimiento de la vida, y nuestra supervivencia depende de estos organismos. No es posible concebir la vida moderna sin sus servicios ecosistémicos, desde la producción de oxígeno, la absorción de dióxido de carbono, la creación y estabilización de suelos, y la protección de cuencas hidrográficas, hasta el suministro de recursos naturales como alimentos, fibras, combustibles, medicinas y materiales de construcción.

Lamentablemente, cerca de la mitad de las especies de plantas puede encontrarse en peligro de extinción (Pitman & Jorgensen 2002), por causas relacionadas con el incremento de la población humana, el cambio de uso del suelo, la deforestación, la sobre-exploración de los recursos, la presencia de especies exóticas invasoras, la contaminación y el cambio climático (Secretariat CDB 2009). Una forma para salvaguardar estos recursos esenciales para la humanidad es a través de la conservación. Esto suscita a la vez cinco preguntas fundamentales: ¿Por qué conservar? ¿Qué conservar? ¿Dónde conservar? y ¿Cómo conservar?

En años recientes ha habido un avance significativo en la Biología de la Conservación, lo que ha permitido responder de manera satisfactoria a cada vez más cuestionamientos para la implementación de planes de manejo y conservación efectivos. A su vez, ha ocurrido una transición ideológica desde la visión puramente instrumental de la naturaleza (ej. se conserva lo que se puede usar), pasando por una visión de valor intrínseco (ej. se debe conservar por el hecho de ser natural), hasta llegar a una visión de valor relacional (ej. somos parte de la naturaleza, y el bienestar depende de la relación con el entorno (Chan et al. 2016). Las visiones más recientes sobre la conservación invitan incluso a reflexionar sobre la importancia del nivel de organización biológica y la dimensión espacial para determinar la prevalencia de uno u otro argumento de conservación (Pearson 2016). En este contexto, una propuesta de conservación debe en lo posible incluir diferentes niveles de organización (genes, poblaciones, ecosistemas, paisajes), así como diferentes escalas (local, regional, global) (Pearson 2016).

Existen diversos enfoques generales para adelantar actividades de conservación. Uno de los más difundidos es la creación de áreas de conservación in situ, que permiten elevar el reconocimiento en la sociedad de los valores de conservación salvaguardados en el área, y adelantar actividades de evaluación, monitoreo, restauración o recuperación, a la vez que se continúan proporcionando servicios ecosistémicos.

La identificación, selección y creación de áreas prioritarias para la conservación está considerada en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 del Convenio de Diversidad Biológica (CBD), y específicamente en la Meta Aichi 12 referente a conservar al menos el 17% de las zonas terrestres y aguas continentales por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.

En Colombia, la declaración de áreas de conservación in situ se ha identificado como una actividad necesaria para cumplir los objetivos establecidos en el marco del plan de acción para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Adicionalmente, la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (ENCP) considera dentro de su Plan de Acción la Meta 5, referente a que para el año 2035 las áreas más importantes para la diversidad de plantas se identifican y están bajo esquemas de gestión eficaz para la conservación de plantas (Castellanos et al. 2017). La ENCP y sus metas están a su vez alineadas con la Estrategia Global para la Conservación de Plantas (GSPC, siglas en inglés), uno de los temas transversales adoptados por la Conferencias de la Parte del CBD para facilitar su cumplimiento.

Dado lo anterior, surge la iniciativa de adelantar una propuesta de marco conceptual y metodológico para la identificación de Áreas de Importancia para la Conservación de Plantas (AIP o IPA en inglés), que se articule con otros portafolios de prioridades para la conservación, y en este documento se presenta una primera propuesta metodológica de identificación de AIP para Colombia. Para ello, se revisó de manera exhaustiva la literatura existente sobre el tema, y se adelantaron numerosas reuniones con expertos nacionales e internacionales. El documento incluye: marco conceptual y metodológico que, sin ser exhaustivo, presenta los principales conceptos y métodos para identificar AIP usados en la actualidad; una propuesta para la identificación de AIP en Colombia, con descripción de principios, criterios e indicadores; discusión sobre la aplicación de criterios e indicadores; análisis de Integración con otros portafolios; recomendaciones generales; listade insumos para la identificación de AIP; definiciones de términos usados en los criterios e indicadores; y referencias respectivas.

## 2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN DE PLANTAS EN COLOMBIA

Existen varios métodos operativos para la selección, diseño e implementación de áreas y redes de conservación. El más comúnmente aplicado es la **Planificación Sistemática de la Conservación** (PSC, o

SCP en inglés), en donde se aplica una metodología verificable y repetible para la selección de las áreas, basada en los atributos biológicos que se buscan conservar. La PSC se fundamenta en doce conceptos clave: adecuación, complementariedad, exhaustividad, efectividad, eficiencia, flexibilidad, irremplazabilidad, costo de reemplazo, representación, representatividad, amenaza y vulnerabilidad (Kukkala & Moilanen 2013; Margules et al. 2002). El método implica dos etapas generales: evaluación y planeación, e implementación y manejo. La presente propuesta incluye la metodología para la primera etapa, y específicamente la identificación de AIP, pero es necesario desarrollar de manera paralela una metodología para la implementación y manejo de las actividades de conservación en las áreas seleccionadas. Esta etapa es fundamental para que se realice una conservación efectiva (Knight et al. 2008; Knight et al. 2013).

Con miras a implementar un análisis de PSC, también pueden considerarse seis etapas específicas (modificado de Herrera Fernández & Finegan 2008), que permiten guiar el flujo de trabajo: a. compilación de información sobre la biodiversidad, b. definición de metas de conservación, c. revisión de las áreas de conservación existentes, d. identificación de nuevas áreas de conservación con base en el análisis de vacíos, e. implementación y manejo, y f. Mantenimiento de los valores de las áreas de conservación.

Con base en estos conceptos y etapas generales, desde hace cerca de tres lustros se propuso la implementación de **Áreas de Importancia para la Conservación de Plantas** (AIP, o IPAs en inglés) en Europa, para identificar, proteger y manejar sitios de gran importancia botánica debido a la presencia de especies amenazadas, hábitats amenazados, o de alta diversidad de plantas (Anderson 2002).

La identificación de AIP provee un marco de acción para que los gobiernos puedan lograr el cumplimiento de la Meta 5 de la Estrategia Global para la Conservación de Plantas (Secretariat CBD 2002). Si bien la designación de un sitio como ‘AIP’ no tiene repercusiones legales directas, constituye una guía para iniciativas y acciones de conservación, pudiendo eventualmente desembocar en alguna designación oficial dentro del sistema de áreas protegidas.

En términos generales, una AIP es un área natural o semi-natural que exhibe una riqueza botánica excepcional o que sostiene un ensamblaje extraordinario de especies de plantas raras, amenazadas o endémicas, o una vegetación de alto valor botánico (Anderson 2002). Los atributos botánicos de las AIP son análogos a los valores objeto de conservación (VOC) de las estrategias de conservación de áreas protegidas, aunque su designación sigue una metodología más estandarizada. El término “plantas” en las AIP incluye **algas, hongos, líquenes, hepáticas, antoceros, musgos, y plantas vasculares** (incluyendo **licófitos, helechos y afines, y plantas con semilla**).

Las AIP están concebidas como un subconjunto de las Áreas Clave de Biodiversidad (ACB, o KBAs del inglés Kew Biodiversity Areas), las cuales usan especies amenazadas globalmente como sustituto para la biodiversidad (Eken et al. 2004a; Langhammer et al. 2011). A pesar de que el enfoque de ACB ha recibido algunas críticas por ser en extremo metódico y por no incluir aspectos como la conectividad del paisaje,



entre otros (Knight et al. 2007), proporciona un estándar global para la selección de estas áreas (Foster et al. 2012). No se desconoce sin embargo que existe un amplio repertorio de variaciones a estos métodos, justamente para solventar los limitantes criticados en la literatura (Bennun et al. 2007). De cualquier manera, es ampliamente reconocido que las ACB son potencialmente importantes no solo para la conservación de la biodiversidad, sino también para la conservación de las condiciones naturales más prístinas, la preservación de los servicios ecosistémicos, de los procesos ecosistémicos, e incluso del conocimiento tradicional, entre otros aspectos (Mittermeier et al. 2003; Naidoo & Ricketts 2006).

En Europa la selección de AIP tuvo una profunda acogida, y actualmente se han identificado 1,901 AIP en 19 países (Anderson et al. 2016; BGCI et al. 2014), y un 75% de las AIP europeas ya se encuentra dentro de algún tipo de categoría de protección (BGCI et al. 2014). En la actualidad la propuesta de AIP se ha extendido al norte de África, la Península Arábiga, el Medio Oriente, y más recientemente a Suramérica, y Plantlife International mantiene una base de datos de las AIP ([http://www.plantlife.org.uk/international/wild\\_plants/IPA/ipa\\_online\\_database](http://www.plantlife.org.uk/international/wild_plants/IPA/ipa_online_database)).

Recientemente el Real Jardín Botánico de Kew lanzó un programa para la identificación de Áreas Tropicales de Importancia para Plantas (TIPAs, por sus siglas en inglés), el cual en una primera fase incluye áreas para Bolivia, Camerún, Guinea, Nueva Guinea (Indonesia), Mozambique, Uganda y el Reino Unido (Anderson et al. 2016).

## 2.1 Enfoques metodológicos

Existen tres enfoques generales para la selección de criterios de conservación in situ de plantas: orientados a solo especies (y por ende poblaciones), a hábitats o ecosistemas de interés, y a ambos niveles de organización. En cualquier caso, para garantizar los objetivos de conservación se sugiere diseñar los criterios metodológicos de tal forma que cumplan las siguientes características (Gilman et al. 2011):

1. Permitan identificar sitios apropiados para la conservación de la biodiversidad, incluyendo procesos evolutivos, y garantizando el sostenimiento de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas a lo largo de grandes regiones biogeográficas
2. Permitan compensar los vacíos taxonómicos y espaciales presentes en las bases de datos disponibles
3. Permitan lograr un balance entre los criterios convencionalmente aplicados
4. Incorporen los posibles efectos del cambio climático en la biodiversidad
5. Optimicen la gobernabilidad y el sostenimiento de las redes ecológicas de áreas protegidas

En términos de especies de interés, algunos de los criterios más usados para la selección son los siguientes (modificado de Heywood & Dulloo 2005):

- Uso económico actual o potencial (parientes silvestres de especies cultivadas, de uso medicinal/aromático, madera, frutales, ornamentales, agroforestales, forraje, para restauración o rehabilitación, otros)



- Estado actual de conservación
- Estado de protección (legal)
- Endemismo
- De rango restringido
- En declive reciente
- Rareza
- Amenaza de erosión genética
- Singularidad eco-geográfica
- Características biológicas e importancia
- Importancia socio-cultural
- Ocurrencia y frecuencia en áreas protegidas actuales
- Consideraciones éticas
- Singularidad o asilamiento taxonómico o filogenético
- Especie focal o clave en un ecosistema (especie indicadora, sombrilla, bandera o clave)

Los criterios para la selección de áreas generalmente se enfocan en atributos emergentes (ej. diversidad, singularidad, complementariedad, representatividad, amenaza, rareza) a partir del conjunto de elementos contenidos en las áreas (ej. especies o poblaciones), y existen diversos métodos para su aplicación.

Una propuesta para la selección de áreas dirigido a especies y comunidades de plantas es el método panbiogeográfico, que busca identificar áreas biogeográficamente importantes. Este método se basa en la ubicación de nodos a partir de la yuxtaposición de trazos generalizados y trazos individuales (Mondragón & Morrone 2004). En teoría los nodos representan en sí áreas con alta riqueza de especies, que además incluyen elementos taxonómicos de diverso origen, siendo así ricos en relaciones geográficas y filogenéticas. La priorización de nodos puede estar apoyada con análisis de complementariedad (Mondragón & Morrone 2004).

Propuestas de menor complejidad metodológica incluyen la escogencia de unidades discretas (ej. biomas, ecosistemas o hábitats) en virtud de sus atributos de diversidad, singularidad, etc. Se debe considerar que cualquier área debería cumplir con criterios ecológicos mínimos para garantizar la efectividad de la conservación a largo plazo: representatividad, replicabilidad, conectividad ecológica, tamaño y persistencia (Gilman et al. 2011).

Un enfoque que combina tanto especies como áreas es la metodología propuesta por Plantlife International (2004) para la identificación de AIP. Los principios básicos de la metodología se basan en los siguientes tres criterios de primer orden: **Criterio A: especies amenazadas**; **Criterio B: riqueza botánica**; y **Criterio C: hábitats amenazados**. Estos criterios fueron propuestos y debatidos ampliamente en Europa a comienzos de los años 90', y desde entonces la metodología de identificación de AIP se ha venido robusteciendo y

adaptando a cada contexto nacional. En algunos casos se han propuesto criterios de primer orden adicionales, por ejemplo cuando un sitio se considera importante pero no tiene información de soporte suficiente ('datos deficientes') (Brodie et al. 2007).

En cuanto a la implementación de la propuesta de AIP con los criterios anteriormente mencionados, existe también un alto espectro. La propuesta original parte de una clasificación del territorio o **regionalización**, de acuerdo con los hábitats identificados en Europa. Cada uno de estos hábitats es tenido en cuenta tanto en los criterios B y C, como en el diseño final de la propuesta de selección de AIP.

Sin embargo, la regionalización no siempre es necesaria. Algunos autores han observado que su eficacia y representatividad es dependiente de la escala y resolución (Andrew et al. 2011). De la misma manera, la conectividad adquiere mayor importancia a una escala de resolución fina, ya que depende de las distancias de dispersión de los organismos, pequeñas en una escala de paisaje (Arponen et al. 2012). La representación de los diferentes tipos de cobertura también puede aumentar con una resolución más fina.

Estas aproximaciones han inspirado a aplicar la propuesta de AIP sin una regionalización a priori, sino a partir de una **mallado de celdas** (ej. cuadrículada o de hexágonos). Las celdas son entonces sometidas a análisis de priorización, de acuerdo con sus atributos de valor de conservación. En algunos casos, se realiza posteriormente el paso de convertir cuadrículas/hexágonos a polígonos, lo que implica identificar y diseñar las AIP dentro de cada celda priorizada, de acuerdo con los tipos de cobertura o ecosistemas presentes, elementos del paisaje, etc. (Blasi et al. 2011a; Blasi et al. 2011b). La transición de cuadrículas/hexágonos a polígonos es un paso experto, en el que se requiere el análisis de diferentes fuentes de información.

El debate entre si usar una regionalización a priori (ej. análisis por ecosistemas) o no (ej. análisis por mallas de celdas) no se ha resuelto, pues depende de factores como el grupo taxonómico a analizar y la información disponible. Para algas marinas, por ejemplo, se prefiere un enfoque no regionalizado, por la limitación de establecer unidades ecológicas de análisis a priori (Brodie et al. 2007). Lo mismo podría suceder cuando se tienen pocos registros en algunas áreas, o cuando los objetos de conservación son especies raras. En este último caso, se pueden usar la probabilidad de detección y la probabilidad de ocupación de un sitio, y no solamente el registro físico o visual (Durso et al. 2011). Incluso un enfoque sin regionalización se ha propuesto para áreas de gran biodiversidad, cuando no hay inventarios completos (Del Valle et al. 2004). La desventaja, sin embargo, es que pueden quedar ecosistemas y hábitats sin representación en el sistema de AIP. Una segunda desventaja es que todas las celdas tienen el mismo valor al compararse, de manera que siempre celdas con bosque húmedo tropical serían priorizadas frente a celdas con bosque seco tropical. Finalmente, un tercer problema se relaciona con el tamaño y la forma de las celdas como tal.

En cuanto a la priorización también existen dos aproximaciones metodológicas: **sin ponderación** y **con ponderación**. La propuesta original de AIP no considera ponderación alguna, sino que dictamina un número de AIP a escoger por hábitats, o un porcentaje de representatividad de la población. El inconveniente es que

en paisajes altamente diversos, podrían resultar demasiadas AIP preseleccionadas, lo que daría paso necesariamente a un proceso posterior de priorización. La segunda aproximación propone sistemas de ponderación, a partir del peso o valor de cada atributo a tener en cuenta.

Los métodos más sencillos de ponderación consisten en contar con la opinión de expertos en cuanto a la importancia de cada criterio. Existen dos técnicas básicas: el **rateo** (*rating* en inglés) y la **clasificación** (*ranking* en inglés) (Morán Montaña et al. 2006). El rateo consiste en que cada experto asigne una calificación entre 0 y 100 a los indicadores dentro de un criterio, a los criterios dentro de un principio y a los principios mismos, de manera que la suma de todos los parámetros de un mismo nivel debe ser 100. La clasificación puede hacerse de dos formas: ordinal y regular. La **clasificación ordinal** consiste en ordenar todos los elementos en una lista por orden de importancia, donde el más importante tiene la clasificación más alta ( $n$ ), el siguiente tiene un valor de  $n-1$  y así sucesivamente, y en donde no puede haber dos elementos con el mismo valor. La **clasificación regular** otorga una calificación dependiendo de la importancia del parámetro analizado, en una escala escogida a priori, permitiendo que dos elementos tengan la misma calificación. Tanto el rateo como la clasificación implican que una vez los parámetros sean valorados por los expertos, los resultados sean promediados.

Existen también propuestas de ponderación basadas en expresiones matemáticas o **algoritmos** previamente diseñados. Por ejemplo, investigadores en España han propuesto un sistema sin regionalización a priori con ponderación, teniendo en cuenta una combinación del grado de amenaza de las especies, la diversidad y el número de endemismos (Del Valle et al. 2004). La propuesta parte de una cuadrícula con celdas de UTM de 1 km<sup>2</sup> (Del Valle et al. 2004) y de 10 km<sup>2</sup> (Sánchez de Dios et al. 2017), en las que se evalúa la presencia de taxones considerados en el Libro Rojo, en alguna de las categorías UICN, o endémicos. Establecen también un área de influencia (*buffer*) de 1,75 km alrededor de cada punto de presencia, para incluir posibles poblaciones. El sistema de ponderación de cada celda se calcula mediante la expresión:  $Valor = 18A + 9B + 6C + 3D + 2E + 1F$ ; donde  $A$  corresponde al número de especies en peligro crítico y endémicas que aparezcan en el área concreta;  $B$  a especies en peligro crítico no endémicas;  $C$  a especies en peligro endémicas;  $D$  a especies en peligro no endémicas;  $E$  a especies vulnerables endémicas; y  $F$  a especies vulnerables no endémicas (Del Valle et al. 2004). En una publicación reciente se propone un sistema diferente, que separa en la ecuación amenaza de endemismo, e incluye rareza y distancia filogenética, y se pondera cada celda por la riqueza total de la malla, de manera que las celdas sean comparables (Sánchez de Dios et al. 2017). Adicionalmente los autores evalúan el efecto del sesgo de muestreo con una ecuación adicional. Concluyen finalmente que la inclusión de variables adicionales como la distancia filogenética y la rareza permite identificar nuevas AIP, pero que en áreas poco muestreadas sería suficiente usar riqueza como sustituto de importancia para plantas.

Por último, recientemente la identificación de AIP se ha realizado con el apoyo de **programas computacionales** que permiten manejar un amplio conjunto de variables y parámetros. El más usado en la actualidad es *Zonation* (Lehtomäki & Moilanen 2013; Moilanen 2007), el cual permite especificar

porcentajes de vegetación a representar y seleccionar áreas complementarias con la mayor representatividad de especies amenazadas de extinción. En Brasil, por ejemplo, se ha usado de manera exitosa para identificar microcuencas importantes para la conservación de flora amenazada, teniendo en cuenta complementariedad y representatividad, e incorporando cuatro variables de restricción: porcentaje de uso agrícola, presencia de actividades mineras, presencia de áreas urbanizadas, y presencia de áreas de conservación o territorios indígenas (Loyola et al. 2014).

En cuanto a los enfoques temáticos, la propuesta original de identificación de AIP establece como grupo taxonómico objeto de estudio a las **plantas en sentido amplio**. Sin embargo, existen decenas de ejemplos en la literatura de identificación de AIP con base en niveles taxonómicos menores, por ejemplo: líquenes (Atienza et al. 2004; Ravera et al. 2011), algas, incluyendo algas marinas, dulceacuícolas y desmidiales (Brodie et al. 2007), briófitos (Papp 2008; Vellak et al. 2009), y hongos (Perini et al. 2011). Menos frecuentes ha sido la implementación de enfoques **multi-taxonómicos**, es decir que incluyan más de uno de esos grupos a la vez, y en lo posible en combinación con animales (Kremen et al. 2008).

Por último, también se han identificado AIP con base en **servicios ecosistémicos** de las plantas, por ejemplo: plantas útiles de los Himalayas (Hamilton & Radford 2007; Sher et al. 2012), parientes silvestres de plantas cultivadas (Maxted 2003), agregaciones de servicios ecosistémicos en Gran Bretaña (Moilanen et al. 2011), y servicios ecosistémicos en Paraguay, este último teniendo en cuenta balance entre costos económicos y beneficios de la conservación (Naidoo & Ricketts 2006).

## 2.2 Algunas aproximaciones en Colombia

Colombia tiene una larga tradición en la identificación de áreas para la conservación, además de poseer un amplio repertorio de herramientas y productos cartográficos. Cuenta, por ejemplo, con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, escala 1:100.000 (MADS et al. 2015). De acuerdo con el cual, Colombia cuenta con 98 tipos de ecosistemas generales, de los cuales 74 corresponden a ecosistemas naturales y 24 a ecosistemas transformados. Además, tiene cerca de 8.000 ecosistemas específicos, distribuidos así:

- Ecosistemas terrestres:	92.691.148 ha
- Ecosistemas insulares:	8.475 ha
- Ecosistemas marinos identificados:	472.773 ha
- Ecosistemas costeros:	767.499 ha
- Ecosistemas acuáticos:	20.528.919 ha

Sin embargo, el SINAP cuenta aún con importantes vacíos de representatividad de biomas únicos y amenazados (Forero-Medina & Joppa 2010). Recientemente se realizó un importante trabajo para identificar de manera sistemática áreas importantes para la conservación in situ con base en la información biológica

disponible (Corzo 2008). El criterio fundamental fue la representatividad, definida como el porcentaje mínimo necesario de una unidad de análisis, para asegurar la homeostasis de los atributos de la biodiversidad, en términos de composición, estructura y funcionalidad de la biodiversidad. Criterios adicionales fueron la irremplazabilidad, la continuidad, la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Se definieron en la propuesta áreas urgentes, oportunas, e importantes (suficientes e insuficientes, con respecto a la meta de conservación y la representatividad) (Corzo 2008).

En la región de la Orinoquia colombo-venezolana se llevó a cabo un análisis de identificación de áreas importantes para la conservación con base en la ponderación de amenazas y vulnerabilidades (Lasso et al. 2011). Para ello se tuvieron en cuenta las metas de conservación para cumplir con el porcentaje de área representativa que debe ser protegida, teniendo en cuenta los umbrales (superior e inferior) de metas probables. Se incluyeron también las variables de importancia, urgencia y oportunidad, generando así un mapa de áreas prioritarias, con una asignación de prioridad de acuerdo con el análisis de importancia, urgencia y oportunidad para cada una de las 28 áreas nominadas (Lasso et al. 2011)

También se llevó a cabo un proyecto para estimar las áreas con mayor probabilidad de colapso de la biodiversidad, a partir del análisis en unidades de análisis territorial (UAT), como sustitutos de ecosistemas, que incluían una visión acuática (hidrobiológica), una terrestre (biogeográfica) y una bioclimática (biomas) (Corzo et al. 2016).

Por último, recientemente se llevó a cabo un primer ejercicio de priorización de especies como posibles objetos de conservación en la Orinoquia, a partir de las siguientes variables: presencia de especies en los libros rojos de Colombia; presencia en alguna de las categorías de amenaza de la UICN; presencia en las listas citas; especie endémica; y especie con valor de uso (González et al. 2015). Para el cálculo del valor de la especie se utilizó la siguiente expresión:  $Valor\ de\ priorización = [(0,6 \times Libro\ rojo) + (0,2 \times IUCN) + (0,2 \times CITES)] + [(0,7 \times endemismo) + (0,3 \times uso)]$ . Adicionalmente se estimó el riesgo a partir de la ecuación:  $Riesgo = [\sum(V_i \times \sum A_i)] / (a+b)$ , donde  $V_i$ : valor de la característica  $i$ ;  $A_i$ : valor de la amenaza de  $i$ ;  $a$ : número de características identificadas; y  $b$ : número de características sin información. Este ejercicio permitió identificar para la Región Orinoquense 207 especies de importancia para la conservación, de 817 especies evaluadas (González et al. 2015).

### 3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA PLANTAS (AIP)

Se propone para Colombia una metodología basada en la PSC y en la propuesta básica de AIP, con ajustes pertinentes a las características del país en cuanto a biodiversidad, disponibilidad de información y pertinencia de los atributos a conservar. La propuesta considera los doce conceptos clave de la PSC (cita): adecuación, complementariedad, exhaustividad, efectividad, eficiencia, flexibilidad, irremplazabilidad, costo de reemplazo, representación, representatividad, amenaza y vulnerabilidad. Además, buscar ser de



fácil implementación, y alta coherencia frente a las iniciativas globales ya adelantadas. Esto garantizará que las AIP designadas sean incluidas en las bases de AIP de PlantLife y de TIPAS de Kew, y permitirá hacer seguimientos y comparaciones a nivel regional y global.

La metodología se basa en los principios de transparencia, sencillez, inclusividad, y coherencia:

- **Transparencia:** busca que la metodología sea absolutamente clara, de manera que sea replicable y no esté sujeta a subjetividad
- **Sencillez:** de fácil lectura, interpretación e implementación, sin enunciados complejos, ambiguos o redundantes, y sin métodos complejos de cálculo que introduzcan variables metodológicas adicionales
- **Inclusividad:** que incluya todos los atributos biológicos o ecológicos a nivel de especie y área que puedan ser valiosos para la conservación de plantas, y que permitan que las poblaciones permanezcan viables, y que los servicios ecosistémicos se mantengan.
- **Coherencia:** que sea coherente con las metodologías implementadas a nivel global.

Se propone una **metodología regionalizada a priori, orientada tanto a especies como a sitios de interés, y sin ponderación**. Con base en la importante trayectoria nacional en la identificación de ecosistemas, y en la disponibilidad de mapas oficiales de ecosistemas (general y de ecosistemas amenazados) (Etter et al. 2016; MADS et al. 2015), se propone el uso de los polígonos del mapa de ecosistemas como unidades de análisis (UA). El mapa de ecosistemas de MADS et al. (2015) propone para todo el territorio nacional, incluyendo los ambientes marinos, 85 ecosistemas generales y aproximadamente 8.000 ecosistemas específicos, con un poco más de 74.000 polígonos como posibles UA.

Se prefiere una metodología sin ponderación y sin el uso de algoritmos complejos (como los usados en *Zonation*), para evitar sobre-parametrización y sesgos metodológicos debatibles en el ámbito científico. Si bien se invita a adelantar estudios posteriores de verificación y propuestas de nuevas AIP con estas metodologías, las cuales podrían ser incluidas posteriormente para evaluación e inclusión, se reconoce que los resultados de propuestas basadas en algoritmos dependen de los parámetros usados, para los que no existe aún un acuerdo general en la comunidad científica.

Por último, se propone tener en cuenta de manera simultánea todos los grupos taxonómicos incluidos en la definición amplia de ‘plantas’ (**enfoque multi-taxonómico**), en vez de proponer diferentes AIP de acuerdo con el grupo (ej. mejor que AIP para plantas en general, que AIP para musgos, AIP para líquenes, etc.).

La metodología de creación de AIP se basa en cuatro pasos generales: **identificación, confirmación, diseño y validación**. La identificación se realiza con base en la información disponible y los criterios abajo descritos. La confirmación implica muestreos en campo para verificar y enriquecer la información. El diseño consiste en el establecimiento de los límites geográficos de cada AIP, teniendo en cuenta áreas de amortiguación y atributos del paisaje. La validación consiste en la confirmación final de las AIP y su

publicación oficial (nota aclaratoria: el presente documento hace referencia al primer paso, la identificación de las AIP.)

Finalmente, se aclara que la metodología de creación de AIP debe ser un proceso adaptativo, en el que se implementa un plan inicial, se monitorean los resultados, impactos y cambios en el entorno, se evalúan los resultados del monitoreo y se ajusta el plan inicial, en un ciclo que se repite partiendo del nuevo estado del entorno (Morán Montaña et al. 2006).

### 3.1 Criterios e indicadores propuestos para Colombia

La propuesta de criterios e indicadores de AIP para Colombia se basa en la propuesta global de AIP (Plantlife International 2004; Plantlife International 2010; Plantlife 2018), con ajustes que responden a las características de complejidad y diversidad del país, y a las necesidades y requerimientos institucionales. La propuesta mantiene la esencia de los tres criterios fundamentales: especies de importancia (Criterio A), riqueza botánica de áreas (Criterio B) y ecosistemas de importancia (Criterio C). Se proponen sin embargo algunos indicadores para identificar aquellas áreas que puedan no haber sido identificadas a partir de los criterios normalmente usados. Debido a que la información completa para todos los criterios e indicadores aún no está disponible para el país, y que los ecosistemas cambian a lo largo del tiempo por diversos procesos naturales y antrópicos, se entiende que la identificación, selección e implementación de AIP en el país es y será siempre dinámica.

El uso del Criterio A (importancia de especies) con sus diversos indicadores implica para el país la consolidación de listas de especies importantes de acuerdo con diversos rasgos funcionales o de conservación. La selección de AIP de acuerdo con el Criterio B (riqueza botánica de áreas) tiene en cuenta la diversidad relativa a cada tipo de ecosistema, para que no se comparen ambientes intrínsecamente muy diversos (ej. un ecosistema de selva húmeda tropical) con ambientes no tan diversos (ej. los bosques secos tropicales). Finalmente, la información para el Criterio C (importancia ecosistémica) aún está en proceso de ser consolidada para muchas áreas del país, principalmente en torno a la cuantificación de los servicios ecosistémicos, pero ya se cuentan con buenos insumos (Tabla 1).

A continuación, se describen los criterios en detalle, con base en las definiciones proporcionadas de términos clave.

#### **Criterio A – El sitio contiene poblaciones importantes, viables o potencialmente viables, de una o más especies que son de preocupación de conservación global, regional o nacional**

**A1:** El área contiene poblaciones importantes de taxones amenazados globalmente.

**A2:** El área contiene poblaciones importantes de taxones amenazados regionalmente.

**A3:** El área contiene poblaciones importantes de taxones amenazados nacionalmente.



**A4:** El área contiene poblaciones importantes de taxones endémicos (o casi endémicos) de rango altamente restringido (EAR).

**A5:** El área contiene poblaciones importantes de taxones endémicos (o casi endémicos) de rango restringido (ERR), que están potencialmente amenazados.

**A6:** El área contiene poblaciones importantes de taxones de especial interés (axiófitas):

**A6.1:** especies en taxones supraespecíficos que representan linajes evolutivos monotípicos (ej. géneros o familias monotípicas).

**A6.2:** taxones de importancia histórico-cultural a nivel nacional, regional o global (e.j. flor nacional, árbol nacional).

**A6.3:** taxones que representan recursos genéticos extraordinarios.

**A6.4:** especies clave (e.j. *Mauritia flexuosa*)

**Criterio B – El área tiene una riqueza excepcional en un contexto nacional, en relación con su ecosistema.**

**B1:** El área tiene la más alta diversidad estimada de plantas nativas de ese tipo de ecosistema.

**B2:** Aquella/s área/s con diversidad de plantas complementaria a B1, de manera que en conjunto sumen el 10% de la biodiversidad total del ecosistema.

**Criterio C – El área constituye un caso extraordinario de hábitat, tipo de vegetación o ecosistema en un contexto nacional, regional o global.**

**C1:** Aquella/s área/s que represente/n de manera conjunta al menos el 5% de un ecosistema endémico o casi endémico.

**C2:** Aquella/s área/s que represente/n de manera conjunta al menos el 10% de un ecosistema amenazado a nivel nacional.

**C3:** El área tiene muy alta vulnerabilidad frente al cambio climático global.

**C4:** El área provee servicios ecosistémicos de gran importancia para las poblaciones locales.

#### 4. DISCUSIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE CRITERIOS E INDICADORES

A continuación, se discute cada uno de los criterios e indicadores, con los pasos propuestos para su implementación. Se tiene en cuenta que la metodología propuesta tiene una fase de implementación posterior, que puede tardar algunos años, y que pretende ser dinámica, de acuerdo con la nueva información disponible y las condiciones socio-ambientales cambiantes.

Nuevamente se hace referencia a que la metodología es regionalizada a priori, con la propuesta de utilizar el **Mapa Oficial de Ecosistemas de Colombia** para obtener las unidades de análisis (i.e. polígonos) en las cuales se realizan las evaluaciones. Este mapa ha sido objeto de modificaciones en los últimos años, y es posible que sea modificado aún más. En la actualidad cuenta con 85 tipos generales de ecosistemas (y 8.000 ecosistemas específicos), 229.636 polígonos y 36 categorías de cobertura vegetal. De manera alternativa se

podría usar el Mapa de Ecosistemas Continentales de Colombia de Etter (2015), que cuenta con 80 ecosistemas y 74159 polígonos. En cualquier caso, un polígono en estos mapas es un fragmento que contiene la comunidad biótica o biocenosis del ecosistema clasificado, y en este sentido cada polígono será considerado una **Unidad de Análisis** (UA). Por lo tanto, en cada UA se realizarán las cuantificaciones necesarias de las poblaciones importantes (criterio A), de riqueza (criterio B), y de importancia o singularidad ecosistémica (criterio C).

Se sugiere realizar los análisis para la identificación de AIP a nivel nacional, sin embargo, considerando las limitaciones de recursos e información. Es posible también realizar análisis a nivel regional o por bioma. En cuanto a los insumos necesarios para la aplicación de los criterios, se presentan las siguientes consideraciones:

**Criterio A – El sitio contiene poblaciones importantes, viables o potencialmente viables, de una o más especies que son de preocupación de conservación global, regional o nacional**

Este criterio tiene varias implicaciones. La primera es el concepto de “**poblaciones importantes**”. Para efectos de la metodología propuesta, y acorde con los métodos estandarizados para la identificación de AIP a nivel global, se propone considerar una población importante cuando su tamaño es  $\geq 1\%$  de la población a nivel global,  $\geq 5\%$  de la población a nivel regional, o  $\geq 10\%$  de la población a nivel nacional. Solo cuando no sea posible establecer el porcentaje, o cuando la especie tenga muy pocas poblaciones (10 o menos) a nivel nacional, una población importante será cada una de las 5 poblaciones más grandes (excepcionalmente podrían considerarse de 5 a 10 poblaciones importantes por especie).

En particular para Colombia, no existen mediciones de tamaño poblacional para la gran mayoría de las especies, por lo que se propone la cuantificación con base en el porcentaje de colecciones de herbario georreferenciadas disponibles, en cada una de las UA.

En términos generales, para todos los indicadores del Criterio A el método es el siguiente:

- *Método Estándar*: evaluar la representatividad en colecciones biológicas u otras fuentes de información confiables de las especies usadas en el análisis, como indicador de importancia de la población. Se propone el uso de los registros de GBIF/BIEN/SIB y de parcelas permanentes. Como resultado se obtendrá una lista del número total de registros conocidos para cada especie, y a partir de este se calculará el umbral correspondiente para la selección de AIP según el porcentaje definido en las condiciones de los indicadores. Cualquier UA con un número igual o mayor de registros reportados será propuesta como AIP.

Para todos los indicadores del Criterio A, aplicarán las dos siguientes condiciones:

- Condición **cAa**: Solo cuando no sea posible establecer el porcentaje definido en las condiciones de los indicadores, o cuando la especie tenga muy pocos especímenes de herbario (10 o menos) a nivel nacional, una población importante será cada una de las 5 unidades cartográficas de UA con mayor número de especímenes.

- Condición **cAb**: Excepcionalmente, cuando hay solo 1 o 2 especímenes por UA, podrían considerarse de 6 a 10 poblaciones importantes por especie.

**A1:** El área contiene poblaciones importantes de taxones amenazados globalmente.

Condición **cA1**: al menos el 1% de todos los especímenes registrados para la especie amenazada a nivel global se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos colombianos amenazadas globalmente**: se obtiene a partir del cruce de la información de especies de plantas y hongos amenazadas globalmente (listas rojas UICN, <http://www.iucnredlist.org/>) con la lista de especies de plantas y hongos registradas en Colombia. Se excluyen en este catálogo las especies exclusivamente neotropicales o endémicas de Colombia y las especies exóticas.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A2:** El área contiene poblaciones importantes de taxones amenazados regionalmente.

Condición **cA2**: al menos el 5% de todos los especímenes registrados para la especie amenazada a nivel regional se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos colombianos amenazadas regionalmente**: se obtiene a partir de la identificación de las especies de plantas y hongos de las listas rojas de la UICN (<http://www.iucnredlist.org/>) restringidas para el Neotrópico (al sur de la Latitud 22.5°N), y el cruce con las listas de especies de plantas y hongos registradas en Colombia. Se excluyen en este catálogo las especies endémicas de Colombia y las especies exóticas.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A3:** El área contiene poblaciones importantes de taxones amenazados nacionalmente.

Condición **cA3**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie amenazada en el país se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos colombianos amenazadas a nivel nacional:** se obtiene a partir de la identificación de las especies de plantas y hongos nativos de Colombia incluidos en la lista de especies amenazadas en el territorio nacional (Resolución 1912 de 2017) y de la UICN (<http://www.iucnredlist.org/>), que no se encuentran amenazadas en otros países.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A4:** El área contiene poblaciones importantes de taxones endémicos (o casi endémicos) de rango altamente restringido (EAR).

Una especie EAR es aquella cuya extensión de ocurrencia es igual o menor a 100 km<sup>2</sup> (conforme con el rango asignado para especies en categoría CR (IUCN 2012)). Incluye especies casi endémicas, para las que se debe estimar la extensión de ocurrencia total (y no sólo nacional) de su distribución.

Condición **cA4**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie EAR se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos endémicas de Colombia y de rango restringido:** se obtiene a partir de la estimación de la extensión de ocurrencia (en km<sup>2</sup>) con el método de mínimo polígono convexo de los registros georreferenciados de las especies endémicas del país. Harán parte de esta lista únicamente aquellas especies endémicas o casi endémicas cuya extensión de ocurrencia sea igual o menor a 100 km<sup>2</sup>.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A5:** El área contiene poblaciones importantes de taxones endémicos (o casi endémicos) de rango restringido (ERR).

Una especie ERR es aquella cuya extensión de ocurrencia es mayor de 100 km<sup>2</sup> pero igual o menor de 5,000 km<sup>2</sup> (conforme con el rango asignado para especies en categoría EN (IUCN 2012)). Incluye especies casi endémicas, para las que se debe estimar la extensión de ocurrencia total (y no sólo nacional) de su distribución.

Condición **cA5**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie ERR se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos endémicas de Colombia y de rango restringido:** se obtiene a partir de la estimación de la extensión de ocurrencia (en km<sup>2</sup>) con el método de mínimo polígono convexo de los registros georreferenciados de las especies endémicas del país. Harán parte de esta lista únicamente aquellas especies endémicas o casi endémicas cuya extensión de ocurrencia sea mayor de 100 km<sup>2</sup> pero igual o menor de 5,000 km<sup>2</sup>.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A6:** El área contiene poblaciones importantes de taxones de especial interés (axiófitas).

Una **especie axiófita** es aquella considerada importante, bien sea por sus funciones ecológicas o sus servicios ecosistémicos. La identificación de estas especies debe estar soportada por evidencia científica sólida.

**A6.1:** especies en taxones supraespecíficos que representan linajes evolutivos monotípicos (ej. géneros o familias monotípicas).

Son especies pertenecientes a un género con una sola especie globalmente, o una familia con una sola especie globalmente. Por ejemplo, *Paramiflos glandulosus* Cuatrec., especie endémica de Colombia, pertenece al género monotípico *Paramiflos*.

Condición **cA6.1.1**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie en linaje monotípico se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos en linajes monotípicos:** se obtiene a partir de la verificación en fuentes en línea (World Flora Online, <http://www.worldfloraonline.org/> y World Checklist of Vascular Plants, <https://wcvp.science.kew.org/>) del número de especies de cada uno de los géneros monoespecíficos del Catálogo de Plantas y Líquenes para Colombia. Una vez identificados los géneros monoespecíficos, la operación se repite para verificar el número de géneros por familia.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A6.2:** taxones de importancia histórico-cultural a nivel nacional, regional o global (ej. flor nacional, árbol nacional).

Son especies reconocidas en instrumentos legales (decretos, resoluciones, etc.) como de importancia histórico-cultural. Por ejemplo, la palma de cera *Ceroxylon quindiuense* (Karst.) H.Wendl. reconocida como el árbol nacional.

Condición **cA6.2.1**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie de importancia histórico-cultural a nivel nacional, regional o global se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de Plantas y Hongos de Importancia histórico-cultural**: se obtiene a partir de la revisión de instrumentos legales de diferente orden administrativo y ejercicios de priorización de especies a nivel regional y nacional.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A6.3**: taxones que representan recursos genéticos extraordinarios.

Son especies priorizadas en portafolios de conservación y estrategias de manejo por su aporte a uno o más servicios ecosistémicos de interés. Se incluyen aquí plantas medicinales, alimenticias, maderables, fibras, artesanales, plantas para tinciones, insecticidas, ornamentales, de culto religioso, entre otras. Se recomienda el uso de los estándares para propuestos para usos de plantas (Cook 1995) y modificados por Kew (<http://www.kew.org/tdwguses/index.htm>). La propuesta de especies priorizadas como recurso genético extraordinario debe estar ampliamente justificada en información con bases científicas sólidas.

Condición **cA6.3.1**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie priorizada como recurso genético extraordinario se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de Plantas y Hongos priorizada como Recurso Genético extraordinario**: se obtiene a partir de la revisión de la literatura científica.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**A6.4**: especies clave.

Son especies identificadas como pilares para el sostenimiento del ecosistema en el que se encuentra. Pueden incluso ser especies sombrilla o bandera. Un ejemplo son varias de las especies de frailejones, de cuyas poblaciones depende la integridad de la biocenosis del páramo colombiano. La propuesta de especies clave debe estar ampliamente justificada en información con bases científicas sólidas.

Condición **cA6.4.1**: al menos el 10% de todos los especímenes registrados para la especie clave a nivel nacional, regional o global se encuentran dentro de una UA.

*Insumos necesarios:*

- **iA6.4 Lista de Especies Clave de Plantas y Hongos**: se obtiene a partir de la revisión de instrumentos legales de diferente orden administrativo.

Aplican condiciones **cAa** y **cAb**.

**Criterio B – El área tiene una riqueza excepcional en un contexto nacional, en relación con su ecosistema.**

Este criterio tiene como objetivo guiar la selección de AIP para conservar las áreas con mayor riqueza relativa de especies de plantas y hongos, de acuerdo con cada tipo de ecosistema (por ejemplo, UA con mayor riqueza del Bosque Seco Tropical del Caribe). Como meta la implementación del criterio permite seleccionar AIP que contienen al menos el 10% de la riqueza total estimada de especies de cada ecosistema.

Se resalta que el criterio se refiere a la riqueza estimada, y no a la riqueza absoluta, por cuanto en muy pocos casos esta última es conocida. Existen diversos métodos para estimar la riqueza avalados en la literatura científica (ej. Chao-1 (S1), Chao-1 Corregido, Chao-2 (S2), Chao and Lee ACE (S4), Jackknife-1 (J1), Jackknife-2 (J2), Michaelis-Menten). Se propone el uso de varios métodos, con las discusiones académicas apropiadas previas a la selección de AIP con este criterio. Las estimaciones de riqueza se calculan con base en los registros georreferenciados disponibles en GBIF/BIEN/SI, herbarios en línea y bases de datos de parcelas permanentes en cada una de las UA.

El Criterio B tiene un método directo de selección de AIP a partir de los insumos especificados.

**B1**: El área tiene la más alta riqueza estimada de plantas y hongos nativos en ese tipo de ecosistema.

*Insumos necesarios:*

- **Lista de especies de plantas y hongos por ecosistema, en el área de análisis**: se obtiene a partir de: 1) consolidación de listas y registros de ocurrencias de especies plantas y hongos en cada una de las UA de los ecosistemas, para obtener el compendio total de especies por tipo de ecosistema; 2) el muestreo y verificación en campo; y 3) el análisis de la literatura existente.
- **Mapa de riqueza de especies de plantas y hongos por ecosistema, en el área de análisis**: se obtiene a partir de la intersección de los registros de ocurrencias de especies plantas y hongos en cada una de las UA de los ecosistemas, para obtener el compendio total de especies por tipo de ecosistema



**B2:** Aquella/s área/s con riqueza estimada de plantas complementaria a B1, de manera que en conjunto sumen el 10% de la biodiversidad total del ecosistema.

Condición **cB2:** cuando la AIP seleccionada por el criterio **B1** contenga el 10% o más de la riqueza total estimada para el tipo de ecosistema, no será necesaria la aplicación del criterio **B2**.

**Criterio C – El área constituye un caso extraordinario de hábitat, tipo de vegetación o ecosistema en un contexto nacional, regional o global.**

El Criterio C resalta ciertos atributos emergentes a nivel ecosistémico, más allá de la riqueza intrínseca: el endemismo ecosistémico, el grado de amenaza, la vulnerabilidad frente al cambio climático, y la importancia en la prestación de servicios ecosistémicos a poblaciones locales.

A diferencia de los anteriores criterios, no se requiere como insumo directo la información de presencia/abundancia de especies de plantas y hongos, aunque los atributos claramente están relacionados. La implementación del Criterio C permite reconocer AIP en aquellos casos en donde no se tenga evidencia de un valor de riqueza excepcional (Criterio B), ni tampoco de presencia/abundancia de importantes poblaciones de plantas y hongos (Criterio A).

El Criterio C tiene un método directo de selección de AIP a partir de los insumos especificados.

**C1:** Aquella/s área/s que represente/n de manera conjunta al menos el 5% de un ecosistema endémico o casi endémico.

*Insumos necesarios:*

- **Mapa de ecosistemas endémicos:** se obtiene a partir del mapa oficial de ecosistemas de Colombia, y de la revisión de la literatura. Incluye los ecosistemas casi endémicos, es decir aquellos que por su ubicación en zonas limítrofes con países vecinos no son endémicos absolutos, más se encuentran restringidos a esas zonas.

*Método:*

- A partir de la tabla de atributos del MEE, se cuantifica el área de cada ecosistema endémico (o casi endémico) y se estima el porcentaje del área de cada UA con respecto a cada ecosistema. Se organizan las UA en orden de mayor a menor porcentaje de área, y se selecciona/n la/s UA/s que representen de manera conjunta al menos el 5% del ecosistema endémico.

**C2:** Aquella/s área/s que represente/n de manera conjunta al menos el 10% de un ecosistema amenazado a nivel nacional.

*Insumos necesarios:*

- **Lista roja de ecosistemas de Colombia:** el país ya cuenta con un primer mapa de ecosistemas amenazados (Etter et al. 2017), que puede servir de insumo, siempre que pueda ser trabajado en la misma resolución que el Mapa Nacional de Ecosistemas de Colombia. En este mapa se incluyen 81 ecosistemas en alguna categoría de amenaza: CR: 18 (885.562 ha), EN: 17 (4.463.397 ha), VU: 15 (13.914.271 ha) y LC: 31 (56.537.568 ha).

*Método:*

- Se cuantifica el área de cada ecosistema amenazado y se estima el porcentaje del área de cada UA con respecto a cada ecosistema. Se organizan las UA en orden de mayor a menor porcentaje de área, y se selecciona/n la/s UA/s que representen de manera conjunta al menos el 10% del ecosistema amenazado.

**C3:** Aquella/s área/s que represente/n de manera conjunta al menos el 10% de un ecosistema con alta vulnerabilidad frente al cambio climático global.

*Insumos necesarios:*

- **Mapa de UA con muy alta vulnerabilidad al cambio climático global.** Se obtiene al intersectar el mapa de ecosistemas de Colombia con el Mapa de Vulnerabilidad Ambiental del Territorio (periodo 2071-2100), desarrollado por el IDEAM (2010).

*Método:*

- Se cuantifica el área de cada ecosistema con muy alta vulnerabilidad y se estima el porcentaje del área de cada UA con respecto a cada ecosistema. Se organizan las UA en orden de mayor a menor porcentaje de área, y se selecciona/n la/s UA/s que represente/n al menos el 10% del ecosistema con muy alta vulnerabilidad.

**C4:** El área provee servicios ecosistémicos de gran importancia para las poblaciones locales.

*Insumos necesarios:*

- **Inventario de Áreas Estratégicas para la Provisión de Servicios Ecosistémicos, en el área de análisis.** Este inventario se debe realizar con base en el análisis de los planes municipales de manejo y gestión ambiental, en la opinión experta y en los documentos liderados por los institutos de investigación y la academia.

## 5. ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN

La metodología propuesta para la identificación de AIP para Colombia busca ser compatible con cualquier otra iniciativa de conservación y con portafolios de desarrollo para otros sectores, por las siguientes características:

1. Se basa en insumos desarrollados con alto rigor científico, la mayoría avalados por entidades oficiales o provenientes de otros portafolios o iniciativas de conservación.
2. Permite la verificación de la identificación de las AIP
3. Incluye la actualización de las AIP conforme los insumos requeridos tengan modificaciones.
4. La identificación de AIP no es obligante, sino más bien una guía para el desarrollo de planes de manejo, gestión y conservación del territorio. En este sentido, es compatible con cualquier tipo de tenencia del suelo y uso.

En las siguientes secciones se discute con mayor profundidad la integración de la propuesta metodológica con otras iniciativas y portafolios de conservación, tanto a nivel internacional como nacional.

### Contexto internacional

La propuesta de identificación de AIP es compatible a nivel global con el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), el cual proporciona un marco de acción para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial. Específicamente el *Artículo 8. Conservación in-situ* hace un llamado al establecimiento de un sistema de áreas protegidas, o áreas en donde se tomen medidas especiales para la conservación in situ de la biodiversidad. También contribuye con los siguientes artículos del CDB: *Artículo 6. Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible* (ej. conservación de la diversidad biológica en las tierras de producción); *Artículo 7. Identificación y seguimiento*; *Artículo 12. Investigación y capacitación* (ej. utilización sostenible de los productos a base de plantas; y *Artículo 13. Educación y sensibilización pública*.

La **Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC**, por sus siglas en inglés), producto del Secretariado del CDB (2002), busca a través del trabajo conjunto comprender, conservar y utilizar de manera sostenible la inmensa riqueza de la diversidad mundial de especies vegetales, y al mismo tiempo promover la concienciación y crear la capacidad necesaria para aplicarla. La identificación de AIP es completamente coherente con la GSPC, y responde directamente al Objetivo II: “Conservar urgente y eficazmente la diversidad de las especies vegetales”. Más específicamente, responde a la Meta 5 que estipula que para los años 2011–2020: “Se protege por lo menos el 75 por ciento de las áreas más importantes para la diversidad de las especies vegetales de cada región ecológica mediante una gestión eficaz para conservar las especies vegetales y su diversidad genética.” En efecto, la implementación de AIP en el mundo es reconocida con una de las mejores estrategias para el cumplimiento de esta meta (Secretariat CDB 2009). Las AIP contribuyen también con la Meta 6: “Se gestiona de manera sostenible por lo menos el 75 por ciento de los

terrenos de producción de cada sector, en consonancia con la conservación de la diversidad de las especies vegetales.”

Las AIP también son compatibles con los sitios **RAMSAR** ([www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)). De hecho, la metodología de identificación es similar aunque enfocada en otros atributos, y es frecuente que las AIP contengan sitios RAMSAR o estén contiguos a estos (Anderson et al. 2005).

Una propuesta globalmente aceptada es la de las Áreas Clave de Biodiversidad (Key Biodiversity Areas, o **KBAs** por sus siglas en inglés). Las KBAs son sitios que contribuyen significativamente con la persistencia global de la biodiversidad (Eken et al. 2004a). Representan los sitios más importantes para la conservación de la biodiversidad en el mundo, y son identificados nacionalmente usando criterios y rangos estandarizados globalmente, basados en vulnerabilidad e irremplazabilidad de zonas altamente biodiversas, con presencia de especies globalmente amenazadas, de rango restringido, que forman congregaciones en un área al menos durante algún estadio del ciclo de vida, y ensamblajes de especies restringidos a un bioma (Eken et al. 2004a).

Por su concepción como un subconjunto de KBAs, las AIP son complementarias con áreas enfocadas en la conservación de otros grupos taxonómicos, como aves (Important Bird Areas, **IBAs** (inglés) o **AICAS** (español)), mariposas (Prime Butterfly Areas, **PBAs**), anisópteros (Important Dragonfly Areas, **IDAs**), y fauna herpetológica (Important Herpetological Areas, **IHAs**). Las propuestas más efectivas de conservación requieren enfoques multi-taxonómicos, en los que se consideran de manera simultánea muchos grupos de organismos (Fattorini et al. 2011). Así, en lo posible se deben adelantar estudios de yuxtaposición entre AIP y otras KBAs, o de primera mano seleccionar áreas con base en atributos de diferentes grupos. En efecto, las AIP pueden también ser utilizadas para identificar KBAs (Melovski et al. 2012).

En Colombia se han identificado 121 KBAs y 11 corredores, más que en ningún otro país andino (NatureServe & EcoDecisión 2015). Es ideal que en la medida en que se adelante la identificación de AIP, se comparen los resultados con las KBAs identificadas.

Un caso especial de KBA corresponde a las Áreas de Extinción Cero (AZE por sus siglas en inglés), las cuales corresponden a sitios donde se encuentra más del 95% de la población de una especie EN o CR (Buscar referencia). La identificación y conservación de estos sitios son los objetivos de la Alianza Cero Extinción (Alliance for Zero Extinction - AZE; [www.zeroextinction.org](http://www.zeroextinction.org)), que agrupa 88 organizaciones no-gubernamentales enfocadas en la conservación de la biodiversidad.

De manera similar sucede con la propuesta de la Red de Recursos de Alto Valor de Conservación (High Conservation Value Resource Network, HCVRN) y la definición de sitios de Alto Valor de Conservación (AVC, o HCV en inglés). La iniciativa, inicialmente desarrollada por el Forest Stewardship Council (FSC), pretende liderar y guiar la interpretación e identificación de AVCs a nivel global, en cualquier tipo de

ecosistema y a través de cualquier sector de recursos naturales (Brown et al. 2014). La propuesta considera seis tipos de AVCs (Jennings et al. 2003): 1) diversidad de especies, 2) ecosistemas y mosaicos a escala de paisaje, 3) ecosistemas y hábitat, 4) servicios ecosistémicos, 5) necesidades de las comunidades, y 6) valores culturales.

A pesar de que países vecinos como Bolivia y Ecuador cuentan con interpretaciones nacionales de AVCs, Colombia ha asumido parcialmente la labor, liderada principalmente por la WWF, para la identificación de AVCs en el Chocó y en la Orinoquía (Rietbergen-McCracken 2007). La utilidad radica en la complementariedad de las propuestas, de manera que algunas AIP podrían proponerse con base en la identificación de AVCs y viceversa (Brown et al. 2014).

### Contexto nacional

En el contexto nacional, la propuesta de identificación de AIP es compatible con los programas, planes y normativas vigentes. Las AIP no pretenden reemplazar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (**SINAP**), ni ningún otro sistema actualmente utilizado en Colombia, sino apoyar la implementación de estos programas. En el país existen seis Sistemas Regionales de Áreas Protegidas (**SIRAP**): Caribe, Pacífico, Andes Nororientales, Andes Occidentales, Orinoquía y Amazonía. Además, se cuenta con cuatro Sistemas Temáticos de Áreas Protegidas (**SIDAP**): Antioquia, Eje Cafetero, Macizo y Áreas Marinas. Para cada caso, se están elaborando (o ya existen) planes o portafolios de prioridades de conservación. La implementación de AIP pretende ser un apoyo para el desarrollo de estos documentos, y para las estrategias nacionales y locales de conservación, tanto públicas como privadas.

Según el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (**RUNAP**), el SINAP está compuesto por 807 áreas a la fecha (Tabla 1), de las que un 40–60% presentan buen estado de conservación.

Lamentablemente, los biomas más amenazados en el país no se encuentran representados de manera proporcional en el SINAP (Forero-Medina & Joppa 2010). Por ejemplo, solo queda el 8% de la cobertura original de bosque seco tropical, y solo el 6.4% se encuentra protegido (García et al. 2014). Este ecosistema cuenta con 2500–2600 especies de plantas, de las que 83 son endémicas para Colombia (Pizano et al. 2014).

Además del SINAP, se han identificado 124 AICAS (o IBAs), seis sitios RAMSAR, cinco Reservas de la Biósfera y seis Sitios Unesco. También hay 696 Resguardos Indígenas, 181 Consejos Comunitarios de Comunidades Negras y seis Zonas de Reserva Campesina, y existe una Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y de sus Servicios ecosistémicos (**PGIBSe**). Lastimosamente, Colombia es también escenario de 115 conflictos ambientales según el Atlas Mundial de Justicia Ambiental (Temper et al. 2015).

**Tabla 1.** Áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) (RUNAP 2018)

Áreas protegidas	Número
Distritos Nacionales de Manejo Integrado	1
Distritos Regionales de Manejo Integrado	80
Distritos de Conservación de Suelos	11
Parque Nacional Natural	43
Parques Naturales Regionales	49
Reserva Natural	2
Reserva Natural de la Sociedad Civil	446
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	56
Reservas Forestales Protectoras Regionales	95
Santuario de Fauna	1
Santuario de Fauna y Flora	10
Santuario de Flora	1
Vía Parque	1
Área Natural Única	1
Áreas de Recreación	10
<b>TOTAL</b>	<b>807</b>

El país ha adelantado ya 33 portafolios para la identificación de sitios críticos para la conservación de la biodiversidad, tanto por las especies y ecosistemas que alberga, como por los bienes y servicios que estos sitios proveen (Portocarrero-Aya et al. 2014). Uno de éstos es el **Portafolio de Áreas Prioritarias para la Conservación del Caribe colombiano** (Calero Hernández et al. 2010). En este portafolio se identificaron 77 especies de plantas como las más representativas de la región, 38 de las cuales “prácticamente” endémicas. Como resultado se identifican 185 áreas prioritarias para la conservación, de las cuales 101 son continentales (terrestres), 30 son marinas y 54 son áreas mixtas.

En la medida en que la propuesta de identificación de AIP usa como insumo las especies priorizadas en los portafolios, garantiza su compatibilidad, permitiendo además obtener una propuesta alternativa de áreas de conservación que permita el análisis y la reevaluación de los portafolios.

El país también avanza rápidamente en la iniciativa de Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (**REAA**; <http://www.ideam.gov.co/web/siac/reaa>), como una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP).



Son objeto de registro del REAA los ecosistemas y áreas ambientales que cumplen las siguientes condiciones:

a) Ecosistemas y áreas ambientales a escala nacional priorizados con base en el análisis técnico efectuado por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en la información del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), a excepción de las áreas protegidas registradas en el Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP);

b) Ecosistemas y áreas ambientales a escalas regionales y locales priorizados por las autoridades ambientales regionales, acorde con la aplicación de los criterios que para tal efecto determine el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Por último, Colombia adelanta el Programa de Investigación y Monitoreo de Ecosistemas de Colombia (PIMEC), a través del cual, por ejemplo, se han desarrollado productos como el Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia. La propuesta de identificación de AIP, en cuanto usa como insumo fundamental este mapa para la discriminación de las Unidades de Análisis, es completamente compatible con el PIMEC, y con los demás programas de zonificación y planificación ambiental del territorio.

## 6. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE AIP EN COLOMBIA

- La metodología propuesta presupone la disponibilidad de conjuntos de datos que en algunos casos no se han generado aún. Por otra parte, se reconoce que los ecosistemas son dinámicos en el tiempo, con procesos cambiantes de coberturas y amenazas emergentes. Por lo tanto, es importante considerar que la implementación de AIP es un proceso paulatino, dinámico y constante, que requiere de la revisión periódica y re-evaluación.
- La implementación de la metodología de AIP requiere el desarrollo de una serie de insumos, los cuales se recomienda que se pongan a disposición de diferentes actores para que puedan ser incorporados en la formulación de planes de manejo y la gestión ambiental en diversas escalas del territorio nacional.
- Los insumos para la selección de AIP deben ser construidos a partir de información científica verificable, revisada por pares académicos y publicada en medios accesibles a los científicos colombianos (preferiblemente en idiomas español o inglés).
- El desarrollo de los insumos permitirá precisar dónde existen vacíos de información.



- Se deben adelantar estudios de base para completar vacíos de conocimiento en grupos como hongos y algas para muchos ecosistemas.
- Se debe continuar con las evaluaciones del riesgo de extinción de las especies de plantas y hongos registrados en el país, ya que a la fecha solo cerca del 10% han sido evaluadas.
- Se deben promover estudios que cuantifiquen la extensión y el estado de conservación de poblaciones o ecosistemas.
- Se reconoce que existen limitaciones en la calidad de la información en bases de datos como GBIF: vacíos taxonómicos, espaciales, temporales, estacionales (Gilman et al. 2011). Sin embargo, también es importante aceptar la utilidad de la información allí depositada.
- Las AIP pueden ser identificadas en predios con cualquier tipo de tenencia y destinación de tipo de uso (predios públicos, privados, mixtos, etc.).
- Las AIP pueden estar situadas de manera contigua, y también pueden fusionarse para formar AIP más grandes.
- Se debe tener en cuenta la historia natural de los disturbios (fuegos, inundaciones, derrumbes, etc.) a la hora de seleccionar las AIP.
- Las AIP deben garantizar una integridad ecológica y geográfica razonable, para que sean viables como unidades de conservación y manejo. Por lo tanto, en lo posible se deben tener en cuenta criterios como amenazas, fragmentación, efecto de borde, etc.
- En la planeación, selección, establecimiento y manejo de AIP se debe prestar especial atención en la conectividad, para garantizar la sostenibilidad de redes ecológicas, por ejemplo, a través de corredores biológicos (Eken et al. 2004b).
- El diseño final de las AIP debería incluir áreas contiguas que incluyan otros elementos ecosistémicos, que podrían funcionar como áreas de amortiguación o conexión ecológica, buscando una mayor integridad y conectividad en el paisaje.
- Es importante que el diseño de las AIP incluya escenarios de posibles migraciones y cambios de nicho de especies frente al cambio climático (Hannah et al. 2007).

- El diseño final de las AIP puede incluir los siguientes enfoques en la planificación: 1) utilizar la predicción de la distribución espacial futura de especies; 2) identificar posibles refugios de especies que sirvan de protección frente al cambio climático; 3) incrementar la conectividad; y 4) incrementar el grado de heterogeneidad ambiental a ser incluido dentro de las áreas de importancia designadas (Jones et al. 2016).
- Las AIP deben ser reconocidas en políticas y acciones de conservación a nivel nacional y local, y de ser posible a nivel regional (Suramérica) y global.
- Se recomienda la creación de un **Registro Nacional de AIP (RNAIP)**, que permita la identificación y monitoreo del estado de conservación, y la integración con otras bases de datos regionales e internacionales (Paton 2009). El registro debe permitir la creación de fichas técnicas para cada AIP, y en lo posible debe ser compatible con las bases de datos de AIP de Europa, administrada por PlantLife, y de TIPAs, administrada por Kew Gardens. Estas bases son compatibles a su vez con la base de datos de Áreas Importantes de Aves (IBAs) de BirdLife International.
- Es posible que se lleven a cabo prácticas de aprovechamiento sostenible de los recursos dentro de las AIP, siempre y cuando no se pongan en riesgo los valores objetos de conservación (VOC). Esto implica que no se deben excluir de la posible selección de AIP áreas con prácticas intensivas de manejo.
- Cuando sea posible, las AIP deben incluir información sobre las mejores prácticas de manejo para la preservación de especies y ecosistemas contenidos en éstas.
- Se deben diseñar estrategias de monitoreo efectivo de las AIP, con especial énfasis en aquellas que se encuentran más amenazadas, por ejemplo en ecosistemas más amenazados por el impacto del cambio climático, y teniendo en cuenta el impacto de los potenciales disturbios (Barrett & Gray 2011; Beever & Woodward 2011).
- Se recomienda hacer un análisis de yuxtaposición de las AIP seleccionadas con el mapa de huella espacial para Colombia (Etter et al. 2011), para perfilar prioridades de conservación en AIP.
- Se recomienda adelantar estudios sobre los posibles efectos de la rápida expansión humana en las AIP, para identificar así “puntos calientes de alta vulnerabilidad”, y que permitan cuando sea necesario y pertinente, incrementar las acciones de conservación y mitigación de riesgos (Abbitt et al. 2000).
- La persistencia y conservación de las AIP dependen de la interacción con los pobladores locales. Por lo tanto, su implementación debe incluir estos actores, como componente fundamental de la conservación.

- Las actividades de turismo y recreación en las AIP deben siempre llevarse a cabo dentro de esquemas de manejo sostenible.
- La financiación de las organizaciones a cargo del manejo de las AIP es vital para su conservación a largo plazo. La experiencia del programa de AICAs sugiere que el enfoque debe ser “de abajo hacia arriba”, procurando primero financiar las pequeñas organizaciones locales que trabajan en las áreas (Bennun et al. 2007; Langhammer et al. 2011).

## Referencias

- Abbitt RJ, Scott JM, and Wilcove DS. 2000. The geography of vulnerability: incorporating species geography and human development patterns into conservation planning. *Biological Conservation* 96:169-175.
- Anderson S. 2002. *Identifying important plant areas*: Plantlife International London.
- Anderson S, Darbyshire I, and Halski B. 2016. Important Plant Areas. In: Kew R, ed. *State of the World's Plants Report – 2016*: Royal Botanic Gardens, Kew, 24-27.
- Anderson S, Kušik T, and Radford E. 2005. *Important Plant Areas in Central and Eastern Europe*. Salisbury, U.K.: Plantlife International.
- Andrew ME, Wulder MA, and Coops NC. 2011. How do butterflies define ecosystems? A comparison of ecological regionalization schemes. *Biological Conservation* 144:1409–1418. 10.1016/j.biocon.2011.01.010
- Arponen A, Lehtomaki J, Leppanen J, Tomppo E, and Moilanen A. 2012. Effects of connectivity and spatial resolution of analyses on conservation prioritization across large extents. *Conservation Biology* 26:294–304. 10.1111/j.1523-1739.2011.01814.x
- Atienza V, Segarra-Moragues J, and Fos S. 2004. Lichen data as a contribution to the identification of important plant areas (IPAs) in the Valencian community. Proceedings 4th European Conference on the Conservation of Wild Plants ‘A workshop on the implementation of the Global Strategy for Plant Conservation in Europe. p 17–20.
- Barrett TM, and Gray AN. 2011. Potential of a national monitoring program for forests to assess change in high-latitude ecosystems. *Biological Conservation* 144:1285-1294. 10.1016/j.biocon.2010.10.015
- Beever EA, and Woodward A. 2011. Design of ecoregional monitoring in conservation areas of high-latitude ecosystems under contemporary climate change. *Biological Conservation* 144:1258-1269. 10.1016/j.biocon.2010.06.022

- Bennun L, Bakarr M, Eken G, and Da Fonseca GAB. 2007. Clarifying the Key Biodiversity Areas Approach. *BioScience* 57:645. 10.1641/b570816
- BGCI, GPPC, and CBD. 2014. Technical background document in support of the mid-term review of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). Technical background document for the mid-term review of the GSPC: Botanic Gardens Conservation International (BGCI) in association with the Global Partnership for Plant Conservation (GPPC) and the Secretariat of the Convention on Biological Diversity. p 100.
- Blasi C, Marignani M, Copiz R, Fipaldini M, Bonacquisti S, Del Vico E, Rosati L, and Zavattero L. 2011a. Important Plant Areas in Italy: From data to mapping. *Biological Conservation* 144:220–226. 10.1016/j.biocon.2010.08.019
- Blasi C, Marignani M, Fipaldini M, and Copiz R. 2011b. Between global priorities and local urgencies: The important plant areas programme in Italy. *Fitosociologia* 48:137-143.
- Brodie J, John D, Tittley I, Holmes M, and Williamson D. 2007. *Important Plant Areas for algae: a provisional review of sites and areas of importance for algae in the United Kingdom*. Salisbury, UK: Plantlife International.
- Brown E, Dudley N, Lindhe A, Muhtaman D, Stewart C, and Synnott T. 2014. Common guidance for the identification of high conservation values. HCV Resource Network. Sweden: WWF Sweden, WWF International, Tetra Pak and Proforest. p 79.
- Calero Hernández LA, Castro Moreno AP, and Arango Vélez N. 2010. *Portafolio de áreas prioritarias para la conservación del Caribe Colombiano*. Bogotá, Colombia: SIRAP Caribe - The Nature Conservancy.
- Castellanos-Castro C, Sofrony D, & Higuera D. (Eds.). 2016. Plan de Acción de la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá, D.C., Colombia. P 84.
- Chan KM, Balvanera P, Benessaiah K, Chapman M, Diaz S, Gomez-Baggethun E, Gould R, Hannahs N, Jax K, Klain S, Luck GW, Martin-Lopez B, Muraca B, Norton B, Ott K, Pascual U, Satterfield T, Tadaki M, Taggart J, and Turner N. 2016. Opinion: Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proc Natl Acad Sci U S A* 113:1462-1465. 10.1073/pnas.1525002113
- Cook F. 1995. Economic botany data collection standards, prepared for the international working group on taxonomic database for plant science (TDWG). *Royal Botanic Gardens Kew*.
- Corzo G. 2008. Áreas prioritarias para la conservación "in situ" de la biodiversidad continental en Colombia. Mesa Nacional de Prioridades de Conservación. Bogotá, Colombia: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. p 40.

- Corzo G, Chaves ME, García H, and Portocarrero-Aya M. 2016. Conservación y Desarrollo: Oportunidades para la Gestión Integral del Territorio. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Bogota DC, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. p 141.
- Del Valle E, Maldonado J, Sainz H, and Sánchez de Dios R. 2004. Áreas importantes para la flora amenazada española. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España Dirección General de Conservación de la Naturaleza Madrid, España*:1069.
- Durso AM, Willson JD, and Winne CT. 2011. Needles in haystacks: Estimating detection probability and occupancy of rare and cryptic snakes. *Biological Conservation* 144:1508–1515. 10.1016/j.biocon.2011.01.020
- Eken G, Bennun L, Brooks TM, Darwall W, Fishpool LD, Foster M, Knox D, Langhammer P, Matiku P, and Radford E. 2004a. Key biodiversity areas as site conservation targets. *BioScience* 54:1110–1118.
- Eken Gv, Bennun L, and Boyd C. 2004b. Protected areas design and systems planning: key requirements for successful planning, site selection and establishment of protected areas. In: Diversity SotCoB, ed. *Biodiversity Issues for Consideration in the Planning, Establishment and Management of Protected Area Sites and Networks*, 37–44.
- Etter A, McAlpine CA, Seabrook L, and Wilson KA. 2011. Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation* 144:1585–1594. 10.1016/j.biocon.2011.02.004
- Etter As, Andrade An, Amaya P, and Arévalo PA. 2016. Lista Roja de Ecosistemas Terrestres de Colombia. In: Gómez MF, Moreno LA, Andrade GI, and Rueda C, eds. *Biodiversidad 2015 Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt, Ficha 206.
- Fattorini S, Dennis RLH, and Cook LM. 2011. Conserving organisms over large regions requires multi-taxa indicators: One taxon's diversity-vacant area is another taxon's diversity zone. *Biological Conservation* 144:1690–1701. 10.1016/j.biocon.2011.03.002
- Forero-Medina G, and Joppa L. 2010. Representation of global and national conservation priorities by Colombia's Protected Area Network. *PLoS one* 5:e13210. 10.1371/journal.pone.0013210
- Foster MN, Brooks TM, Cuttelod A, De Silva N, Fishpool LD, Radford EA, and Woodley S. 2012. The identification of sites of biodiversity conservation significance: progress with the application of a global standard. *Journal of Threatened Taxa* 4:2733–2744.
- García H, Corzo G, Isaacs P, & Etter A. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. En: Pizano C, & García



- H. (Ed.) El bosque seco tropical en Colombia (pp. 229-251). Bogotá DC: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gilman E, Dunn D, Read A, Hyrenbach KD, and Warner R. 2011. Designing criteria suites to identify discrete and networked sites of high value across manifestations of biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 20:3363–3383.
- González MaF, Díaz-Pulido Al, Mesa LM, and Portocarrero-Aya M. 2015. Priorización de especies. In: González MF, Díaz-Pulido A, Mesa LM, Corzo G, Portocarrero-Aya M, Lasso C, Chaves ME, and Santamaría M, eds. *Catálogo de Biodiversidad de la Región Orinoquense*. Bogota DC, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A., 76–128.
- Hamilton AC, and Radford EA. 2007. *Identification and conservation of Important Plant Areas for medicinal plants in the Himalaya*: Plantlife International (Salisbury, UK) and Ethnobotanical Society of Nepal (Kathmandu, Nepal).
- Hannah L, Midgley G, Andelman S, Araújo M, Hughes G, Martinez-Meyer E, Pearson R, and Williams P. 2007. Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:131–138.
- Herrera Fernández B, and Finegan B. 2008. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: Experiencias recientes y desafíos en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54:4–13.
- Heywood VH, and Dulloo ME. 2005. *In Situ Conservation of Wild Plant Species: A Critical Global Review of Good Practices*: IPGRI.
- IUCN. 2012. Red List Categories and Criteria: Version 3.1 IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Jennings S, Nussbaum R, Judd N, and Evans T. 2003. *Herramientas prácticas para Bosques con Altos Valores de Conservación*. Oxford, UK: ProForest. Cooperación de WWF con IKEA.
- Jones KR, Watson JEM, Possingham HP, and Klein CJ. 2016. Incorporating climate change into spatial conservation prioritisation: A review. *Biological Conservation* 194:121–130. 10.1016/j.biocon.2015.12.008
- Knight AT, Cowling RM, Rouget M, Balmford A, Lombard AT, and Campbell BM. 2008. Knowing But Not Doing: Selecting Priority Conservation Areas and the Research–Implementation Gap. *Conservation Biology* 22:610–617. 10.1111/j.1523-1739.2008.00914.x
- Knight AT, Rodrigues AS, Strange N, Tew T, and Wilson KA. 2013. Designing effective solutions to conservation planning problems. *Key topics in conservation biology* 2:362–383.
- Knight AT, Smith RJ, Cowling RM, Desmet PG, Faith DP, Ferrier S, Gelderblom CM, Grantham H, Lombard AT, and Maze K. 2007. Improving the key biodiversity areas approach for effective conservation planning. *BioScience* 57:256–261.

- Kremen C, Cameron A, Moilanen A, Phillips S, Thomas C, Beentje H, Dransfield J, Fisher B, Glaw F, and Good T. 2008. Aligning conservation priorities across taxa in Madagascar with high-resolution planning tools. *Science* 320:222–226.
- Kukkala AS, and Moilanen A. 2013. Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning. *Biological Reviews* 88:443–464. 10.1111/brv.12008
- Langhammer PF, Bakarr MI, Bennun LA, Brooks TM, Clay RP, Darwall W, De Silva N, Edgar GJ, Eken Gv, Fishpool LDC, Da Fonseca GAB, Foster MN, Knox DH, Matiku P, Radford EA, Rodrigues ASL, Salaman P, Sechrest W, and Tordoff AW. 2011. *Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems*.
- Lasso CA, Rial A, Matallana C, Ramírez W, Señaris J, Díaz- Pulido A, Corzo G, and Machado-Allison AE. 2011. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Lehtomäki J, and Moilanen A. 2013. Methods and workflow for spatial conservation prioritization using Zonation. *Environmental Modelling & Software* 47:128-137. 10.1016/j.envsoft.2013.05.001
- Loyola R, Machado N, Vila Nova D, Martins E, and Martinelli G. 2014. Áreas Prioritárias para Conservação e uso Sustentável da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.
- MADS, IDEAM, Instituto Humboldt, INVEMAR, IIAP, SINCHI, PNN, and IGAC. 2015. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia a escala 1:100.000. versión 1.0 ed. Bogota, D.C., Colombia.
- Margules CR, Pressey R, and Williams P. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences* 27:309–326.
- Maxted N. 2003. Conserving the genetic resources of crop wild relatives in European Protected Areas. *Biological Conservation* 113:411–417.
- Melovski L, Veleviski M, Matevski V, Avukatov V, and Sarov A. 2012. Using important plant areas and important bird areas to identify Key Biodiversity Areas in the Republic of Macedonia. *Journal of Threatened Taxa* 4:2766–2778.
- Mittermeier RA, Mittermeier CG, Brooks TM, Pilgrim JD, Konstant WR, da Fonseca GAB, and Kormos C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100:10309-10313. 10.1073/pnas.1732458100
- Moilanen A. 2007. Landscape Zonation, benefit functions and target-based planning: Unifying reserve selection strategies. *Biological Conservation* 134:571–579. 10.1016/j.biocon.2006.09.008



- Moilanen A, Anderson BJ, Eigenbrod F, Heinemeyer A, Roy DB, Gillings S, Armsworth PR, Gaston KJ, and Thomas CD. 2011. Balancing alternative land uses in conservation prioritization. *Ecological Applications* 21:1419–1426. 10.1890/10-1865.1
- Mondragón E, and Morrone JJ. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia* 29:112-120.
- Morán Montaña M, Campos Arce JJ, and Louman B. 2006. *Uso de Principios, Criterios e Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Naidoo R, and Ricketts TH. 2006. Mapping the economic costs and benefits of conservation. *PLoS Biol* 4:e360. 10.1371/journal.pbio.0040360
- NatureServe, and EcoDecisión. 2015. *Ecosystem Profile: Tropical Andes Biodiversity Hotspot*: NatureServe and EcoDecisión.
- Papp B. 2008. Selection of important bryophyte areas in Hungary. *Folia Cryptogamica Estonica* 44:101–111.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2018. Registro Único Nacional de Áreas Protegidas. Disponible en línea: <https://runap.parquesnacionales.gov.co/>. Recuperado el 1 de enero de 2017.
- Paton A. 2009. Biodiversity informatics and the plant conservation baseline. *Trends Plant Sci* 14:629–637. 10.1016/j.tplants.2009.08.007
- Pearson RG. 2016. Reasons to Conserve Nature. *Trends Ecol Evol* 31:366-371. 10.1016/j.tree.2016.02.005
- Perini C, Leonardi P, Pecoraro L, and Salerni E. 2011. The Important Plant Areas program from a mycological point of view: the regional experience in an European context. *Fitosociologia* 48:155–161.
- Plantlife International. 2004. Identifying and protecting the World's most important plant areas: a guide to implementing target 5 of the Global Strategy for Plant Conservation. London, UK: Plantlife International. p 8.
- Plantlife International. 2010. Important Plant Areas Around the World: Target 5 of the CBD Global Strategy for Plant Conservation. Salisbury, UK: Plantlife International. p 20.
- Plantlife. 2018. Identifying and conserving Important Plant Areas (IPAs) around the world: a guide for botanists, conservationist, site managers, community groups and policy makers. Plantlife, Salisbury, UK
- Portocarrero-Aya M, Corzo G, Diaz-Pulido A, González MF, Longo M, Mesa L, Paz A, Ramírez W, and Hernández-Manrique OL. 2014. Systematic Conservation Assessment for Most of the

- Colombian Territory as a Strategy for Effective Biodiversity Conservation. *Natural Resources* 05:981–1006. 10.4236/nr.2014.516084
- Pizano C, González R, González M, Castro F, López R, Rodríguez N, Idárraga A, Vargas W, Vergara H, Castaño A, Devia W, Rojas A, Cuadros H, & Lázaro J. (2014b) Las plantas de los bosques secos de Colombia. En: Pizano C. y García H. (Ed.) El bosque seco tropical en Colombia (pp. 49-93). Bogotá DC: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ravera S, Nimis P, Brunialti G, Frati L, Isocrono D, Martellos S, Munzi S, Nascimbene J, Potenza G, and Tretiach M. 2011. The role of lichens in selecting important plant areas in Italy. *Fitosociologia* 48:145–153.
- Rietbergen-McCracken J. 2007. *High Conservation Value Forests: The concept in theory and practice*. Gland, Switzerland: Forests for Life Program, WWF International.
- Sánchez de Dios R, Cabal C, Domínguez Lozano F, Sainz Ollero H, and Moreno Saiz JC. 2017. The role of criteria in selecting important areas for conservation in biodiversity rich territories. *Diversity and Distributions* 23: 368-380.
- Secretariat CBD. 2002. Global strategy for plant conservation. *CBD Secretariat, Montreal*.
- Secretariat CDB. 2009. Informe sobre la Conservación de las Especies Vegetales: Una revisión de los progresos realizados en la aplicación de la Estrategia Mundial para la Conservación de las Plantas (GSPC). Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. p 52.
- Sher H, Ali H, and Rehman S. 2012. Identification and conservation of important plant areas (IPAS) for the distribution of medicinal, aromatic and economic plants in the Hindukush-Himalaya mountain range. *Pakistan Journal of Botany* 44:187–194.
- Temper L., del Bene D. & Martinez-Alier J. 2015. Mapping the frontiers and front lines of global environmental justice: the EJAtlas. *Journal of Political Ecology* 22 255-278.
- Vellak K, Ingerpuu N, Vellak A, and Pärtel M. 2009. Vascular plant and bryophytes species representation in the protected areas network on the national scale. *Biodiversity and Conservation* 19:1353–1364. 10.1007/s10531-009-9766-4
- Walter K, and Gillett H. 1997. 1997 IUCN Red List of threatened plants.–862 p. *IUCN, Gland & Cambridge*.

## SUPLEMENTO 1. LISTA DE INSUMOS EXISTENTES CON POTENCIAL UTILIDAD PARA LA IDENTIFICACIÓN DE AIP

A continuación, se listan los principales insumos disponibles para la implementación de la metodología propuesta para la identificación de AIP en Colombia:

CRITERIOS	INSUMO	FUENTE
Todos	Catálogo de plantas y líquenes de Colombia, incluyendo especies endémicas	Bernal et al. (2015)
A1, A2	Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN	IUCN (2018)
A2	Lista roja regional de especies de árboles de las montañas de los Andes Tropicales	Tejedor et al. (2014)
A3	Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia	Resolución 1912 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018)
A4, A5	Plantas endémicas y de distribución restringida en Colombia	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia & Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2012).
A4, A5	Lista de especies de plantas vasculares endémicas de los páramos y de la alta montaña en Colombia	Universidad Icesi, Instituto Humboldt (2018)

CRITERIOS	INSUMO	FUENTE
A6	Plantas priorizadas para la conservación en la región Orinoquia	Instituto Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia (2013)
A6	Plantas priorizadas para la conservación en la región del eje cafetero	Instituto Humboldt (2013)
A6	Plantas priorizadas para la conservación en la región Caribe	Instituto Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia (2013)
A6	Especies importantes para la conservación de los bosques secos	Pizano et al. 2014
A6	Fibras naturales	Linares et al. (2008)
A6	Lista de especies maderables	
A6	Lista de especies alimenticias nativas	Instituto Humboldt (2014)
A6	Lista de especies medicinales nativas	Bernal et al. (2011), Instituto Humboldt (2014)
Todos	Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia	Subdirección de Ecosistema e Información Ambiental - IDEAM, Grupo de Suelos y Tierras (2017)
Todos	Ecosistemas potenciales de Colombia	Etter (2015)
Todos	Ecosistemas Generales Etter a escala 1:2'000.000	Etter (1998)
C2	Lista roja de ecosistemas de Colombia	Etter et al. (2017)

CRITERIOS	INSUMO	FUENTE
Complementario	Capa con las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS.	Instituto Humboldt (2015)
Complementario	Portafolio de áreas prioritarias para conservación de la biodiversidad, escala 1:250.000. (Región Andes, Caribe y Pacífico).	Instituto Humboldt (2008)
Complementario	Propuesta límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia (1:100.000 y 1:25.000)	IAVH, MADS (2012-2013) Instituto Humboldt (2015)
Complementario	Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano, escala 1:250.000	IAvH – IGAC (2000)
Complementario	Ecosistemas de los Andes Colombianos para los años 2000 y 2005	Instituto Humboldt (2006a, 2006b)
Complementario	Bosque seco tropical, escala 1:100.000	Instituto Humboldt (2014)
Complementario	Mapa de humedales por gradiente altitudinal	IAVH, IDEAM. 2014.
Complementario	Mapa de ecosistemas de la Amazonía Colombiana	Instituto SINCHI y Parques Nacional Naturales de Colombia (2014)
Complementario	Zonificación de la degradación de suelos por erosión	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2015)
Complementario	Mapa de nuevas áreas de protección propuestas	Parques Nacionales Naturales de Colombia (2019)
Complementario	Mapa de Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia	Parques Nacionales Naturales de Colombia (2019) UNEP-WCMC & IUCN (2018)

CRITERIOS	INSUMO	FUENTE
Complementario	Mapa de reservas naturales de la sociedad civil 2016	Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil
C3	Mapas de vulnerabilidad ambiental del territorio (2011-2040 y 2071-2100)	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2010a, 2010b)
C3	Mapa con la capacidad de adaptación	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2010c)
Complementario	Mapa de bosque no bosque Colombia - área continental	IDEAM, MADS, Patrimonio Natural (2014)

## Referencias

- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bernal H.Y., García M.H. y Quevedo S.F. 2011. Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la Conservación de plantas. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 232 p.
- Etter, A., Arévalo, P. y P. Amaya. 2015. Ecosistemas potenciales de Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Arévalo, P. Cortés, J., Pacheco, C. y D. Soler. 2017. Lista Roja de Ecosistemas de Colombia. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia.
- Etter A. 1998. Ecosistemas generales de Colombia, escala 1:2'000.000. IAvH, PNUD. Bogotá, D. C., Colombia.





- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Parques Nacional Naturales de Colombia (2014) Mapa de ecosistemas de la Amazonía Colombiana Perido 2014. Escala 1:100.000. República de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010a). Vulnerabilidad ambiental del territorio 2011-2040. Escala 1:8.000.000. República de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010b). Vulnerabilidad ambiental del territorio 2071-2100. Escala 1:8.000.000. República de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010c). Mapa con la capacidad de adaptación. Escala 1:8.000.000. República de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Patrimonio Natural (2014) Mapa de Bosque No Bosque Colombia- Área Continental (Escala Fina LANDSAT) Año 2014. Escala 1:8.500.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. República de Colombia.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2014. Recortes de imágenes Landsat ortorectificadas año 2014. Proyecto: Insumos para la delimitación de humedales y páramos en cuencas hidrográficas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011. Convenio No. 13-13-014-093CE-IAVH-(008 de 2013) entre el IDEAM y el Instituto Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Área continental de Colombia. Escala 9.500.000. Línea base 2010-2011. República de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2017. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Versión 2.1. Escala 1:100.000. República de Colombia.



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. Ecosistemas de los Andes Colombianos del año 2005, escala 1:250.000. Proyecto Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos. Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. Ecosistemas de los Andes Colombianos del año 2000, escala 1:250.000. Proyecto Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos. Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2008. Portafolio de áreas prioritarias para conservación de la biodiversidad, escala 1:250.000. (Región Andes, Caribe y Pacífico). Proyecto Planeación ambiental del sector hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en áreas de interés de la Agencia Nacional de Hidrocarburos en Colombia. Convenio IAvH, ANH, TNC y IDEAM. Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.. 2012. Proyecto: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia. Convenio Interadministrativo de Asociación 11-103, Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esc 1: 100.000. Bogotá D.C. Colombia

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia & Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2012). Plantas Endémicas y de Distribución Restringida en Colombia. 6374 registros, aportados por: Valderrama, N. (Contacto del recurso), Instituto de Ciencias Naturales (Creador del recurso, Autor), Rojas Salazar, L. (Proveedor de metadatos), Bernal, R. (Autor), Celis, M. (Autor). Versión 2.0.

[http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantas\\_endemicas\\_restringidas\\_colombia](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantas_endemicas_restringidas_colombia)

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2013). Plantas priorizadas para la conservación en la Región del Eje Cafetero. 40 registros, aportados por: García, H. (Contacto del recurso, Autor), Gallego, J. (Creador del recurso, Autor), Ramos, A. (Proveedor de metadatos, Autor), Duque, C. (Usuario), Sofrony, C. (Autor), Loaiza, E. (Autor), Tapasco, G.

(Autor), Restrepo, J. (Autor), Marín, E. (Autor), Bonilla, B. (Autor), Salazar, M. (Autor), Rozo, A. (Autor), Álvarez, L. (Autor), Alzate, N. (Autor), Ramirez, V. (Autor), Ávila, J. (Autor), Vanegas, H. (Autor), Higuera, D. (Autor), Duarte, K. (Autor), Toro, Y. (Autor), Ruiz, D. (Autor), Ospina, N. (Autor), Higuera, D. (Autor), Bedoya, J. (Autor), Valderrama, N. (Autor). Versión 12.0.  
[http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantas\\_ejecafetero\\_2013](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantas_ejecafetero_2013)

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia (2013). Plantas priorizadas para la conservación en la Región Orinoquia. 73 registros, aportados por: García, H. (Contacto del recurso), Sofrony, C. (Creador del recurso), González, M. (Proveedor de metadatos), Samper, J. (Proveedor de contenido). Versión 12.2.  
[http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=orinoquia\\_plantas\\_2013](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=orinoquia_plantas_2013).

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia, Jardín Botánico de la Quinta de San Pedro Alejandrino (2013). Plantas priorizadas para la Conservación en la Región Caribe. 1360 Registros, aportado por: García, H. (Contacto del recurso), Sofrony, C. (Creador del recurso), Estrada, S. (Proveedor de metadatos). Versión 7.0. [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=caribe\\_plantas\\_priorizadas\\_2013](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=caribe_plantas_priorizadas_2013).

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2014). Plantas alimenticias y medicinales nativas de Colombia. 2567 registros, aportados por: Castellanos, C. (Contacto del recurso), Valderrama, N. (Creador del recurso, Autor), Castro, C. (Proveedor de metadatos), Bernal, Y. (Autor), García, N. (Autor). Versión 11.0.  
[http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=ls\\_colombia\\_magnoliophyta\\_2014](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=ls_colombia_magnoliophyta_2014).

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2014. Bosques secos tropicales de Colombia, escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2015. Insumos técnicos para la delimitación escala 1:25.000 de los 21 complejos de páramo priorizados. Proyecto: Insumos para la delimitación de ecosistemas estratégicos: Páramos



y Humedales. Convenio N° 13-014 (FA. 005 de 2013) suscrito entre el Fondo Adaptación y el Instituto Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2015. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012-2013. Atlas de páramos, escala 1:100.000. Proyecto: Actualización de la cartografía de los complejos de páramos, escala 1:100.000. Desarrollado a través de los convenios interadministrativos de asociación 11-103 y 12-092 suscritos con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. Bogotá D.C., Colombia

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2000. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano del año 2000, escala 1:250.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, D. C., Colombia.

International Union for Conservation of Nature. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 November 2018.

Linares E.L., Galeano G., García N. y Figueroa Y. 2008. Fibras vegetales empleadas en artesanías en Colombia. Artesanías de Colombia - Universidad Nacional de Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018): Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia - Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. v2.3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/5an5tz>

Parques Nacionales Naturales de Colombia (2019) Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Pizano C., González R., González M., Castro F., López R., Rodríguez N., Idárraga A., Vargas W., Vergara H., Castaño A., Devia W., Rojas A., Cuadros H. y Lázaro J. (2014b) Las plantas de los bosques secos de Colombia. En: Pizano C. y García H. (Ed.) El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá DC: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (pp. 49-93).
- Tejedor Garavito N, Álvarez Dávila E, Arango Caro S, A. AM, S. B, Beltrán H, C. B, T.E. BE, A. FC, J. G, N. G, S. K, B. L, La Torre Cuadros MA, López Camacho R, Malizia L, Millán B, Moraes R. M, Newton AC, Pacheco S, Reynel C, Ulloa Ulloa C, and Vacas Cruz O. 2014. A Regional Red List of Montane Tree Species of the Tropical Andes: Trees at the top of the world. Richmond, UK: Botanic Gardens Conservation International.
- UNEP-WCMC & IUCN (2018). Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA). [On-line], February 2019, Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Disponible en: [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).
- Universidad Icesi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2018). Lista de especies de plantas vasculares endémicas de los páramos y de la alta montaña en Colombia. 734 registros, aportados por: Castellanos, C. (Contacto del recurso), Díaz, O. (Creador del recurso, Autor, Proveedor de metadatos).  
[http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=le\\_paramos\\_plantae\\_2017](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=le_paramos_plantae_2017)